



Bulletin 2/2007

- * Editorial
- * Neuer Direktor im Naturama
- * Neue Sauriergrabungen in Frick
- * Tesla-Transformator -
Maturarbeitsprojekte im Tesla-Jahr
- * Wettbewerb der besten aargauischen
Maturitätsarbeiten 2007
- * Skorpione, Wespenspinnen und
Gottesanbeterinnen
- * Interview

Vortragsprogramm
Winter 2007/08

Die ANG ist Mitglied der

sc | nat 

Swiss Academy of Sciences
Akademie der Naturwissenschaften

Vorstand 2007/2008

Präsidentin

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

Vizepräsident

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

Aktuar

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

Kassier

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

Vortragsprogramm

Gerold Brändli, Schanzmättelistr. 27, 5000 Aarau

Beisitzer

Rainer Foelix, Segesserweg 8, 5000 Aarau

Peter Wyss, Rütliweg 3, 5000 Aarau

Markus Meier, Schanzmättelistr. 37, 5000 Aarau

Flavio Rohner, Gehrenholzstr. 20, 8055 Zürich

Stephan Scheidegger, Zugerstr. 20, 8917 Oberlunkhofen

Martin Valencak, Missionsstr. 30, 4055 Basel

Mitglieder Stiftungsrat Naturama

Annemarie Schaffner, Hans Moor

Senatsmitglied SCNAT

Annemarie Schaffner, Ersatz: Gerold Brändli

Bibliothek und Lesekreis

Annemarie Holliger, Buchenweg 8, 5036 Oberentfelden

Impressum

ANG-Bulletin 2/2007 11. Jahrgang



Auflage: 420 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 1/2008:

20. Januar 2008

Editorial

„Sage es mir, und ich werde es vergessen, zeige es mir, und ich werde mich daran erinnern. Beteilige mich, und ich werde es verstehen.“ Diese alte Weisheit von Lao-tse ist heute genau so aktuell wie vor über 2000 Jahren und sollte an jeder Schulzimmertüre hängen. Mit den beiden Naturwissenschaftlern Heinz Blatter und Erich Bühlmann habe ich einen äusserst anregenden Interview-Nachmittag erlebt: Bildung, Können, Wissen-Vermitteln, Begeistern. Wie? Wozu? Wann? Hindernisse und mögliche Lösungsansätze. Nach dem anregenden Nachmittag dann die Knochenarbeit: Was kann ich ins Interview aufnehmen, ohne dass das Bulletin überquillt? Wie bringe ich einen roten - oder wenigstens rosaroten - Faden hinein? Dabei war die ursprüngliche Frage eine ganz andere: „Stimmt es, dass immer weniger naturwissenschaftliche Maturitätsarbeiten geschrieben werden?“ Wenn Sie im Beitrag über unseren Wettbewerb die Preisträger durchgehen, stellen Sie fest, dass das für dieses Jahr nicht gilt: Drei der fünf prämierten Arbeiten kommen aus der Mathematik oder aus der Informatik! Andererseits - für mich ein Wermutstropfen - fristet die Biologie ebenso wie Chemie und Physik ein Randdasein. Ein wichtiges Fazit aus unserem Gespräch war, dass der Maturitätswettbewerb eine ganz tolle Sache ist, aber zu spät kommt, um Interesse und Begeisterung für Naturwissenschaften zu **wecken**. Wir müssen viel früher ansetzen, wenn im Gymnasium mehr entsprechende Arbeiten geschrieben werden sollen. Ein kürzlich in der Gratiszeitung *Cash daily* erschienener Artikel bestätigt das: Bildungsinstitute wollen an den Pädagogischen Hochschulen Technikwochen einführen und mit neuen Lehrmitteln das Technikverständnis schon auf Primarschulstufe fördern.

Im letzten Bulletin haben Sie Leonhard Euler kennen gelernt, dessen 300. Geburtstag wir in diesem Jahr feiern. Auch der Jahreskongress der SCNAT in Basel war diesem Universalgenie gewidmet. In diesem Bulletin finden Sie einen Beitrag über Nikolai Tesla, der vor 150 Jahren geboren wurde. Er ist weniger bekannt als sein weltberühmter Kollege, hat sich aber in vielen seiner Erfindungen auf Euler abgestützt. Der Artikel schlägt den Bogen zu den Matu-

ritätsarbeiten, denn an der Kanti Wohlen wurde und wird mit dem Tesla-Transformator experimentiert.

Wussten Sie, dass Skorpione in der Nacht leuchten, wenn sie mit UV-Licht angestrahlt werden? Kennen Sie die neuesten Saurierfunde aus Frick? Dazu zwei Beiträge.

Ich lege Ihnen unser Vortragsprogramm ans Herz - zum Heraustrennen in der Mitte des Heftes - und hoffe, Sie bei diesen Gelegenheiten möglichst oft anzutreffen.

Einen sonnigen Herbst wünscht Ihnen

Annemarie Schaffner, Präsidentin



Bildquelle: <http://www.snowcrystals.com>

Neuer Direktor im Naturama

Nach fast 10-jähriger erfolgreicher Tätigkeit am Naturama Aargau hat Ueli Halder im letzten Juli sein Amt als Museumsdirektor an seinen Nachfolger Herbert Bühl übergeben.

Herbert Bühl stammt aus Schaffhausen und hat an der ETH Zürich Naturwissenschaften studiert. Dort hat er 1980 mit dem Diplom in Erdwissenschaften (Hauptfach Petrographie) abgeschlossen und im anschliessenden Ergänzungsstudium Geographie auch



das Diplom für das Höhere Lehramt erworben. Beruflich war er sowohl als Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der ETH (Mineralogie, Petrographie, Bodenkunde) tätig, als auch in der freien Wirtschaft als Geologe bei der Dr. von Moos AG in Zürich. Zwischen 1990 und 2000 war Herbert Bühl Projektleiter und Mitglied der Geschäftsleitung der Oekogeo AG in Schaffhausen, bevor er dort für 5 Jahre als Regierungsrat das Departement des Inneren übernahm. Danach folgten mehrere Jahre Beratungstätigkeit und Organisationsentwicklung im Gesundheits- und Sozialwesen in verschiedenen Kantonen, bevor er 2007 als Direktor des Naturamas Aargau gewählt wurde. Entscheidend für seine Wahl war sicher seine breite Berufserfahrung, angefangen von der ETH über Erfahrungen in Ingenieurbüro, Management, Bildungsbereich und nachhaltiger Entwicklung.

