



Bulletin 2/2010

- Editorial 1
- Prämierung der aargauischen Maturarbeiten 2
- Sphärenmusik – sind einfache Brüche heute noch ein Ideal? 5
- Mammutbaum-Holz: Rezent und fossil 8
- Vorträge und Veranstaltungen 13
- Dieses Feuer ist lobenswert – eine Zeitreise durch die KVA Buchs 17
- Interview 23

sc | nat 

Member of
the Swiss Academy of Sciences

Vorstand 2010/2011

Präsident

Stephan Scheidegger, Hölli 24c, 5504 Othmarsingen P 062 896 07 70

Vizepräsidentin

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

Aktuar und Vortragsprogramm

Flavio Rohner, Gehrenholzstr. 20, 8055 Zürich P 044 342 28 77

Kassier

Martha Steiner, Mauerackerstrasse 3, 8107 Buchs ZH

Homepage

Gerold Brändli, Schanzmättelistrasse 27, 5000 Aarau

Bulletin

Markus Meier, Schanzmättelistrasse 37, 5000 Aarau

Beisitzer

Rainer Foelix, Schanzmättelistrasse 15, 5000 Aarau

Fritz Wenzinger, Langacherweg 10, 5033 Buchs

Mitglieder Stiftungsrat Naturama

Annemarie Schaffner, Hans Moor

Delegierte SCNAT

Stephan Scheidegger, Ersatz: Annemarie Schaffner

Bibliothek und Lesekreis

Annemarie Holliger, Hammer 16, 5000 Aarau

Impressum

ANG-Bulletin 2/2010, 14. Jahrgang

Auflage	440 Ex.	Druck	Repro Rohr Aarau
Redaktion	M. Meier	Abo	Im ANG Jahresbeitrag inbegriffen
Produktion	M. Meier	Internet	www.ang.ch
Adresse	Postfach 2126 5001 Aarau		

Redaktionsschluss Bulletin 1/2011: 21. Januar 2010

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser

Mit dem Bulletin No.2 / 10 nähern wir uns unweigerlich dem letzten Quartal des Jahres 2010. Damit nähert sich auch das Jahr 2011, welches für die ANG ein sehr spezielles ist – die Gesellschaft wird 200 Jahre alt! Aus diesem Grund haben wir im Rahmen des Vorstandes im Sommer 2009 diverse Projekte zu diesem Jubiläum gestartet. Geplant sind ein Jubiläums-Mitteilungsband, ein Ausstellungs-Anlass im öffentlichen Raum und ein Festanlass. Im Rahmen eines würdigen Festanlasses möchten wir das runde Jubiläum feiern. Der Anlass wird im Restaurant Herzberg (oberhalb Aarau) stattfinden. Details und Anmeldung werden folgen.

Unter dem Motto „Wissen begreifen – Wissen erfassen“ sind zwei grössere Standaktionen (in Aarau und in Baden) mit jeweils bis zu 15 Ständen geplant. Es sollen dabei Experimente und Wissen auf verschiedenen Stufen angeboten werden. Ein wichtiges Anliegen dabei ist, die Tätigkeitsfelder von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler im Kanton aufzuzeigen. Der Aargau ist kein Universitätskanton, beheimatet aber trotzdem namhafte Forschungsinstitutionen wie das PSI, welches den Bau eines Free Electron Lasers plant (siehe Interview). Das Ausstellungskonzept beinhaltet Stände mit Experimente zum Anfassen oder Staunen. Es soll aber auch mit diversen Plakaten auf naturwissenschaftliche Themen (Forschung im Aargau, Naturwissenschaften in der öffentlichen Verwaltung etc.) aufmerksam gemacht werden. Die Veranstaltung hat die Ziele, den Beitrag der Naturwissenschaft im Kanton (und im Weiteren in der Gesellschaft) aufzuzeigen und die ANG und die SCNAT als Plattform für den Dialog von Gesellschaft und Naturwissenschaften bekannt zu machen.

Der Rückblick auf 200 Jahre ANG wirft natürlich auch die Frage nach der Zukunft der Gesellschaft auf. Die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen haben sich seit der Gründerzeit stark geändert. Auch die ANG hat sich in dieser Zeit gewandelt. Um attraktiv zu bleiben, wird sich die ANG auch in Zukunft den Veränderungen stellen müssen. So werden wir unsere Rolle im Bereich Nachwuchsförderung überdenken, z.B. mit einer gezielten Förderung von naturwissenschaftlichen Maturarbeiten (siehe dazu auch den Beitrag zur diesjährigen Prämierung). Auch sollten wir überprüfen, wie wir unsere Funktion als Plattform für Naturwissenschaften, wo sich Menschen und Themen begegnen, besser wahrnehmen können. Ein Bestandteil davon ist unser Vortragsprogramm im Winterhalbjahr.

Stephan Scheidegger, Präsident ANG

Prämierung der aargauischen Maturarbeiten

Dieses Jahr fand die traditionelle Prämierung von Maturarbeiten aus den aargauischen Kantonsschulen in der Löwenscheune in Wettingen statt. Insgesamt wurden von den Schulen rund 20 Arbeiten eingereicht. Die Schulen treffen dabei eine Vorauswahl von aus ihrer Sicht prämiierungswürdigen Arbeiten. Eine Jury beurteilt die jeweils eingereichten Arbeiten. Dabei wird immer wieder die Frage aufgeworfen, welche Kriterien angewendet würden. Da Arbeiten aus sehr unterschiedlichen Gebieten (entsprechend den Trägern des Anlasses – die Kulturstiftung Pro Argovia, die Historische Gesellschaft des Kantons Aargau und die ANG) eingereicht werden, ist die Anwendung von klaren Kriterien im Hinblick auf Prämierungswürdigkeit schwierig. Es stellt sich immer wieder die Frage, ob eine Arbeit hervorragend ist, welche sprachliche Mängel aufweist, jedoch einen genialen Ansatz entwickelt oder eine andere Arbeit, welche bezüglich Sprache und Bearbeitung sehr präzise verfasst wurde, aber wenig Originalität beinhaltet. Aus diesen Gründen wird kein starrer Katalog von Kriterien angewendet, sondern die Juroren begutachten die Arbeiten mit ihren eigenen Kriterien und suchen Qualitäten, welche eine Arbeit prämiierungswürdig machen. Damit jedoch eine gewisse Qualitätssicherung in diesem Prozess erreicht wird, werden alle eingereichten Arbeiten von der Jury während eines halben Tages eingehend diskutiert. Wissenschaftliche Studien zeigen, dass ein solcher Bewertungsprozess zu zuverlässigeren Resultaten führt, als bei der blinden Anwendung eines starren Kriterien-Katalogs ohne eingehende Diskussion unter den Bewertenden. Allerdings bleibt ungewiss, wie die Vorselektion der Arbeiten in den Schulen abläuft. Der Prozess des Dialogs innerhalb der Jury greift erst bei den eingereichten Arbeiten.

Dieses Jahr wurden fünf Arbeiten prämiert:

Martina Hartmann: DNA – Fingerprinting, Maturarbeit Kantonsschule Wettingen, 2010.

Olivier Cayo: La Littérature d'Afrique noire francophone avant-hier, hier et aujourd'hui. Maturarbeit AKSA, 2010. (Arbeit über die frankophone schwarz-afrikanische Literatur mit Werkstudien zu verschiedenen Epochen)

Ulrich Hopp: Schweizer Jenische im 'Hier und Jetzt'. Ein filmischer Diskurs, Maturarbeit AME, 2010, (Dokumentarfilm über die jenische Bevölkerung mit Begleitheft)

Claudio Wechsler: Komposition einer Sinfonie nach Vorbild Schostakowitschs 5. Sinfonie, Maturarbeit Kantonsschule Zofingen, 2010. (Komposition, gestützt auf einer Analyse der Stilmerkmale in der berühmter 5. Sinfonie von Dimitri Schostakowitsch)

Pino Dietiker: Auf dem Gewissen. Militärdienstverweigerung in der Schweiz zur Zeit des Kalten Krieges. Maturarbeit AKSA 2010. (Analyse von Porträts von zehn ausgewählten Dienstverweigerern)

Die Arbeit von Martina Hartmann beschäftigt sich mit Methoden zur Untersuchung der verwandtschaftlichen Nähe von drei Geschwistern, einer Cousine und einer Fremdperson. Photographische Porträts der fünf Personen liess sie von über hundert Unbeteiligten nach Ähnlichkeit klassieren und wertete das erhaltene Ergebnis statistisch aus. In einem zweiten Vergleich bestimmte sie Übereinstimmungen der Probanden nach einem Raster von zwölf körperlichen Eigenschaften. Der eigentliche Test war dann aber eine umfangreiche Gen-Fingerprintanalyse. Mit modernsten gentechnischen Methoden suchte und fand sie hohe Übereinstimmung zwischen Geschwistern, eine geringere zwischen jeder Cousinenverwandtschaft und die geringste unter allen Nichtverwandten.