Im Naturama wird es nun darum gehen, aus der Pionierphase des Aufbaues in die Konsolidierungsphase des Dauerbetriebes überzugehen. Dabei wird eines der ersten Anliegen Herbert Bühls die finanzielle Absicherung des Betriebes sein (z.B. Sponsoring, Controlling, etc.). Er ist froh, dass ein eingespieltes und motiviertes Naturama-Team zu seiner Verfügung steht um ihn dabei zu unterstützen. Inhaltlich will er im Naturama aktuelle Themen aufgreifen, welche langfristige Auswirkungen haben. Beispielsweise die heutigen Energiefragen oder konkret die künftige Erdöl-Problematik - wir wünschen ihm und dem ganzen Naturama hierzu jede Menge eigener Energie!

Rainer Foelix

Neue Sauriergrabungen in Frick

Seit 1960 ist die Tongrube Gruhalde in Frick als Saurierfundstelle bekannt, vor allem für Skelettreste von Plateosauriern. In all den Jahren wurden nur relativ wenige systematische Grabungen durchgeführt. Häufiger stösst man mehr oder minder zufällig auf Saurierknochen, wenn sie beim fortschreitenden Abbau in der Grube oberflächlich zu Tage treten. In solchen Fällen ist dann jeweils rasch zu entscheiden, in welchem Umfang solche Knochen zu bergen sind - eine Aufgabe, mit der sich die Saurierkommission Frick seit einigen Jahren intensiver auseinandersetzt. Akut wurde dieses Problem besonders im letzten Jahr, als es sich nicht um „gewöhnliche“ Plateosaurierreste handelte, sondern um Knochen von Raubsauriern, von denen bisher nur isolierte Zähne bekannt waren. In einer rasch organisierten Notgrabung wurden etliche gut erhaltene Raubsaurierknochen geborgen, die inzwischen am Paläontologischen Institut der Universität Zürich wissenschaftlich ausgewertet werden.

Bei dieser Grabung war man aber auch auf weitere Plateosaurierreste gestossen und so ergab sich zwangsläufig die Frage, wie man es erreichen könne, dass beim kommerziellen Abbau in der Tongrube mögliche Saurierfunde mitberücksichtigt würden. Nach Rücksprache mit der Tonwerke Keller AG einigte man sich auf einen guten Informationsaustausch, so dass möglichst frühzeitig bekannt ist, wann und wo die fossilführende Saurierschicht innerhalb der Oberen Bunten Mergel abgebaut wird. Idealerweise sollten beim Abbau Fachleute vor Ort sein, um einzugreifen, wenn man auf Saurierknochen stossen sollte. Noch besser wäre es, wenn bereits vor dem maschinellen Abbau Sondiergräben angelegt würden, d.h. ein sorgfältig geplantes und dokumentiertes Abtragen der eig. „Saurierschicht“ erfolgen würde.

Nun hatte es sich Anfang dieses Jahres ergeben, dass sowohl Paläontologen der Universität Bonn (Prof. M. Sander) als auch das Naturalis-Museum in Leiden (Holland) an einer wissenschaftlichen Grabung interessiert waren. Entsprechend wurde für Mai 2007 auf einer Fläche von 400 m² eine systematische Abtragung unter der Leitung von Dr. Ben Pabst (Zürich) geplant. Gerade zum Zeitpunkt als diese Grabung begonnen wurde, stiess man am etwa 1 km ent-

fernten Frickberg beim Bau eines Einfamilienhauses auf Plateosaurierreste. Dieses Dilemma wurde von Ben Pabst und seiner Kollegin Esther Premru dann so gelöst, dass man parallel an beiden Orten gegraben hat (zusammen mit 6 Studenten sowie 4 Mitgliedern des Geologisch-Paläontologischen Arbeitskreises Frick).

Am Frickberg hat man innerhalb von 3 Wochen (mit wohlwollendem Einverständnis des Hausbesitzers) über 300 Einzelknochen bergen können, die vermutlich von einem Tier stammen. Von einem zweiten Tier hat man ein Fuss- und zwei Handskelette gefunden, deren Knochen noch zusammen hängend waren. Solch gelenkig verbundene („artikulierte“) Skeletteile sind recht selten und deshalb wissenschaftlich von Bedeutung. Aus der Grösse und Anordnung der Einzelteile lassen sich funktionelle Schlüsse ziehen, etwa ob und wie die Finger resp. Zehen zum Greifen oder Graben eingesetzt wurden.



Artikuliertes Handskelett eines Plateosaurus aus Frick
- beachte die grosse Daumenkralle.

In der Tongrube Gruhalde wurden ebenfalls Reste von zwei Plateosauriern gefunden, auch dort waren die Handknochen artikuliert, sowie ein Bein mit Schwanzwirbelsäule. Obwohl leider kein Schädel frei gelegt werden konnte, sind die übrigen Knochen doch bemerkenswert, weil sie relativ gross sind und auf eine Körperlänge von 7-8 m Länge schliessen lassen - bislang die grössten Plateosaurier, die man in Frick gefunden hat.