Preisverleihung in der Löwenscheune Wettingen

Leider hat es dieses Jahr nur eine naturwissenschaftliche Arbeit zur Prämierung geschafft, obwohl mehrere Arbeiten aus dem technisch-naturwissenschaftlichen Bereich eingereicht wurden. Dies dürfte mehrere, möglicherweise unterschiedliche Ursachen haben. Sicher ist die Zahl von naturwissenschaftlichen Arbeiten relativ zur Gesamtzahl gering. Dies widerspiegelt wahrscheinlich die Fächervielfalt im gymnasialen Kurrikulum und der damit verbundenen kleinen Gewichtung naturwissenschaftlicher Fächer. Zudem würden mehr technisch orientierte Fragestellungen, in denen Physik oder Chemie zum tragen kommen, eher von Jugendlichen gewählt, welche sich für eine technische Berufslehre entscheiden. Im Hinblick auf den Bedarf an gut ausgebildeten Ingenieurinnen, Ärzten und Naturwissenschaftlerinnen in unserer Gesellschaft wird die Förderung naturwissenschaftlicher Maturarbeiten (als Beitrag zur Förderung der Naturwissenschaften insgesamt) ein Thema sein, in welches sich die ANG in nächster Zeit aktiv einbringen sollte.

Stephan Scheidegger

Sphärenmusik – sind einfache Brüche heute noch ein Ideal?

Die alten Griechen, speziell die Pythagoräer, stellten sich die Himmelskörper an durchsichtigen Kristallkugeln befestigt vor. Um die fixe Erdkugel im Zentrum dachten sie sich für Sonne, Mond, fünf Planeten und die Fixsterne je eine solche Kugel (griechisch Sphäre) mit eigener Achse.

Da auf Erden jedes sich bewegende Objekt Töne oder Geräusche erzeugt, hofften die Griechen, eine Sphärenmusik hören zu können. Sie machten sich Gedanken, ob die Sphärenmusik ausserhalb unseres Hörbereiches sei oder ob sie einem Bergbach gleich ständig rausche und wir uns vollständig daran gewöhnt haben.

Die Griechen besaßen Saiteninstrumente, das einfachste war ein Monochord. Sie wussten, dass man wohlklingende Harmonien erzeugen kann, wenn man die Saiten in einfachen Zahlenverhältnissen (Brüchen) teilt: $\frac{2}{3}$ Saite ergibt eine Quinte, $\frac{4}{5}$ eine grosse Terz. Entsprechend suchten sie auch am Himmel nach wohlklingenden Harmonien. Heute wissen wir, dass es dort die einfachen Brüchen kaum gibt: Der Mond kreist nicht genau in $\frac{1}{12}$ Jahr um die Erde. Und die Erde dreht sich in einem Jahr nicht - dem julianischen Kalender entsprechend - genau $365\frac{1}{4}$ mal um die eigene Achse.

Die lange Suche nach einfachen Brüchen am Himmel setzte sich fort bis

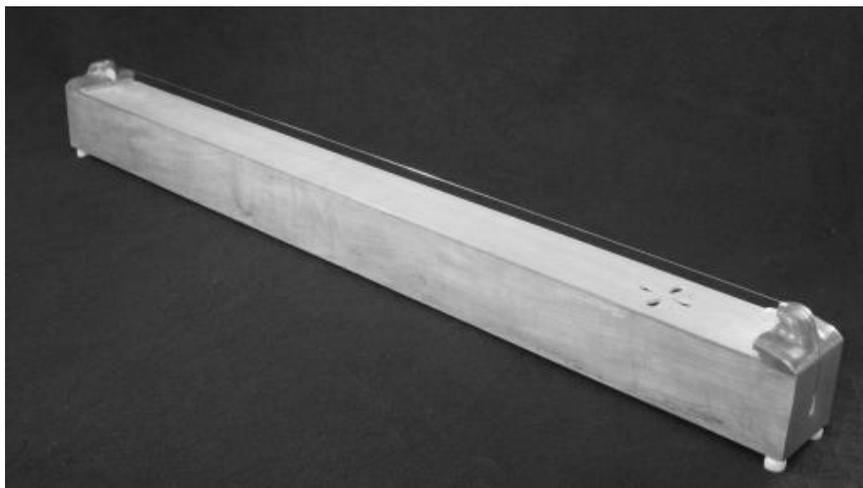


Abb. 1: Monochord (Bildquelle: Mathe Vital)

zu Johannes Kepler. Er verfügte über die genauen Himmelsbeobachtungen von Tycho Brahe, war aber noch ganz in einer beschreibenden Phase und hatte nicht die Erkenntnisse über die Gravitationsgesetze von Isaac Newton. Die grösste Entdeckung Keplers ist, dass die Planeten auf Ellipsen die Sonne umlaufen, nicht auf den Epizykeln* der Antike. Er suchte weiterhin einfache Zahlenverhältnisse beispielsweise zwischen den kleinsten und grössten Sonnenabständen verschiedener Planeten und wurde auch fündig. Seine Brüche waren aber etwas zufällig ausgesucht und nicht streng exakt. Schliesslich fand er an einem anderen Ort eine sehr schöne und exakte (!) Beziehung, das dritte Keplersche Gesetz: Die Umlaufzeit hoch 2 geteilt durch die grosse Halbachse hoch 3 ist für alle Planeten der Sonne die gleiche Konstante. Newton konnte später dieses Verhältnis von $2/3$ aus der Gravitationstheorie erklären.

In ganz seltenen Ausnahmen findet man einfache Zahlenverhältnisse am Himmel: Der Mond zeigt der Erde stets die gleiche Seite, weil die Reibung der Gezeiten den Mond bremste, bis Umlaufzeit und Eigendrehzeit gleich waren. Und der Planet Merkur dreht sich während zweier Umläufe exakt dreimal um seine Achse, zeigt also im sonnennächsten Punkt einmal mit der Spitze und einmal mit dem Stumpf seiner eiähnlichen Form zur Sonne.

Sonst sind einfache Brüche am Himmel sehr instabil und daher selten. Als Beispiel betrachten wir den Planeten Saturn samt Ring. Der Ring hat Lücken. Sie sind durch die Saturnmonde verursacht. Kreist nämlich Ringstaub in einem einfachen Verhältnis zu einem Mond um den Saturn, so gibt es eine Resonanz, der Staub bekommt bei jeder Annäherung an den Mond einen gleichgerichteten Impuls und verschiebt sich allmählich

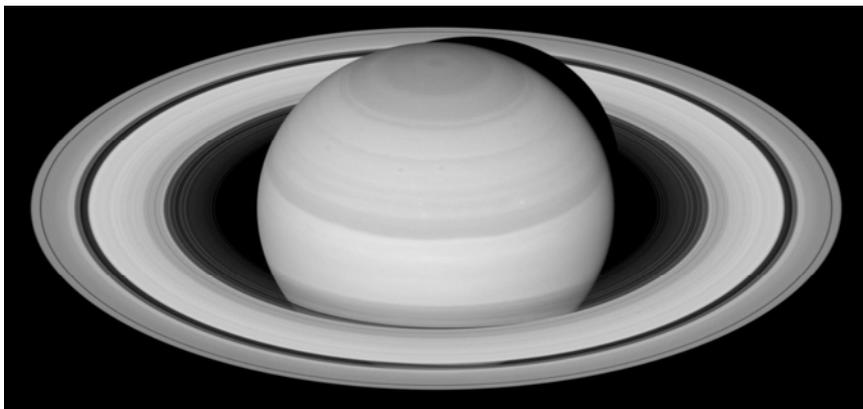


Abb. 2: Saturn samt Ring (Bildquelle www.schoenitzer.de/Planeten.html)

in eine andere Bahn. Analoges kann man auch für das Sonnensystem als Ganzes annehmen. Gäbe es die von Pythagoras bis Kepler gesuchten einfachen Verhältnisse zwischen den Planetenbahnen, wären sie instabil. Die Planetenbahnen haben sich vermutlich seit über vier Milliarden Jahren kaum verändert, was eben nur möglich ist, wenn es keine einfachen Brüche gibt.

Ganz allgemein hat die Menschheit von den früher gängigen, einfachen Brüchen Abschied genommen. Überbleibsel sind die $\frac{3}{8}$ Zoll Wasserleitungsgewinde oder $1 \frac{1}{8}$ % Zins bei den Banken, geschrieben als 1.125 %. Das Klavier wird nun wohltemperiert gestimmt im Verhältnis $1:\sqrt[12]{2}$ (zwölfte Wurzel zwei zu eins) statt beispielsweise 15:16 zwischen den Halbtönen. Die Dänen haben die Münze für $\frac{1}{4}$ Krone aufgegeben. Die Kreiszahl pi wird nicht mehr mit $\frac{22}{7}$ oder ähnlich angenähert, sondern ist eine endlose Dezimalzahl 3.1415926535... . Das Papierformat A4 hat ein Seitenverhältnis von $1:\sqrt{2}$, womit bei der weiteren Teilung zu A5, A6 etc. das Verhältnis konstant bleibt und kein Abfall entsteht.

Im Zeitalter der Computer herrscht Gleichberechtigung unter den Zahlen. Einfache Brüche werden nicht mehr bevorzugt und idealisiert.

Gerold Brändli

*) Ptolemaios und andere näherten die Ellipsen an, indem sie einem grossen Kreis einen kleinen Kreis (Epizykel) überlagerten. Auch Kreise waren damals ein anzustrebendes Ideal.

Mammutbaum-Holz: Rezent und fossil

Mammutbäume sind heute nur noch im Westen der USA heimisch, waren früher aber auch in Europa verbreitet. Vermutlich sind sie in unseren Breiten durch die Eiszeiten verdrängt worden. Seit etwa 150 Jahren findet man Mammutbäume in unseren Parkanlagen, weil sie seitdem aus USA wieder eingeführt worden sind. In Aarau stehen stattliche Exemplare beim Stadtmuseum Schlössli und bei der Katholischen Kirche St. Peter und Paul (Abb. 1a).