Die Bedeutung von Plateosaurus liegt vor allem darin, dass er als Triasfossil wesentlich älter ist (ca. 210 Mio Jahre) als die bekannteren Dinosaurier der Jurazeit. Er gehört zu den sog. Prosauropoden, die an der Wurzel der Dinosaurier-Entwicklung stehen. Je reichhaltiger das Fundmaterial von Plateosaurus ist, desto genauere Aussagen lassen sich über die funktionelle Anatomie und die mögliche Lebensweise dieser ursprünglichen Saurier machen. Die ausgezeichnete Erhaltung der Fricker Saurierknochen ermöglicht auch detaillierte Untersuchungen über Wachstum und Stoffwechsel dieser Tiere - Fragen, mit denen sich der Bonner Paläontologe Martin Sander und sein Team seit Jahren beschäftigen. Plateosaurier-Knochen, die nicht direkt für Ausstellungszwecke im Fricker Sauriermuseum oder im Naturama Aargau benötigt werden, stehen deshalb für entsprechende wissenschaftliche Studien zur Verfügung.

Rainer Foelix

Sa 27.10.07, Exkursion ins Sauriermuseum nach Frick

Führung durch Rainer Foelix

Treffpunkt 14:00 Uhr beim Bahnhof Frick,

www.sauriermuseum-frick.ch,

Kosten: Museumseintritt

Tesla-Transformator - Maturarbeitsprojekte im Tesla-Jahr

Prolog

Leonhard Euler würde 2007 seinen 300. Geburtstag feiern. Daran wird mit einem Eulerjahr erinnert. Zweifellos zählt Euler zu den wohl grössten Vertretern der Wissenschaft. Das 150-Jahre Jubiläum von Nikolai Tesla im Jahr 2006 hat etwas weniger Aufsehen erregt. Euler und Tesla gemeinsam ist aber, dass beide umtriebige Denker waren, welche sich mit vielen verschiedenen Fragen auseinander setzten. Die Verdienste von Tesla sind vielleicht von weniger fundamentaler Bedeutung. In der Technik jedoch hat er bleibende Spuren hinterlassen. So beschäftigte er sich, unterstützt von Westinghouse, mit der Wechselstromtechnik und trieb die Entwicklungen auf diesem Gebiet voran. Tesla überlegte sich, wie die damals üblicherweise mit Gleichstrom betriebenen Elektromotoren auf Wechselstrom umgestellt werden könnten. Der Physikprofessor Jakob Pöschl soll gesagt haben: „Herr Tesla mag grosse Dinge erreichen, aber gewiss wird er nie diesen Motor erfinden“. Diese Worte müssen Tesla sehr motiviert haben, denn er hat diesen Motor erfunden! Der 1856 in Smiljan (Kroatien) geborene Tesla hat über 100 Erfindungen zum Patent angemeldet.

Im Folgenden wird ein Projekt vorgestellt, welches im Rahmen von Projekt- und Maturarbeiten an der Kantonsschule Wohlen bearbeitet wurde. Dieses Projekt beruht sowohl auf den Erkenntnissen von Euler als auch auf denen von Tesla.

Einleitung

Ein spektakuläres Experiment ist der von Nikolai Tesla entworfene Tesla-Transformator. Der Tesla-Transformator ist eine spezielle Variante eines Hochfrequenz-Transformators. Er dient der Erzeugung hoher Spannungen oder Ströme. Es werden elektrische Spannungen im Bereich von einigen 100 kV bis mehreren MV erreicht. Die technischen Anwendungen der ursprünglichen Variante halten sich allerdings in Grenzen. Typische Anwendungen von teilweise modifizierten Tesla-Transformatoren sind Hochspannungstests für Isolatoren. In der Medizin wird er zur Erzeugung Joulescher Wärme

genutzt. Die dafür benötigten Wechselströme mit hoher Frequenz (typischerweise 50 - 500 kHz) bilden keine Ionen in den Zellen. Zellschäden durch Elektrolyse-Produkte bleiben deshalb aus. Des Weiteren beeinflussen diese Hochfrequenzströme kritische Gewebe, wie Muskeln, Herz und Nerven kaum [Bre04] - ein Umstand, der manchmal für spektakuläre Shows ausgenutzt wird.

Als Gegenstand von Matur- und Projektarbeiten bietet der Tesla-Transformator aber interessante Möglichkeiten. Praktisch alle Komponenten einer solchen Anlage können mit einfachen Mitteln selbst gebaut werden. Die flexible Anlage an der Kantonsschule Wohlen bietet reichlich Gelegenheit für verschiedene Experimente. Zudem wurde eine Computersimulation entwickelt [Sdg07], welche zur Optimierung der Anlage eingesetzt werden kann. Für Schülerinnen und Schüler bietet sich die Gelegenheit, im Rahmen einer Projekt- oder Maturarbeit verschiedene Methoden und Arten des wissenschaftlichen Arbeitens zu erlernen - etwas, das bei vielen Maturarbeitsprojekten nicht der Fall ist!

Grundsätzlich kann ein Tesla-Transformator als dynamisches System betrachtet werden, das aus zwei gekoppelten Schwingkreisen besteht [Den01]. Dieses lässt sich mittels Computer numerisch simulieren. Die Grundlage für die Computersimulation basiert auf einer Idee von Euler: Die Differentialgleichungen, welche das System beschreiben, können als Differenzgleichungen formuliert und durch schrittweise Berechnung gelöst werden. Im Verlauf der Zeit wurde das nach Euler benannte Verfahren verbessert, um mit weniger Rechenschritten genauere Resultate zu erhalten. Doch auch verfeinerte Methoden, wie das Runge-Kutta-Verfahren, basieren auf der Idee Eulers. Für den Unterricht kann ein Euler-Verfahren wegen seiner Einfachheit als Einstieg in die Theorie der Simulation dynamischer Systeme gewählt werden. Darin ist denn auch die Bedeutung der Methode zu sehen: Der Schülerschaft wird der Zugang zum Verständnis von Computersimulation und Modellrechnung ermöglicht, auch wenn aus Gründen der Rechengenauigkeit ein Runge-Kutta-Verfahren gewählt wird.