Botanisch gesehen unterscheidet man den Riesenmammutbaum *Sequoiadendron giganteum* und den häufigeren Küstenmammutbaum *Sequoia sempervirens*. Beide gehören in die Familie der Zypressengewächse (Cupressaceae), bzw. in die Ordnung der Zapfenträger (Coniferales). Zur Unterscheidung der beiden Mammutbäume: Reibt man die grünen Zweige von *S. giganteum*, so riechen sie leicht nach Anis, was bei *S. sempervirens* nicht der Fall ist. Untersucht man die schuppenförmigen Blättchen mit einer starken Lupe, so kann man die Spaltöffnungen als weisse Pünktchen erkennen: bei *S. giganteum* sind sie gleichmässig verteilt, bei *S. sempervirens* in zwei Längsbändern.

Wie der deutsche Name besagt, handelt es sich bei beiden Gattungen um riesige Bäume, die meist 60-80 m hoch werden und nahe der Basis einen Stammdurchmesser von 8-9 m erreichen. Der höchste heute existierende Mammutbaum (*S. sempervirens*) misst stolze 115 m, der höchste Riesenmammutbaum (*S. giganteum*), der *General Sherman* im Sequoia National Park, „nur“ 84 m. Der grösste jemals bekannte Mammutbaum war 155 m hoch und hatte einen Durchmesser von 12 m. Auch das Alter dieser Baumriesen ist beeindruckend: die meisten „ausgewachsenen“ Mammutbäume sind über 500 Jahre alt, einige sogar über 2'000 Jahre.

Versteinertes Mammutbaumholz ist sowohl aus der Alten wie der Neuen Welt bekannt. Eine der bedeutendsten Fundstellen fossiler Mammutbaumreste ist das **Florissant Fossil Bed** in Colorado / USA. Dort wurden am Ende des Eozäns, vor etwa 35 Mio Jahren, durch mehrere Vulkanausbrüche ganze Mammutbaumwälder durch Asche und Schlamm zugedeckt. Heute sind nur noch die Baumstrünke erhalten, allerdings in ihrer ursprünglichen senkrechten Lage (Abb. 1b). Seit knapp 40 Jahren ist das Gebiet als National Monument streng geschützt und das früher übliche Abtragen und Einsammeln des fossilen Holzes ist strikt verboten. Etliche der massiven Baumstümpfe (mehrere Meter Durchmesser) können im National Park Florissant Fossil Beds besichtigt werden – zum bescheidenen Preis von 3 Dollar. Einer der Autoren (RF)

hatte im letzten Jahr die Gelegenheit diesen Nationalpark zu besuchen und einige winzige Gesteinssplitter aus dem Abraum mitzunehmen. Die Absicht war, diese Proben fossilen Mammutbaumholzes mikroskopisch zu untersuchen, in der Hoffnung, dass die typische Struktur von Nadelhölzern darin noch erkennbar sei.



Abb. 1a Heutiger Mammutbaum (*Sequoiadendron giganteum*) von ca. 30 m Höhe. Standort: Pfarrgarten St. Peter und Paul in Aarau.

b) Fossiler Mammutbaumstumpf (*Sequoia affinis*), ca. 35 Mio Jahre alt, in Florissant, Colorado. Der Stammdurchmesser beträgt über 3 m; vergleiche hierzu die *Ponderosa*-Kiefer im rechten Bildhintergrund.

Um einen Vergleich mit dem Holz heutiger Mammutbäume anstellen zu können, wurden einige abgestorbene Ästchen von einem Aarauer Mammutbaum (Abb. 1a) eingesammelt, und möglichst dünne Handschnitte für das Lichtmikroskop angefertigt. Ausserdem wurden rezente und fossile Holzstückchen längs gespalten und die frischen Bruchflächen mit Gold bedampft und unter dem Raster-Elektronenmikroskop (REM) untersucht.

Zunächst einige Vorbemerkungen zur mikroskopischen Struktur von Nadelhölzern. Im Vergleich zu Laubhölzern ist das Nadelbaumholz einfacher aufgebaut. Es besteht vor allem aus vielen senkrecht verlaufenden Röhrcchen, den *Tracheiden*, die waagrecht von schmalen *Markstrahlen* durchzogen werden (Abb. 2a). Entsprechend sieht man schon bei geringer Vergrößerung unter der Binokularlupe ein sich rechtwinklig kreuzendes System feiner Linien. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man in den Tracheiden jeweils eine Reihe von Poren (10-15 μm Durchmesser), die als *Tüpfel* bezeichnet werden. Da diese Tüpfel eng nebeneinander liegen, erscheinen die Tracheiden im Längsschnitt wie winzige Blockflöten (Abb. 2, 3). Typisch für Nadelhölzer

ist der markant abgesetzte Tüpfelrand, der im Mikroskop als heller Ring (Hof) die zentrale Porenöffnung umgibt. Dieser Porentyp wird deshalb als *Hoftüpfel* bezeichnet. Daneben kommen in den Tracheiden und den Markstrahlen auch kleine, einfachere Tüpfel (ohne Hof) vor.

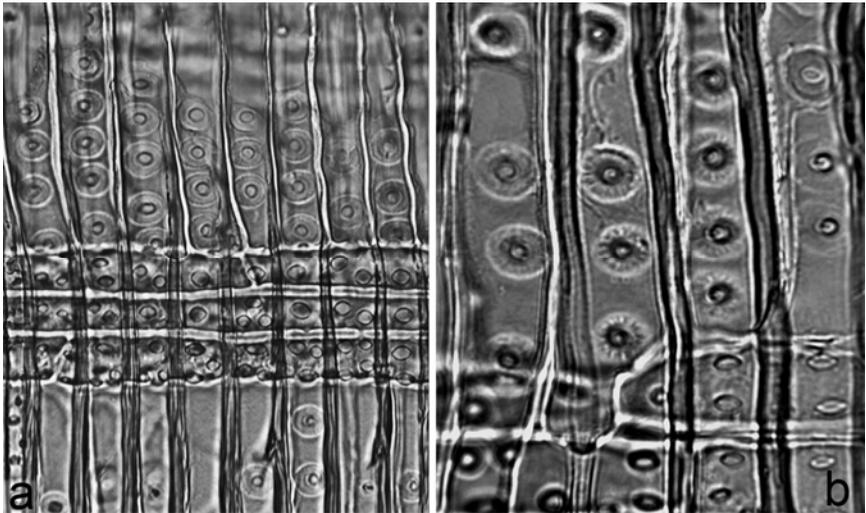


Abb. 2 Heutiges Mammutbaumholz (*Sequoiadendron giganteum*) im radialen Längsschnitt. **a**) Senkrecht verlaufende Tracheiden mit grossen Hoftüpfeln; quer dazu ein Markstrahl, der aus 3 Zellreihen besteht; beachte die kleineren Tüpfel (meist 1-2 pro Zelle). 500 x.

b) Bei stärkerer Vergrösserung werden zentraler Torus und radial ausstrahlende Aufhängefasern im Hoftüpfel sichtbar. 800 x.

Kurz zur Funktion der Hoftüpfel: Sie dienen zur Regulation des Wassertransportes in seitlicher Richtung, also vor allem zu benachbarten Tracheiden. In der Mitte der Pore liegt ein linsenförmiger Pfropf (*Torus*), der über radial verlaufende Fasern am Porenrand aufgehängt ist (Abb. 2b, 4a). Dieser zentrale Torus kann durch erhöhten Wasserdruck nach vorne oder hinten ausgelenkt werden und so gegen die innere oder äussere Porenöffnung gepresst werden. Dadurch funktioniert der Hoftüpfel wie ein Ventil.

Nun zum fossilen Mammutbaumholz. Auch hier erkennt man schon bei Lupenvergrösserung in einem frischen Längsbruch ein feines Kreuzmuster, das durch die längs verlaufenden Tracheiden bzw. die quer verlaufenden Markstrahlen bedingt ist. Dies weist bereits auf eine relativ gute Strukturhaltung bei der Fossilisation hin. Dieser Eindruck bestätigt sich dann bei stärkeren Vergrösserungen im REM, wo man sowohl in den Tracheiden als auch in den Markstrahlen deutliche Tüpfelreihen erkennen kann (Abb. 3b). Noch erstaunlicher ist, dass selbst die

Feinstruktur der Hoftüpfel weitgehend erhalten geblieben ist. Der linsenförmige Torus ist sogar klarer abgegrenzt als im rezenten Holz (Abb. 4); die radialen Aufhängefasern sind schwächer ausgeprägt und erscheinen etwas gröber. Dies mag darauf beruhen, dass wir beim rezenten Holz ausgetrocknetes, d. h. geschrumpftes Material betrachten, während das fossile Holz sofort von Vulkanasche und Schlamm eingeschlossen wurde und danach einen Jahrtausende langen Fossilisationsprozess durchlief. Ein Detail, das nur im fossilen Holz beobachtet wurde, betrifft winzige Poren auf der Innenseite der Zellwände (Abb. 4b). Im rezenten Holz sind solche Poren nicht zu sehen, vermutlich weil sie durch organisches Material „maskiert“ sind.