Aufbau der Experimentieranlage und die Simulation des Tesla-Transformators

Transformatoren sind Spannungswandler. Das Grundprinzip beruht auf der Erzeugung eines wechselnden magnetischen Feldes durch eine Primärspule, welches in einer Sekundärspule eine Spannung induziert. Das Verhältnis der Spannungen von Primär- zu Sekundärseite ist bei einer sinusförmigen Wechselspannung im Bereich von 50 Hz durch das Verhältnis der Windungen von Primär- und Sekundärspule gegeben. Werden hohe Spannungen auf der Sekundärseite angestrebt, so sind ein grosses Windungsverhältnis und eine möglichst hohe Spannung auf der Primärseite günstig. Dabei ergibt sich folgendes grundlegendes Problem: Die erreichbare Spannung hängt von der Frequenz der Wechselspannung und der Anzahl Windungen der Primärspule ab. Soll auf der Sekundärseite die Windungszahl nicht 105 übersteigen, muss auf der Primärseite mit wenigen Windungen und bei entsprechender Spannung mit hoher Leistung (hohen Stromstärken) gearbeitet werden, was direkt Auswirkungen auf die thermische Belastung und somit auch die Dimensionen des Transformators hat. Durch die Erhöhung der Frequenz kann der induktive Widerstand auf der Primärseite bei konstanter Windungszahl erhöht werden. Dies erlaubt das Erreichen höherer Spannungen mit kleineren Transformatoren.

Der Tesla-Transformator ist eine extreme Variante eines Hochfrequenztransformators. Der klassische Aufbau eines Tesla-Transformators besteht aus einem Kondensator und einer Primärspule mit wenigen Windungen und ohne Spulenkern (Luftspule). Spule und Kondensator können einen Schwingkreis bilden. Die Schwingungen in diesem Stromkreis besitzen eine hohe Frequenz (typischerweise im Bereich 50 - 500 kHz) und können in einer Sekundärspule hohe elektrische Spannungen induzieren [Obe95]. Dabei ist das Windungsverhältnis ausschlaggebend für die Höhe der Sekundärspannung - dies allerdings, weil Primär- und Sekundärspule am besten koppeln, wenn Resonanz erreicht wird ([Den01]; [Bre04]). Entscheidend für das Resultat sind eine Reihe von Faktoren, welche zur Resonanz und Dämpfung im System beitragen. Auch die Art der

Anregung des Primärschwingkreises hat grossen Einfluss, wobei unterschiedliche Varianten zum Einsatz gelangen können. Der Aufbau der Anlage ist in Fig.1 gezeigt.

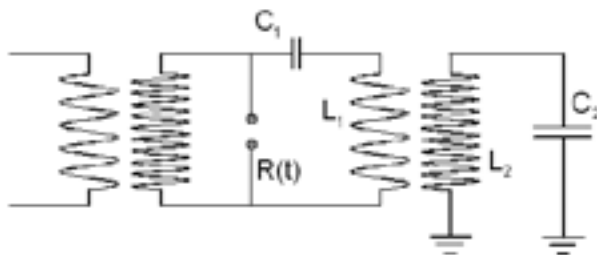


Fig.1. Aufbau eines Teslatransformators: Die Primärschule ist durch die Induktivität L_1 und die Sekundärschule durch L_2 bezeichnet, C_1 ist die Kapazität des Kondensators im Primärkreis und $R = R(t)$ stellt den elektrischen Widerstand dar, welcher vor allem mit der Funkenstrecke assoziiert ist.

Es wird hier von einer Anlage ausgegangen, welche mittels eines Netzfrequenz-Transformators (50 Hz) versorgt wird. Dieser lädt den Kondensator auf einen bestimmten Wert auf. Bevor die Spitzenspannung (ca. 15 - 18 kV) überschritten wird, zündet die Funkenstrecke und der Kondensator entlädt sich blitzartig, was zu einer entsprechend schnellen Änderung des Stromflusses durch die Primärschule des Tesla-Transformators führt. Damit ändert sich auch das magnetische Feld, welches die Sekundärschule durchfließt. Somit wird in der Sekundärschule eine elektrische Spannung induziert. Die Höhe dieser Spannung im Sekundärkreis kann mittels den Kapazitäten und abgeschätzt werden [Sdg07]. Die Bewegung der elektrischen Ladungen lässt sich durch ein System von gekoppelten Differenzialgleichungen gut beschreiben ([Den01], [Sdg07]).

Die für die Maturarbeitsprojekte genutzte Anlage besteht in ihren wesentlichen Teilen aus einem Hochspannungs-Netztransformator, welcher den Primärkreis versorgt, einer Funkenstrecke, einem Hoch-

spannungskondensator und zwei ineinander gestellten Luftspulen (Fig.2). Eine detaillierte Beschreibung der Anlage ist zu finden in Scheidegger et. al. [Sdg07].

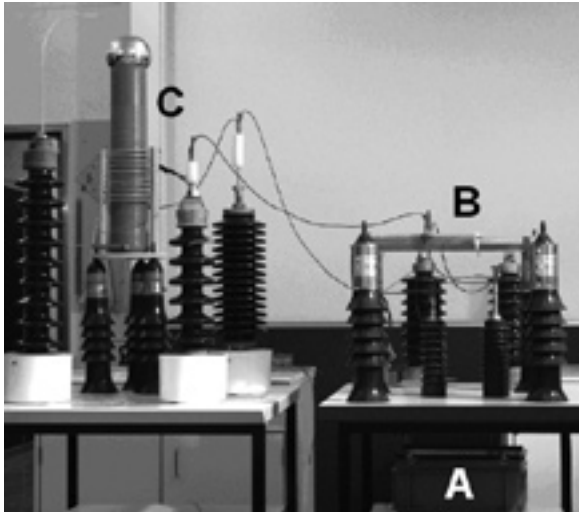


Fig.2

Aufbau der Experimentieranlage: Die Anlage besteht im Wesentlichen aus dem Netztransformator (A), der Kondensatoreinheit mit Funkenstrecke (B) und den ineinander liegenden Luftspulen mit terminaler Konduktorkugel (C).

Die Ausgangsgröße für die Simulation bildet die elektrische Ladung Q . Die Änderung der Ladung wird durch ein Differentialgleichungssystem beschrieben, welches numerisch mit einem Runge-Kutta-Verfahren gelöst wird [Sdg07]. Für die Simulation wurde in diesem Projekt die Simulationssoftware Vensim verwendet. In einem ersten Schritt wurde das Computermodell anhand von Vergleichsdaten verifiziert.

Experimentelle Messungen und Optimierung

Da zum Zeitpunkt dieser Arbeit kein Gerät für die Messung der Sekundärspannung zur Verfügung stand, wurde zur Abschätzung der Spannung die bei den Experimenten beobachteten Funkenlänge an der Sekundärfunkenstrecke verwendet. Die Abschätzungen ergaben elektrische Spannungen zwischen ca. 156 und 208 kV.

Mittels Computersimulation wurden verschiedene Optimierungen der Anlage durchgerechnet. So würde eine bessere Kopplung zwischen Primär- und Sekundärkreis zu einer deutlich höheren Sekundärspan-

nung von ca. 700 kV führen. Das entsprechende Resultat für die Sekundärspannung ist in Fig.3 dargestellt. Die Schwingungsbüauche in Fig.3 sind Resultat eines Hin- und Herpendelns der elektrischen Energie zwischen Primär- und Sekundärkreis. Die hohe Spannung würde allerdings die Isolierfähigkeit des Transformators weit übersteigen. Bereits bei der gemessenen Spannung traten vereinzelt Überschlüge an der Spule auf.

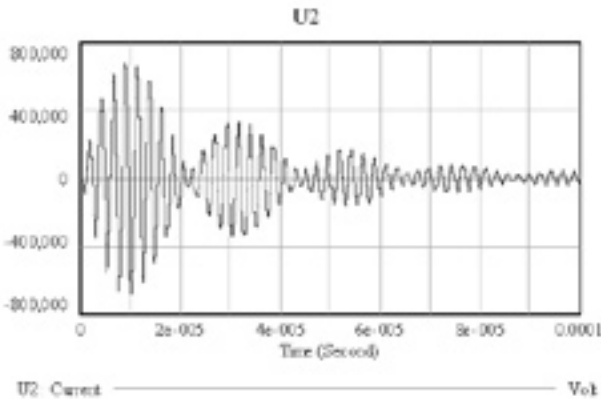


Fig.3. Zeitlicher Verlauf der Sekundärspannung mit einer hypothetischen Kopplungsinduktivität von 100 mH in der Simulation: Gerechnet mit Runge-Kutta-Verfahren, $\Delta t = 0.2 \cdot 10^{-9}$ s.

Optimierungsmöglichkeiten ergeben sich durch die Anpassung der Kapazitäten im Primär- und Sekundärkreis. Im Sekundärschwingkreis kann diese vor allem durch die Modifikation der Konduktorkugel erreicht werden. Hohe Sekundärspannungen werden aber vor allem dann erreicht, wenn die Resonanzfrequenz des Sekundärkreises nahe derjenigen des Primärkreises liegt. Mit den Werten der Spule 1 (874 Windungen) wurden verschiedene Simulationen gerechnet, wobei die Sekundärkapazität variiert wurde. Die Sekundärspannung als Funktion von C2 zeigt Fig.4.

Die Kapazität der verwendeten Konduktorkugel liegt nur wenig unterhalb des Wertes, welcher für die maximale Spannung (178 kV bei 2.775 pF) notwendig wäre. Dies entspricht einer Frequenz von $\omega = 414.6$ kHz, was mit der berechneten Frequenz des Primärkreises von 413.9 ± 18.3 kHz recht gut übereinstimmt [Sdg07]. Somit steht die Simulation im Einklang mit der Theorie, welche die grösste Sekundärspannung bei gleicher Frequenz von Primär- und Sekundärkreis

voraussagt [Den01]. Aus Fig.4 folgt auch, dass die Anpassung der Sekundärkapazität lediglich eine Erhöhung der Sekundärspannung um 14% bringt.

Insgesamt sind die Möglichkeiten für eine Optimierung im Sekundärkreis gering, wenn man von der Herstellung einer neuen Sekundärspule absieht. Im Primärkreis hingegen ergeben sich zwei Ansatzpunkte. Einerseits kann die Kapazität des Primärkondensators

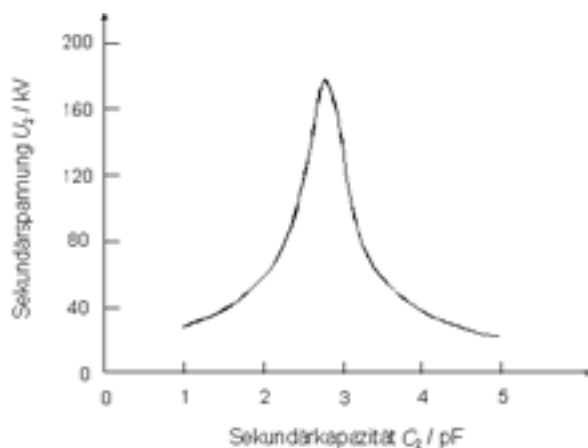


Fig.4. Sekundärspannung $U = U(C_2)$ als Funktion der Sekundärkapazität: Gerechnet (Computersimulationen) für Spule 1.

angepasst werden, andererseits lässt sich die Windungszahl der Primärspule durch die flexiblen Anschlüsse sehr einfach verkleinern. Wird mit den bestehenden Spulen gearbeitet, so sollten Sekundärspannungen im Bereich von 300 kV möglich sein. Die Simulation berechnet in diesem Fall immer noch Stromstärken von 1 - 2 A im Sekundärkreis. Somit sollten immer noch deutlich sichtbaren Entladungen auftreten. Erreicht werden könnte dies mit einem leitenden Torus, welcher eine deutlich kleinere Oberfläche besitzt als die Konduktorkugel.