Der Hauptgrund für die hervorragende Erhaltung des versteinerten Mammutbaumholzes liegt sicher in den Mineralien, die bei der Fossilisation beteiligt waren. Die beste Strukturerhaltung findet man gewöhnlich in den sog. *Kieselhölzern*, bei denen die ursprünglichen Substanzen durch Silikate ersetzt wurden. Auch wesentlich ältere Hölzer aus der Jura oder Trias-Zeit (über 200 Mio Jahre) zeigen eine hervorragende Erhaltung bis hinunter auf die zelluläre Ebene - falls das Holz „verkieselt“ wurde. Das hier untersuchte fossile Mammutbaumholz aus den Florissant Fossil Beds (Eozän, 35 Mio Jahre) dürfte ebenfalls in

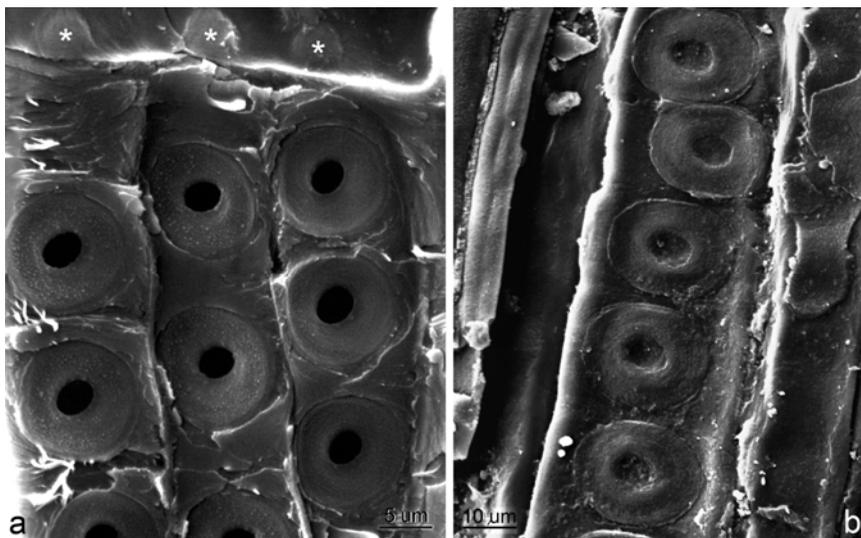


Abb. 3a) Heutiges Mammutbaumholz (*Sequoiadendron giganteum*) längs gespalten, im Raster-Elektronenmikroskop (REM). Drei Tracheiden mit grossen Hoftüpfeln verlaufen senkrecht; am oberen Bildrand ist Teil einer Markstrahlzelle mit 3 verschlossenen Tüpfeln (*) erkennbar.

b) Fossiles Mammutbaumholz (*Sequoia affinis*) längs gebrochen, im REM. Die versteinerten Hoftüpfel sind fast so detailliert erhalten wie im rezenten Holz.

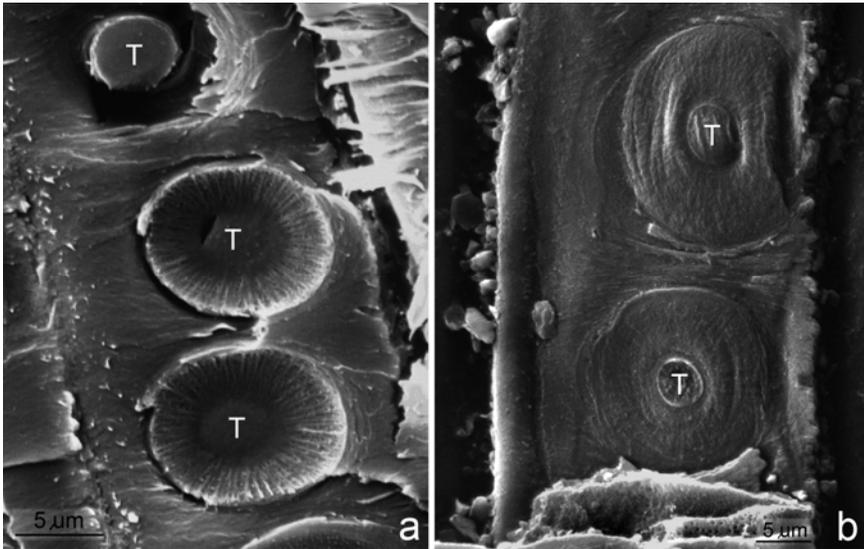


Abb. 4a) Rezenten Mammutbaumholz. Wird eine Tracheide in der Mitte der Zellwand gespalten, so erhält man Innenansichten der Hoftüpfel: Zentral der linsenförmige Torus (T) und davon ausstrahlend die Aufhängefasern.

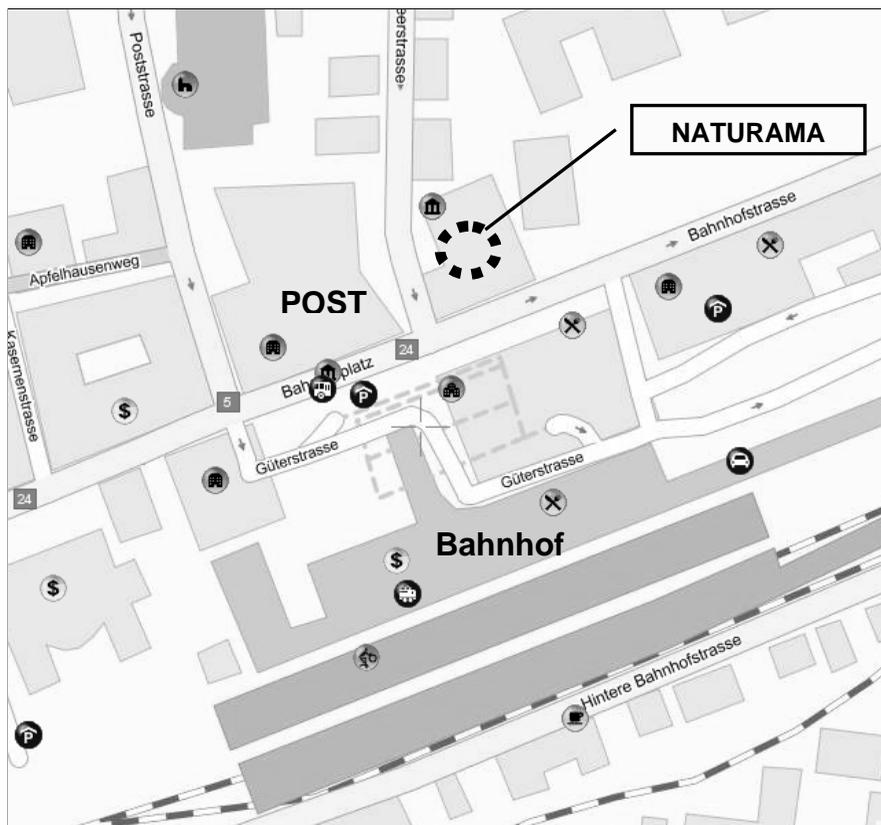
b) Fossiles Mammutbaumholz, längs gespalten. Die Tori (T) der Hoftüpfel sind deutlich abgegrenzt, die radialen Aufhängefasern nur angedeutet; am unteren Bildrand sind feine Poren in der Zellwand erkennbar.

verkieselter Form vorliegen, denn ein Test mit 2n Salzsäure verlief negativ; bei kalkhaltigem Gestein ist bei Einwirkung von Säuren sofort ein Aufschäumen zu beobachten, das auf der Freisetzung von CO_2 beruht.

Beim Vergleich vom rezenten und fossilen Mammutbaumholz hat sich natürlich auch die Frage gestellt, ob es sich beim fossilen Holz um die gleichen Arten handelt wie bei den heutigen Mammutbäumen. Nach Angaben des Museums im Florissant Fossil Beds National Park gehörten die dortigen fossilen Mammutbäume zu einer anderen, heute ausgestorbenen Art, nämlich *Sequoia affinis*. Für die Feinstruktur des Mammutbaumholzes dürften Artunterschiede allerdings keine Bedeutung haben.

Rainer Foelix / Bruno Erb

Vorträge und Veranstaltungen der ANG



Bitte beachten Sie die unterschiedlichen
Anfangszeiten der Veranstaltungen!

Vorträge und Veranstaltungen der ANG

Mittwoch, 10. November 2010, 19:00 Uhr, Naturama, Mühlbergsaal

Erfolge und Misserfolge der Pharmazie

Prof. Pius August Schubiger, Pharmakologe, ETH Zürich,
Ab 18:30h wird ein Trunk offeriert.

Mittwoch, 24. November 2010, 20:00 Uhr, Naturama, Mühlbergsaal

Geologische Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle: Hearing mit Experten

Dr. Andreas Gautschi, Nagra, PD Dr. Meinert Rahn, ENSI,
Moderation: Herbert Bühl ,
Ab 19:30h wird ein Trunk offeriert.

Mittwoch, 01. Dezember 2010, 19:30 Uhr, Naturama, Mühlbergsaal

Infrarot-Astronomie: Mit neuen Augen auf der Suche nach der Entstehung von Sternen und Galaxien

Prof. Daniel Schaerer, Uni Genf,
Anlass gemeinsam mit der AVA.
Ab 19:00h wird ein Trunk offeriert.

Mittwoch, 12. Januar 2011, 20:00 Uhr, Naturama, Mühlbergsaal

Individuen – Familien – Gemeinschaften: Evolution von Konflikten und Kooperationen

Prof. Mathias Kölliker, Zoologe, Uni Basel,
Ab 19:30h wird ein Trunk offeriert.

Mittwoch, 26. Januar 2011, 20:00 Uhr, Naturama, Mühlbergsaal

Das plastische Gehirn: Warum Männer doch gut Sprachen lernen können und Frauen das Taxi fahren

Prof. Cordula Nitsch, Anatomisches Institut, Uni Basel,
Ab 19:30h wird ein Trunk offeriert.

Mittwoch, 02. März 2011, 20:00 Uhr, Naturama, Mühlbergsaal

Klimawandel und Extremereignisse

Prof. Christoph Schär, IAC, ETH Zürich,
Ab 19:30h wird ein Trunk offeriert.

Mittwoch, 16. März 2011, 20:00 Uhr, Naturama, Mühlbergsaal

Vortrag und GV der ANG

Ab 19:30h wird ein Trunk offeriert.

Mittwoch, 23. März 2011, 20:00 Uhr, Naturama, Mühlbergsaal

Tiermedizin: Möglichkeiten und Grenzen

Dr. med. vet. Beatrice Wenzinger, Uni Zürich,

Anlass gemeinsam mit dem Naturama.

Ab 19:30h wird ein Trunk offeriert.

Zusammenfassungen der Vorträge

Prof. Schubiger Pharmakologie ETHZ

Erfolge und Misserfolge der Pharmazie

Während der letzten Jahre erlebte die Diagnose und Therapie mit neuartigen radioaktiven Wirkstoffen (sog. Radiopharmazeutika) eine ungeahnte Entwicklung. Mit diesen neuen Radiopharmazeutika und der sogenannten PET-Methodik können physiologische Vorgänge im Körper nicht invasiv sichtbar gemacht werden und in der Folge genauere Diagnosen gestellt werden. Andererseits werden mit geeigneten Radionuklidkonjugaten auch gezielte Krebstherapien möglich, die zum Teil bereits klinisch eingesetzt werden.

Prof. Daniel Schaerer, Uni Genf

Infrarot-Astronomie: Mit neuen Augen auf der Suche nach der Entstehung von Sternen und Galaxien

Warum wird das Infrarot für die Astronomie immer interessanter?

Was gibt es für Instrumente, heute und in naher Zukunft?

Was hat man bisher entdeckt, was hofft man bald zu entdecken?

Prof. Christoph Schär, Institut für Atmosphäre und Klima, ETH Zürich

Klimawandel und Extremereignisse

Seit etwa 100 Jahren ist der Mensch im Begriffe, das Klima zu beeinflussen. Als Folge der Verbrennung der fossilen Energieträger wurde die natürliche Zusammensetzung der Erdatmosphäre bereits nachhaltig gestört. Das globale Klima hat weltweit mit einem Trend zu höheren Temperaturen reagiert, und zunehmend ist auch der ganze Wasserkreislauf von den Änderungen betroffen. Dieser Klimawandel wird sich in den nächsten Jahrzehnten bis Jahrhunderten erheblich beschleunigen. Die schwerwiegendsten Auswirkungen für die Zukunft sind in den Bereich Wasserressourcen, Meeresspiegelanstieg und Extremereignisse zu erwarten. Der Vortrag vermittelt einen kurzen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung und die erwarteten Auswirkungen auf Extremereignisse in Europa. Man erwartet insbesondere eine Zunahme von Hitzetagen und Dürren, aber auch vermehrte Starkniederschläge und Überschwemmungen.

Mathias Kölliker, Prof. Dr. (Universität Basel, Zoologisches Institut)

Individuen – Familien – Gemeinschaften: Evolution von Konflikten und Kooperation

Charles Darwins Evolutionstheorie baut auf der natürlichen Selektion auf. Merkmale, die einem Individuum erlauben, mehr Nachkommen zu produzieren oder länger zu überleben, sollten sich über die Generationen hinweg ausbreiten. Wie lassen sich dann die vielen Beispiele für kooperatives und altruistisches Verhalten quer durch alle Organismen-Gruppen erklären? Häufig beobachtet man solches Verhalten in Familiengruppen. Eltern vieler Tierarten bringen Zeit, Energie und Ressourcen auf, um ihre Nachkommen grosszuziehen. Manchmal helfen Geschwister dabei, die sich eigentlich selbst fortpflanzen könnten. Erst 100 Jahre nach Darwins "Entstehung der Arten" machte die "genetische Sicht" der Evolution deutlich, dass Merkmale auch indirekt über verwandte Individuen in künftige Generationen eingebracht werden. Es kann sich also evolutiv auszahlen, verwandten Individuen gegenüber altruistisches Verhalten zu zeigen.

Soziale Gemeinschaften sind aber deshalb nicht konfliktfrei. Vogel-, Säuger- und Insekten-Geschwister konkurrieren oft aufs heftigste um die Gunst der Eltern. Zudem sind soziale Gemeinschaften anfällig darauf, ausgenutzt zu werden. Individuen, welche nur den Nutzen des altruistischen Verhaltens anderer beziehen, aber selbst nichts investieren, haben kurzfristig einen enormen Vorteil, wie zum Beispiel der Kuckuck. Die Natur bietet eine fantastische Vielfalt an Strategien für altruistisches und kooperatives Verhalten, aber auch für Egoismus und Manipulation, welche es noch besser zu verstehen gilt. Nicht zuletzt zeigt uns die Spezies Mensch das tägliche Spannungsfeld zwischen Kooperation und Konflikt.

Prof. Dr. Cordula Nitsch , Universität Basel

Das plastische Gehirn: Warum Männer doch gut Sprachen lernen können und Frauen das Taxi fahren

Seit zumindest 150 Jahren werden Befunde aus der Hirnforschung dazu herangezogen, um Unterschiede in der Hirnleistung zwischen Männern und Frauen zu beweisen. Das reicht von dem geringeren Hirngewicht von Frauen bis zu den besseren räumlichen Orientierungsfähigkeiten der Männer. Gerne wird dann auch noch die Evolution herangezogen, um „typisch“ männliche oder weibliche Verhaltensweisen zu begründen. Wir wollen uns mit der Frage beschäftigen, inwieweit Unterschiede in Fähigkeiten und Verhaltensweisen genetisch determiniert und/oder kulturell vorgegeben sind.

Dr. med. vet. Beatrice Wenzinger, Universität Zürich

Tiermedizin: Möglichkeiten und Grenzen

Der Stellenwert unserer Haustiere verändert sich im Laufe der Zeit. Während Nutztiere immer mehr an finanziellem Wert verlieren, sind die Leute bereit, für ihre Katzen, Hunde oder Kaninchen sehr viel Geld auszugeben. Dieser Trend ist in der Tiermedizin deutlich spürbar und wirkt sich entsprechend auf die Forschung aus. Für Heimtiere können alle Möglichkeiten der Diagnostik und Therapie ausgeschöpft werden; künstliche Hüftgelenke oder Zahnprothesen werden eingesetzt und tumorkranke Tiere bestrahlt. In der Nutztiermedizin hingegen ist man häufig auf einfache Hilfsmittel angewiesen, da immer auch die Rentabilität der Behandlung in die Beurteilung eines Falles miteinbezogen werden muss.

Dieses Feuer ist lobenswert (Friedrich von Schiller) - eine Zeitreise durch die KVA Buchs

Einleitung

Das Problem „Abfall“ stellte sich schon in der Antike. So weiss man, dass damals Kreta Lagergruben für feste Abfallstoffe hatte. Nachdem im späten Mittelalter der Zusammenhang zwischen Hygiene und Krankheit erkannt worden war, führte die Stadt Bern im späten 18. Jahrhundert einen Strassenreinigungsdienst ein wie in Wien bereits realisiert, welcher durch weibliche Häftlinge betreut wurde. Im Aargau lagerte jede Gemeinde ihren Müll in einer eigenen Deponie ab, bevor es Kehrriechverbrennungsanlagen gab. Mit der Zeit verursachte dies aber Probleme, da der Abfall sich anhäufte und umweltbelastender wurde. Durch Sickerwasser gelangten Schadstoffe in den Untergrund und somit in das Grundwasser. Man musste etwas ändern. Die Grundlage dazu wurde durch das Gewässerschutzgesetz gegeben und der Bau einer Kehrriechverbrennungsanlage veranlasst. Durch die Verbrennung sollten organische Materialien entfernt werden, wodurch auch das Volumen massiv verringert wurde. Ein einfacher Ofen war der Anfang...