Ausblick

Die Computersimulation mit Vensim führt zu Ergebnissen, welche sowohl mit der Theorie zum Tesla-Transformator als auch mit den experimentellen Messungen recht gut übereinstimmen. Es lassen

sich für die Optimierung eines Tesla-Transformators durch die Simulation konkrete Erkenntnisse gewinnen, auch wenn das in dieser Arbeit vorgestellte theoretische Modell einige Punkte nur rudimentär oder gar nicht berücksichtigt.

Für Projekt- und Maturarbeiten eignet sich die Anlage in Verbindung mit der Computersimulation sehr gut. Die Bandbreite von sehr theoretischen bis zu ganz experimentellen Arbeiten wurde von Schülern genutzt. Die Flexibilität der Anlage hat sich dabei als günstig erwiesen. Ein zukünftiges Projekt wird sich mit der Entwicklung eines Messsystems für die Sekundärspannung und die Frequenz beschäftigen. Auch der Bau einer grösseren Anlage in Verbindung mit einem leistungsstärkeren Primärtransformator ist geplant.

Stephan Scheidegger

Literatur

[Bre04] Brechtken, D. (2004): Demonstrationsversuch: Teslatransformator (hochfrequente Hochspannung). <http://www.et.fh-trier.de/diplom/team/brechtken/downloadbereich/Teslatrafo.pdf> (04.11.05)

[Den01] Denicolai, M. (2001): Tesla Transformer for Experimentation and Research. Licentiate Thesis, 2001, Helsinki University of Technology

[Obe95] Oberbeck, A. (1895): Ueber den Verlauf der elektrischen Schwingungen bei den Tesla'schen Versuchen. Annalen der Physik und Chemie, 55, 1895.

[Sch04] Schraner, K. (2004): UBTT - Funktion & Betrieb (Uni-Bern-Tesla-Twin). http://home.tiscalinet.ch/m_schraner/UBTT-Betrieb.pdf (20.11.05)

[Sdg07] Scheidegger, S., Wittchen H., Kunz, I., Caminada, R. (2007): Optimierung eines Teslatransformators mittels Computersimulation. <http://biomedphys.kanti-wohlen.ch>

Vortragsprogramm 2007 / 2008



Vortragsprogramm Winter 2007/2008

Sa 27.10.07, Exkursion ins Sauriermuseum nach Frick

Führung durch Rainer Foelix

Treffpunkt 14:00 Uhr beim Bahnhof Frick,

www.sauriermuseum-frick.ch, Kosten: Museumseintritt

Do 31.10.07, Bio-Invasionen, Bio-Kontrolle und Bio-Terrorismus

Prof. Dr. Heinz Mueller-Schaerer, Dép. Biologie/Ecologie & Evolution, Uni Fribourg
www.unifr.ch/biol/ecology/

Mi 14.11.07, Vogelzug seit es Vögel gibt? - Die Evolution des Vogelzuges.

20 Jahre Rothenthurm - was hat die Initiative bewirkt?

Dr. Meinrad Küchler, Leiter des Projekts „Wirkungskontrolle Moorbiotope“

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf
www.wsl.ch

Mi 21.11.07, Was ist Licht? - Aussergewöhnliches und Experimente mit und um das Licht.

Dipl. Math. ETH Hans Roth

Anlass gemeinsam mit der Astronomischen Vereinigung Aarau, AVA

19:45 Uhr, Kantonsschule Olten, Aula

<http://ava.astronomie.ch/>

Mi 09.01.08, Erneuerbare Energien - 2000 Watt Gesellschaft

Dr. Fritz Gassmann, Projektleiter komplexe Systeme am Paul Scherrer Institut,

Mitglied der Geschäftsleitung des Naturama

Fritz Gassmann bietet in der Volkshochschule Aarau am Di 15./22.01.08 eine Vertiefung zum

Thema an.

<http://people.web.psi.ch/gassmann/>

Mi 13.02.08, Was geschieht mit einem Arzneistoff im Körper?

PD Stefanie Krämer, Biopharmazie, ETH Zürich

http://www.pharma.ethz.ch/institute_groups/biopharmacy

Mi 27.02.08, Leben erobert die junge Erde

Dr. Hansjürg Geiger, Evolutionsbiologe, Feldbrunnen

Anlass gemeinsam mit der Astronomischen Vereinigung Aarau, AVA

Mi 12.03.08, Generalversammlung der ANG

vorgängig Präsentation einer Maturitätsarbeit

Die Vorträge finden jeweils an einem Mittwoch um 20.00 Uhr im Mühlgersaal des Naturama Aargau statt.
Ab 19.30 Uhr trifft man sich zu einem kleinen Trunk. Der Eintritt ist frei.

Zusammenfassungen der Vorträge

Exkursion ins Sauriermuseum Frick, Führung Rainer Foelix

Die Exkursion beginnt mit der Besichtigung der Plateosaurier und Jurafosilien im Sauriermuseum Frick, informiert über die Entdeckungsgeschichte anhand einer Video-Projektion und endet an der Original-Fundstelle in der Tongrube Gruhalde (letzteres ist nur bei trockener Witterung möglich).

Bio-Invasionen, Bio-Kontrolle und Bio-Terrorismus

Mit zunehmendem Welthandel haben auch biologische Invasionen zugenommen. Sind exotische Arten aber nur eine Bedrohung, oder können sie auch eine Bereicherung sein? Der Referent stellt die Möglichkeiten und Gefahren der klassischen biologischen Bekämpfung vor, die bekanntlich versucht, eine Invasion mit einer Invasion zu bekämpfen. Er zeigt anhand seines Forschungsprojektes, wie Pflanzeninvasionen und deren biologische Bekämpfung genutzt werden, um grundlegende Abläufe der Populationsbiologie zu untersuchen, insbesondere die Möglichkeit rascher evolutiver Prozesse. Am Beispiel von Krankheiten an Reben oder der Maul- und Klauenseuche wird der Agro-Terrorismus angesprochen..