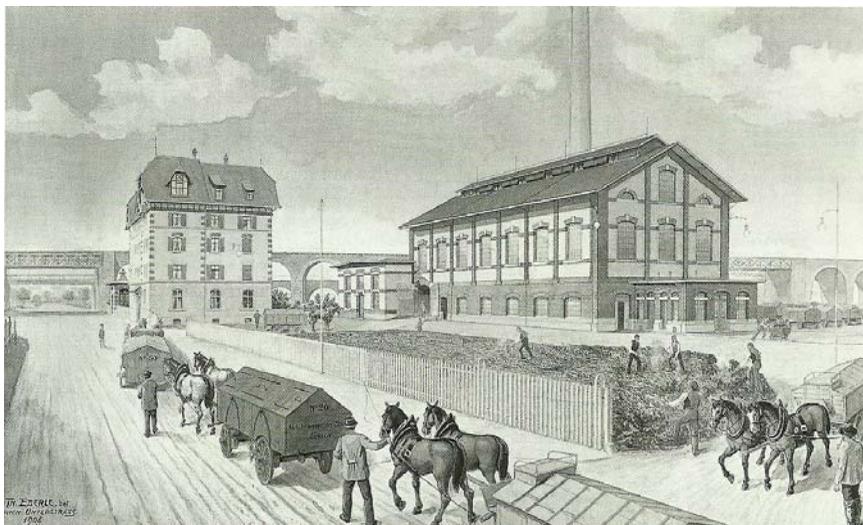


Abb. 1: Eine Zürcher Kehrriechverbrennungsanlage im Jahre 1906

Verbrennungsöfen

Die KVA Buchs wurde 1973 in Betrieb genommen. Sie war eine Verbrennungsanlage der 2. Generation. Als Beispiel einer Verbrennungsanlage der 1. Generation gilt die KVA in Zürich, welche anfangs des 20. Jahrhunderts als eine der ersten in Europa, in Betrieb genommen wurde. Damals wurde der Abfall noch mit Pferd und Wagen eingesammelt und im Freien gelagert, weil es keine Müllbunker gab.

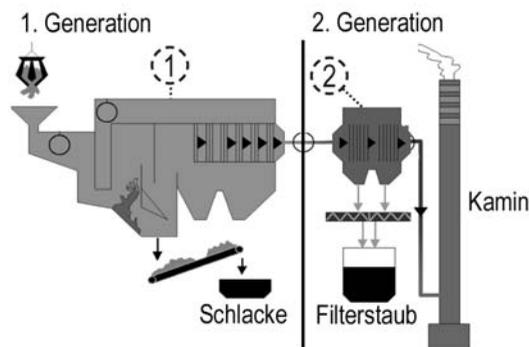


Abb.2: Abb. 2: Schematisierte Darstellung einer Kehrichtverbrennungsanlage (1: Verbrennungsanlage, 2: Elektrofilter)

Das Hauptziel der Verbrennungsanlagen 1. Generation war die Kehrichtverbrennung. Dabei wurden im Gegensatz zur 2. Generation noch keine Abluftfilter eingesetzt. Das primäre Ziel war es die Abfälle in einen „gesteinsähnlichen“ Zustand (Schlacke) zu bringen. Die Verbrennungsgase wurden in der Regel durch Wassereinspritzung im Kühlturm abgekühlt und anschliessend in die Atmosphäre abgegeben. Die KVA Buchs hatte jedoch seit Beginn nebst zwei Ofenlinien auch einen Elektrofilter (siehe Abb. 2; (2)), welcher das Rauchgas zu 99% entstaubte. 1973 durfte laut den gesetzlichen Verordnungen der Gesamtgehalt der Staubpartikel im Rauchgas nicht mehr als 100 Milligramm pro Kubikmeter sein. Dies war mit dem Elektrofilter gut einhaltbar. Eine Einrichtung zur Aussonderung der im Rauchgas enthaltenen flüchtigen Schadstoffe war nicht vorhanden.

Die Aufnahme von zehn weiteren Gemeinden 1980 in den Zweckverband für Kehrichtbeseitigung Region Aarau-Lenzburg (ZKAL) und die allgemein steigenden Abfallmengen führten zur Überlastung der Anlage. Dadurch konnte die statutarisch festgehaltene Verpflichtung, den Kehricht der Verbandsgemeinden voll zu übernehmen, nicht mehr gewährleistet werden. Der Hauptgrund für den Bau einer neuen

Ofenlinie mit Wärmenutzung war die Inkraftsetzung des Umweltschutzgesetzes und die Veröffentlichung des Schweizerischen Abfallleitbildes. So wurde deshalb 1984 eine dritte Ofenlinie mit Fernwärme- und Stromproduktion gebaut.

Die Schlacke wird heute zur Deponie Seckenberg, Frick gebracht. Dabei transportieren die Abfalllastwagen aus dem Fricktal auf der Hinreise zur KVA Müll und bringen auf der Rückreise Schlacke in die Deponie, sodass keine Leerfahrten entstehen. Aus 35 gefüllten Kehrichtsäcken (ca. 5 kg Gewicht/Kehrichtsack, also ca. 175 kg Kehricht) bleibt ca. 35 kg Schlacke übrig.

Rauchgasreinigungsanlage und Abwasserbehandlung

Neben der Schlacke und dem Filterstaub, welche bei der Verbrennung von Abfällen gebildet werden, entstehen auch heisse Rauchgase mit verschiedenen, flüchtigen (gasförmigen) Schadstoffen. Um auch diese zum Schutze von Menschen, Tieren und Umwelt weitgehend zu eliminieren, erliess der Bund 1986 die Luftreinhalteverordnung. In dieser sind die maximal zulässigen Schadstoffgehalte (Grenzwerte) festgelegt. Darauf basierend wurde 1992 die Rauchgasreinigungsanlage in Betrieb genommen. So können mit der Rauchgaswäsche ca. 95% der flüchtigen Schadstoffe ausgewaschen werden. Dies betrifft vor allem die Chlor- und Schwefelverbindungen. Durch Düsen wird Washwasser aus der Aare in den ersten Rauchgaswäscher eingespritzt. Dieses Wasser löst z.B. Chlorwasserstoff und Fluorwasserstoff, welche dann starke Säuren bilden, aus dem Rauchgas (siehe Abb. 3; (3)). In einem zweiten Rauchgaswäscher wird anschliessend Schwefeldioxid eliminiert (siehe Abb. 3; (4)). Das Reinigungswasser aus der Abwasser-

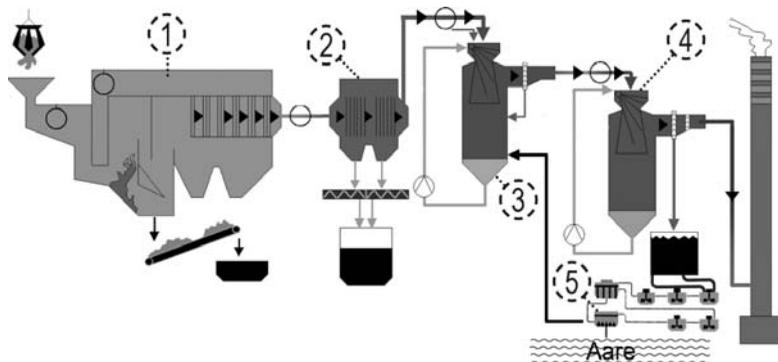


Abb.3: Schematisierte Darstellung einer Kehrichtverbrennungsanlage
(1: Verbrennungsanlage, 2: Elektrofilter, 3: HCl-Wäscher, 4: SO₂-Wäscher, 5: Abwasserreinigungsanlage)

behandlungsanlage enthält nun gemäss der „Einleitverordnung in ein öffentliches Gewässer“ zu viele Schadstoffe für eine direkte Einleitung in die Aare, deshalb musste eine Einrichtung zur Abwasserbehandlung mit einer Schadstoffausfällung und Sedimentation eingebaut werden. Das Wasser wird mit Kalk neutralisiert. Auf diese Weise werden auch schwermetallhaltige Schadstoffe und Staubpartikel von einem Flockungsmittel gebunden, wodurch sie sich im Klärbecken als Schlamm absetzen. Das gereinigte Abwasser entspricht dann den gesetzlichen Vorschriften und kann somit in die Aare eingeleitet werden. Der Schlamm wird abgepumpt, entwässert und deponiert. Aus ca. 160 kg Kehrrecht bleiben ca. 3.5 kg Rückstände aus der Rauchgasreinigung übrig, welche zu einer Untertagedeponie in Deutschland transportiert werden. Dorthin wird auch der Filterstaub gebracht, welcher zuerst in Silos gelagert wird, bevor er in Lastwagen abtransportiert wird. Deutschland bietet sich an, weil spezielle geologische Verhältnisse das Auswaschen von Schadstoffen verhindern.

Durch diese Rauchgasreinigungsschritte werden die entsprechenden Emissionsgrenzwerte eingehalten. Auf diese Weise konnten Stoffe, die bei der Bildung von saurem Regen mitbeteiligt sind (wie z. B. Schwefeldioxid), bis in den Spurenbereich reduziert werden. Auch Staub und schädliche Schwermetalle werden kaum noch emittiert. Ein Problem, das allerdings noch blieb, war das Stickoxid, welches selbst ein Schadstoff ist und unter Sonneneinstrahlung Ozon bildet.

Katalytische Entstickungsanlage (DeNOx)

Das aus dem Kamin der KVA Buchs ausströmende Rauchgas war nun, bis auf das ebenfalls anfallende Stickoxid, gereinigt, gefiltert und

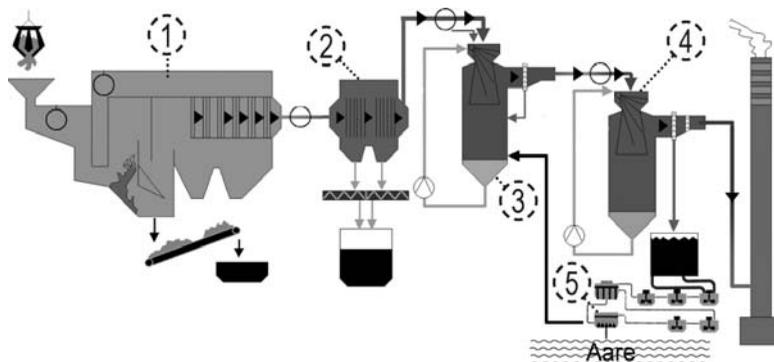


Abb.4: Schematisierte Darstellung einer Kehrrechtverbrennungsanlage (1: Verbrennungsanlage, 2: Elektrofiter, 3: HCl-Wäscher, 4: SO₂-Wäscher, 5: Abwasserreinigungsanlage, 6: DeNOx-Anlage)

gewaschen. Das Stickoxid ist in wässrigen Medien nicht löslich, weshalb es die Reinigungsstufen unverändert passiert. Deshalb wurde 1999 eine Entstickungsanlage gebaut (siehe Abb. 4; (6)). Durch das Eindüsen von Ammoniak wird das Stickoxid in die natürlichen Bestandteile Stickstoff (N₂) und Wasserdampf umgesetzt. Der Katalysator Titandioxid bewirkt diesen chemischen Vorgang. Mit dieser letzten Massnahme werden alle gesetzlich vorgegebenen Grenzwerte für die Emission von Rauchgasen erfüllt und in mehreren Fällen sogar um ein Vielfaches unterschritten.

Energieverwertung

Die beiden alten Ofenlinien aus dem Jahre 1973 wurden 1994 durch eine neue Ofenlinie mit Wärmeverwertung ersetzt. Die Ziele waren die langfristige Sicherstellung der benötigten Verbrennungskapazität und die Nutzung der Verbrennungswärme.

Heisser Wasserdampf wird als Fernwärme an grössere Bezüger wie das Kantonsspital und die Firma Chocolat-Frey geliefert. Ein weiterer Teil des Wasserdampfes wird mit Hilfe einer Dampfturbine und eines Generators zur Produktion von Strom genutzt.

Im Jahr 1999 wurden neben der Deckung des Stromeigenverbrauchs ca. 45 000 MWh ans Netz abgegeben. Dies entspricht dem Stromverbrauch einer Gemeinde von ca. 6000 Einwohnern. Zusätzlich wurden 66 000 MWh Fernwärme verkauft, dadurch können jährlich ca. 6000 t Erdöl eingespart werden.

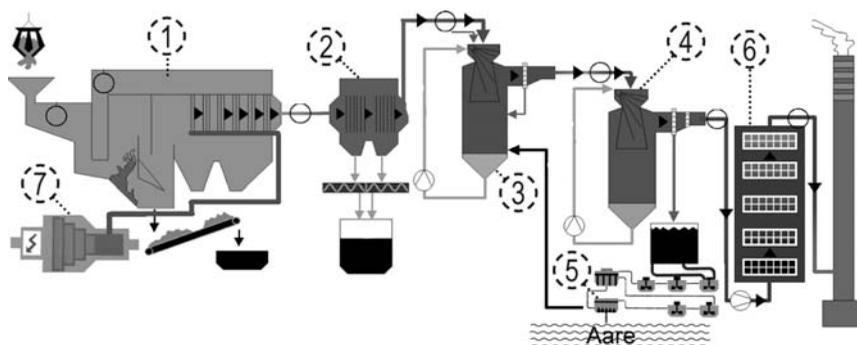


Abb.5: Schematisierte Darstellung einer Kehrichtverbrennungsanlage
 (1: Verbrennungsanlage, 2: Elektrofilter, 3: HCl-Wäscher, 4: SO₂-Wäscher, 5: Abwasserreinigungsanlage, 6: DeNO_x-Anlage, 7: Dampfturbine/Strömgenerator)

Ersatz der alten Ofenlinie (Baujahr 1984)

Die KVA Buchs plant 2013 eine neue Ofenlinie in Betrieb zu nehmen, welche die Ofenlinie aus dem Jahr 1984 ersetzt. Diese wurde altershalber nach einer Zustandsanalyse im Jahre 2002 saniert, damit konnte der Betrieb dieser Anlage um zehn Jahre verlängert werden. Die neue Ofenlinie wird konventionell mit Rostfeuerung, Elektrofilter und erneuertem Rauchgaswäscher gebaut. Thermische Anlageteile werden umgebaut und weitere Anlagen wie beispielsweise die Ballenpresse oder die Sperrgutschere ersetzt.

Diese Ofenlinie bietet verschiedene umweltrelevante Verbesserungen. Zum einen soll die Energieeffizienz gesteigert werden, sodass bei gleich bleibender Fernwärmeabgabe pro Jahr 20'000 MWh Strom mehr produziert werden können. Zum anderen werden bei den Kälteanlagen FCKW-freie Kältemittel eingesetzt. Die Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) zerstören die schützende Ozonschicht in der Stratosphäre.

Zusätzlich wird eine Quecksilberabscheidungsanlage eingebaut, welche restliches Quecksilber aus dem Waschwasser entfernt.

Was bringt die Zukunft

Die Qualität des Abwassers entspricht den gesetzlichen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung.

Die Abluft erfüllt die gesetzlichen Anforderungen der Luftreinhalteverordnung, wobei in einigen Fällen die Gehalte der Schadstoffe um ein Mehrfaches tiefer liegen als die vorgegebenen Grenzwerte.

Bei der Schlacke ist das Recycling von Stoffen wie Eisen und Buntmetallen Stand der Technik, aber die Feinauftrennung in ihre Reinstoffe oder Stoffklassen für die Wiederverwertung bildet ein grösseres Verbesserungspotential. Dieser Bereich wird in der Schlackendeponie Seckenberg bei Frick optimiert.

Mit freundlicher Unterstützung von Herrn Hans Suter, Geschäftsleiter KVA Buchs

R.B., I.v.R., A.Z., F.W.

Dr. Rafael Abela, Projektleiter SwissFEL „Photonics und Experimente“ am PSI in Villigen, im Gespräch mit Annemarie Schaffner

Ich schäme mich fast ein bisschen: Da haben wir doch in der letzten Vorstandssitzung das Interview für das vorliegende ANG-Bulletin besprochen – mit wem, worüber –, und ich habe mich gegen den Vorschlag gewehrt, über das grosse Zukunftsprojekt SwissFEL zu schreiben. Ich fühlte mich überfordert und hatte keine Lust, mich mit High-Tech abzumühen. Viel lieber wollte ich über einen Schnecken-Spezialisten berichten; als Biologin liegen mir diese Tierchen zwar nicht in jedem Fall am Herzen, aber doch viel näher als Strahlen, Magnete, Schaltungen und Kabelbündel. Am anderen Morgen las ich dann in der Zeitung von der Einweihung des ersten Teilstücks des SwissFEL. Ich sah, wie hoch aktuell das Thema ist, und fand es nicht mehr so abwegig. Und nach dem Nachmittag im PSI war ich begeistert: Wenn ich Ihnen von dieser "Wundermaschine" und ihren Möglichkeiten nur annähernd so gut berichten kann, wie sie mir von Dr. Rafael Abela erklärt wurde, bin ich sehr zufrieden. Die Schnecken müssen warten.

A.S. Herr Abela, zunächst möchte ich wissen, wie Sie zu diesem Grossprojekt, dem Freie-Elektronen-Röntgenlaser SwissFEL, gekommen sind.

R.A. Ich wurde 1951 in La Paz, Bolivien, geboren, machte das Abitur in Spanien, studierte Physik in Karlsruhe und schrieb dort meine Dissertation in Teilchenphysik. Für die nötigen Experimente ging ich ans damalige SIN – heute PSI – und bin dann geblieben, da ich mich hier sehr gut entfalten und einen Beitrag zur Forschung leisten konnte.

A.S. Der SwissFEL hat eine kleine Schwester, die Synchrotron Lichtquelle Schweiz SLS, an deren Entwicklung vor bald 20 Jahren Sie massgeblich beteiligt waren. Warum genügt die SLS nicht mehr? Braucht es schon wieder "etwas Neues"?

R.A. Es ist nicht so, dass die SLS nicht mehr genügt; sie wird weiterhin im Einsatz sein. Die Forschung an ihr ist sehr gefragt, aber ihre Lichtimpulse erlauben auf molekularer Ebene nur Einzelbilder, vergleichbar mit einer langsamen Abfolge von Dias. Mit dem SwissFEL, der in der gleichen Zeit viel mehr Bilder erzeugt, bekommen wir einen "Film", mit dem wir z. B. chemische Reaktionen direkt verfolgen können; wir können sehen, wie Bindungen gelöst und neue gebildet werden. Da

solche Prozesse ultraschnell ablaufen, brauchen wir entsprechend ultrakurze Blitze. Verglichen mit einer normalen Kamera hat der SwissFEL eine Belichtungszeit, die eine Milliarde Mal kürzer ist.

A.S. Kann sich die Schweiz derartige Grossprojekte überhaupt leisten?

R.A. Sie muss es tun, wenn sie wie bisher in der Spitzenforschung mithalten will. Weltweit werden in nächster Zeit drei grosse Anlagen nach dem Prinzip des FEL gebaut, in den USA, in Japan und in Deutschland, mit Kosten von je über einer Milliarde Franken, wie die Anlage in Hamburg. Der SwissFEL ist kompakter und wird etwa 275 Mio. kosten, was rund einem Jahresbudget des PSI entspricht. Kompakt heisst, dass wir uns auf fünf ausgewählte Forschungsgebiete beschränken; wer z.B. Atom- oder Molekülphysik machen will, wird an die Anlage in den USA oder in Hamburg gehen müssen. Kompakt heisst auch, dass der Linearbeschleuniger nur 700 m lang sein wird im Gegensatz zu 3.4 km in Hamburg.