20 Jahre Rothenthurm - was hat die Initiative bewirkt?

Am 6.12.87 nahm das Schweizer Volk die „Rothenthurm-Initiative“ an. Dank diesem neuen Verfassungsartikel wurden alle „Moore und Moorlandschaften von besonderer Schönheit und nationaler Bedeutung“ unter Schutz gestellt. Wie sieht es heute, 20 Jahre nach Annahme der Initiative, aus mit dem Zustand der Moore?

Was ist Licht? - Aussergewöhnliches und Experimente mit und um das Licht.

Dieser Vortrag wird von der Astronomischen Gesellschaft Aarau (AVA) organisiert. Wir fahren mit dem Zug Aarau ab 1913 Uhr, Olten an 1921 Uhr. Jedermann besorgt sich sein eigenes Bahnбилет.

Erneuerbare Energien – 2000 Watt Gesellschaft

Der Referent wird die Potenziale der erneuerbaren Energien für die Schweiz diskutieren. Mit nachvollziehbaren quantitativen Relationen wird er die Zuhörer in die Lage versetzen, wichtige Relationen mit Hilfe von vereinfachten Abschätzungen selbst durchführen zu können. Mit diesem Rüstzeug können beispielsweise Behauptungen von Politikern analysiert und bewertet werden.

Was geschieht mit einem Arzneistoff im Körper?

Der Weg eines Arzneistoffes in und durch den Körper gleicht einem Hindernislauf. Der Körper hat verschiedene Barrieren aufzuweisen, die überwunden werden müssen. Wie gut diese Barrieren überwunden werden, hängt von den Eigenschaften der entsprechenden Arzneistoffe ab. Der Vortrag gibt Einblick in die Vorgänge im Körper und zeigt auf, welche Überlegungen bei der Optimierung einer medikamentösen Therapie angestellt werden müssen.

Leben erobert die junge Erde

Ist die Entstehung von Leben eine normale Entwicklungsphase in der Evolution eines Planetensystems? Die Hinweise für eine weit verbreitete Evolution von Leben im Weltall verdichteten sich in den letzten Jahren massiv. Der Vortrag zeigt, wie sich die ersten Schritte des irdischen Lebens aus naturwissenschaftlicher Sicht nachzeichnen lassen.

Interessante und nützliche Volkshochschul-Kurse in Aarau

Im Winterhalbjahr finden Sie nebst vielen anderen Kursen folgende Angebote in der Volkshochschule Aarau.

Grundlagen zur Energiedebatte

Di. 15. 1., 22. 1. 2008 (2x) 19:00 - 20:00 Uhr

Dr. Fritz Gassmann, Villigen, PSI Institut

Kurs Nr. 002V

Die im ANG-Vortrag vom 9. Januar 2008 dargelegten Zusammenhänge werden vertieft.

Mit dem PC Bilder in Text einfügen

Do. 8. 11., 15. 11., 22. 11. 2007 (3x) 19:00 - 20:30 Uhr

Andreas Rohner, Basel, Webpublisher SIZ

Kurs Nr. 406A

Die Kursteilnehmer lernen am PC, Bilder optimal für den Druck zu bearbeiten und zuzuschneiden, sowie sie in MS-Word-Dokumente einzubauen.

Weitere Informationen finden Sie unter www.vhs-aargau.ch/aarau .

Skorpione, Wespenspinnen und Gottesanbeterinnen

Für das erste September-Wochenende hatten Matt Braunwalder (Arachnadata Zürich) und Rainer Foelix (Naturama Aargau) eine Exkursion ins Tessin ausgeschrieben, mit dem Schwerpunkt „Skorpione, Spinnen und Insekten“. Ausgangsort war das Örtchen Meride unterhalb des Monte San Giorgio, das wegen seiner fossilreichen Bitumenschichten seit über 100 Jahren bekannt ist. So war es naheliegend, die erste Nachmittags-Exkursion so zu legen, dass auch die Fossilfundstelle von Acqua del Ghiffo besucht wurde, wo die Universität Zürich vor einigen Jahren versteinerte Fische und kleine Saurier (*Neusticosaurus*) geborgen hatte. Ganz in der Nähe stiessen wir beim vorsichtigen Wenden von Steinen dann auch auf die ersten Skorpione, nämlich auf Vertreter von *Euscorpium alpha*. Diese Art ist deutlich kleiner und mehr rundlich als der bekanntere *Euscorpium italicus*, der ebenfalls im Tessin vorkommt. Der Fachmann (Braunwalder) weiss zudem, dass es in der Schweiz noch eine 3. Skorpionsart gibt (*Euscorpium germanus*), allerdings nur im Münstertal.



Abb.1 Ein kräftiges Exemplar von *Euscorpium italicus*, kurzzeitig aus seinem Versteck unter einem Stein hervorgeholt, verhält sich recht friedfertig auf der Handfläche.

Abb. 2 Die schwarz-gelb-weiss gebänderte Wespenspinne mit dem typischen Zickzack-Band, welches senkrecht durch das Radnetz verläuft.

Um *Euscorpium italicus* bei seinen nächtlichen Aktivitäten aufzuspüren, war eine spezielle Nachtexkursion angesetzt worden. Nach einem ausgezeichneten Abendessen in einem typischen Grotto mussten wir auf den Einbruch der Dunkelheit warten, denn es ging darum, die Skorpione mittels UV-Lampen aufzuspüren. Skorpione haben nämlich die Eigenart, unter UV-Licht grüngelb zu fluoreszieren. Dies liegt an der Einlagerung bestimmter Substanzen in das Aussenskelett (Cuticula), welche bei Anregung mit kurzwelligem UV ein langwelligeres Grün abstrahlen. Soviel als theoretischer Hintergrund - das eigentliche Erlebnis, an einer dunklen Steinmauer plötzlich gelbgrün leuchtende Skorpione sitzen zu sehen, lässt sich nur schwer beschreiben. Wechselt man vom UV-Licht auf normales Weisslicht, so ist das magische Leuchten sofort verflogen und man hat Mühe, die dunkelbraunen Tierchen überhaupt noch zu erkennen. Überraschend auch, wie häufig man entlang einer Steinmauer auf Skorpione stösst, d. h. ohne UV-Licht würde man die Populationsdichte sicher viel niedriger einschätzen.