A.S. Welches sind diese fünf Gebiete?

R.A. In der Materialwissenschaft suchen wir nach Stoffen mit neuen Eigenschaften, z.B. Halb- und Supraleitern. Von Untersuchungen des Magnetismus versprechen wir uns hoch verdichtete und schnelle Datenspeicher und Schaltelemente für die Informationstechnologie der nächsten Generation. In der Strukturbioologie erforschen wir Bestandteile der Zelle, vorab die Proteine der Zellmembran. Mit Bio Imaging werden biologisch wichtige Strukturen abgebildet. Auch davon können Medizin und Chemie profitieren. Und schliesslich die Katalyse und Reaktionschemie, die mich selber sehr interessiert. Der Grossteil der chemischen Reaktionen in Natur und Technik wird durch Katalysatoren beschleunigt oder sogar erst ermöglicht. Wenn wir verstehen, wie Ausgangsstoffe und Katalysator miteinander reagieren, können wir Energie und Ressourcen sparen.

A.S. 2016, also in sechs Jahren, soll der SwissFEL in Betrieb genommen werden. Wie muss ich mir die Entwicklung eines solchen Projektes vorstellen?

R.A. Es ist meine Erfahrung, dass es etwa alle 15 Jahre die Forschung so weit gediehen ist, das es ein neuartiges Grossgerät braucht, um auch weiterhin die aktuellen Fragen der Wissenschaft beantworten zu können. Wir wissen: Neues kommt bestimmt. Wenn wir ans Planen gehen, sind die zwei wichtigsten Fragen "Was ist technisch möglich?" und "Was wird wissenschaftlich relevant sein?" Der SwissFEL ist die logische Fortsetzung der SLS. Also, zuerst kommen die Diskussionen mit akademischen Gruppen, um neue Ziele zu definieren, dann erfolgen die

technischen Diskussionen, die Überprüfung der Machbarkeit, die Einbettung in die „Forschungslandschaft“ und nicht zuletzt der Umfang des Projektes.

A.S. Wer wird den SwissFEL benutzen?

R.A. Er wird Forschenden aus der ganzen Welt zur Verfügung stehen. Die Abmachung ist so – das gilt auch für Schweizer, die an ausländischen Anlagen arbeiten –, dass die Benutzung kostenlos ist, sofern die vorgeschlagenen Experimente durch eine internationale Expertengruppe evaluiert wurden und die Ergebnisse veröffentlicht werden. Diese Regeln gelten sowohl für Gruppen aus der Schweiz wie auch aus dem Ausland. Er steht aber auch der Industrie zur Verfügung, allerdings nicht gratis, wenn die Ergebnisse nicht veröffentlicht werden.

A.S. Ich darf mit Ihnen jetzt noch einen Rundgang durch das Gebäude machen, in dem Elektronenquelle und Beschleuniger untergebracht sind. Dieser 60 m lange Koloss ist erst das "Test-Gebäude"? Der SwissFEL ist ja noch nicht gebaut?

R.A. Ja, das ist erst der Anfang; es ist der Prototyp, der später in die noch zu bauende Anlage übernommen wird. Ein so grosses Projekt wird



Abb. 1 Der vordere Teil des 60 m langen Baus mit Elektronenquelle, Beschleuniger und Magnetundulatoren

schrittweise realisiert.

A.S. Am 24. August wurde das Kernstück, die Elektronenquelle, eingeweiht; Bundesrat Didier Burkhalter drückte auf den Roten Knopf. Was hat er damit gemacht?

R.A. Er löste einen Laserpuls aus, der Elektronen aus einer Metallplatte ausschlug und sie als dicht gepackte Bündel in den Linearbeschleuniger schickte, dabei wurden die Elektronen auf hohe Energien gebracht. An den Beschleuniger werden in den nächsten zwei Jahren neue am PSI entwickelte Technologien ausprobiert, unter anderem werden Magnetundulatoren angeschlossen, die aus über 25'000 Magneten bestehen und die Elektronen auf eine schlangenförmige Bahn zwingen. Durch die Ablenkungen wird Licht erzeugt, das sich im sehr langen Undulator „lawinenartig“ verstärkt, so dass zuletzt bis zu 5 Billionen Photonen pro Puls abgestrahlt werden, die den einzigartigen intensiven FEL-Strahl ausmachen.

A.S. Es ist unglaublich: Was hier in zwei Händen Platz hat, soll das Herz einer 700 m langen Grossanlage sein!

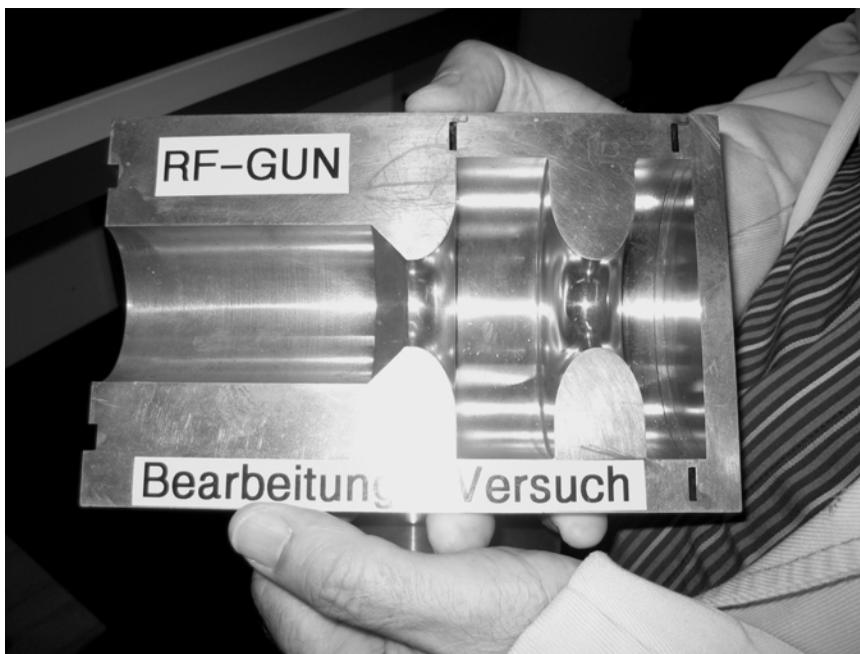


Abb. 2 Aufgeschnittenes Modell der Elektronenkanone mit der Elektronenquelle am rechten Bildrand

R.A. Und doch ist es so; es ist ein Meisterstück der Metallbearbeitung. Diese Kupferstrukturen werden mit einer sehr hohen Präzision im Mikrometerbereich hergestellt und mit einem speziellen Verfahren zusammengefügt. Von links kommen die Laserpulse; die Metallplatte rechts ist die Elektronenquelle, die nach links Elektronen in den Beschleuniger schickt. Die Elektronenabgabe erfolgt 100 Mal pro Sekunde. Was man noch sieht, sind die ersten Beschleuniger-Kavitäten, deren Aufgabe ist, die Elektronenbündel schrittweise auf die erwünschte Energie zu bringen.

Im Beschleuniger erreichen die Elektronen fast Lichtgeschwindigkeit, bevor sie zu den Undulatoren gelangen. Geforscht wird im letzten Teilstück des SwissFEL.



Abb. 3 Der Blick auf die Beschleunigerstrecke. Dr. Rafael Abela zeigt die Stelle, wo die Elektronenkanone eingesetzt ist.

A.S. Warum wird der SwissFEL eigentlich auf der anderen Seite der Aare in Würenlingen gebaut?

R.A. Die geologischen Bedingungen sind da viel günstiger; der Boden ist eben und hat einen stabilen Untergrund.

A.S. Und wo stehen Sie jetzt? Wie geht es weiter bis 2016?

R. A. Nun warten wir auf die Bewilligung des Parlamentes und parallel dazu auf die Baubewilligung von Würenlingen. Nachdem die Anlage grössten-teils in den Boden verlegt wird, ist auch der Natur- und Landschaftsschutz einverstanden. Und jetzt wird Geld gebraucht für den Bau: Das PSI und der Kanton Aargau beteiligen sich, und nächstes Jahr soll auch das Parlament in Bern über seinen Beitrag befinden.

A.S. Dann wünsche ich Ihnen und dem PSI, dass alles reibungslos über die Bühne geht!

Werden Sie ANG-Mitglied!

Die ANG ist eine der 29 kantonalen und regionalen Naturforschenden Gesellschaften unter dem Dach der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT 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 Wechelausstellungen und weiteren Anlässen des Naturama.

Gute Gründe noch heute ANG-Mitglied zu werden!

Sie können Ihren Beitritt auch per E-Mail an den Präsidenten erklären.

Stephan Scheidegger, praes@ang.ch

Aargauische Naturforschende Gesellschaft

Postfach 2126, 5001 Aarau

Beitrittserklärung ANG

Der/die Unterzeichnete wünscht ANG-Mitglied zu werden.

Name / Vorname: _____

Beruf, Jahrgang: _____

Adresse: _____

PLZ / Ort: _____

E-Mail: _____

Datum: _____ Unterschrift: _____