Abb.3 Nachtexkursion: Ein frei auf der Steinmauer herum laufender Skorpion wird von der UV-Lampe erfasst und leuchtet dann hell (gelbgrün) auf.

Abb.4 Aus den Mauerritzen sieht man oft nur die Zangen herausragen; hier ist auch der gebogene Schwanz samt Giftstachel erkennbar.

Worin der biologische Sinn der fluoreszierenden Skorpionscuticula liegt, ist eigentlich nicht klar. Das geringe Restlicht (Mond, Sterne) während der Nacht enthält sicher viel zu wenig UV um eine Fluoreszenz auszulösen. Zudem wäre es ja für einen Skorpion eher von Nachteil, dadurch sichtbar zu werden - es sei denn, man nimmt an, die Fluoreszenz könne beim Zusammenfinden der Geschlechter hilfreich sein. Ausserdem ist es merkwürdig, dass die Cuticula von Insekten und Spinnen keinerlei Fluoreszenz aufweist (allerdings haben wir beobachtet, dass Asseln unter UV-Licht auf der Bauchseite ebenfalls schwach leuchten). Schliesslich noch eine erstaunliche Anmerkung zur Fluoreszenz der Skorpionscuticula: Selbst tote Skorpione oder ihre abgeworfenen Häute (Exuvien) behalten die Eigenschaft unter UV-Licht zu fluoreszieren - selbst noch nach vielen Jahren.



Abb. 5 Hier wurde eine kleinere Gottesanbeterin vorsichtig von Hand gefangen. Deutlich ist auf der Innenseite der Vorderhüften (Pfeil) ein augenähnliches Warnsignal erkennbar.

Zur Spinnenfauna: Unsere Hoffnung, die gelb-schwarz gebänderte Wespenspinne (*Argiope bruennichi*) im Tessin zu finden, wurde anfänglich auf eine harte Probe gestellt, aber schliesslich stiessen wir an einem Bachbett doch noch auf zwei hübsche Vertreterinnen. Die diversen Fotografen mussten quasi Schlange stehen, um diese attraktive Spinne samt ihrem typischen Zickzack-Band (Stabiliment) im Radnetz abzulichten. Die Netze werden relativ nahe am Boden zwischen Gras und niederen Stauden angelegt und entsprechend sind Heuschrecken die häufigste Beute. Die Wespenspinne ist insofern interessant, als sie ursprünglich aus dem Mittelmeerraum stammt, sich aber in den letzten Jahrzehnten stark nach Norden

ausgedehnt hat - bis England und Norddeutschland! Auch bei uns im Aargau ist die Wespenspinne gelegentlich anzutreffen (z.B. am Hallwiler See), allerdings sind die Bestände von Jahr zu Jahr stark schwankend.

Natürlich waren auch etliche andere Radnetzspinnen sowie Baldachin-, Trichter-, Wolfs- und Springspinnen auf unserer Exkursion anzutreffen, aber mit der „exotischen“ Wespenspinne konnten sie natürlich nicht konkurrieren. Als einzige Ausnahme könnte hier die Höhlenspinne *Meta menardi* erwähnt werden, eine kräftige Radnetzspinne, die wir im Eingangsbereich einer Kalksteinhöhle in der Nähe des Monte Generoso antrafen.

Wenn wir gerade bei „Exoten“ sind, so muss unter den Insekten natürlich die Gottesanbeterin (*Mantis religiosa*) erwähnt werden. Während wir oberhalb von Meride kein einziges Exemplar zu Gesicht bekamen, waren sie in der Nähe von Arzo und Mendrisio („Rava“) recht häufig anzutreffen. Allerdings sind sie hervorragend getarnt und praktisch nur ausmachen, wenn sie sich bewegen oder fliegen. Neben der häufigeren hellgrünen Färbung gab es auch einige braune Varianten (z.B. bei Männchen). Ähnlich wie die Wespenspinne ist auch die Gottesanbeterin wärmeliebend und auch sie hat in den letzten Jahrzehnten ihr Verbreitungsgebiet nach Norden ausgedehnt. Gottesanbeterinnen können mit ihren kräftigen Raubbeinen auch durchaus wehrhafte Insekten wie Wespen fangen und überwältigen. Interessanterweise hat man aber auch Wespen dabei beobachtet, wie sie Gottesanbeterinnen während ihrer Mahlzeit attackieren, ihnen blitzschnell die Antennen abbeißen und sich dann ungestört an deren Beute gütlich tun.

Insgesamt hatten wir mit unserer Tessin-Exkursion insofern ausgesprochenes Glück, als nach mehreren Regentagen das Wetter zunehmend wärmer und sonniger wurde. Dementsprechend konnten wir alle Örtlichkeiten aufsuchen, die wir eingeplant hatten und auch unsere „Zielgruppen“ zeigten sich recht kooperativ: so fanden wir auch am zweiten Tag an verschiedenen Stellen mehrfach Skorpione (*Euscorpius italicus*) unter Steinen, sogar eine Mutter mit ihren frisch geschlüpften Jungen. Diese bleiben in der ersten Zeit stets bei der Mutter, klettern ihr sogar auf den Rücken und werden so

auch mittransportiert. Dort vollziehen die Jungen nach knapp einer Woche ihre erste Häutung und erst danach verlassen sie die Mutter um selbständig zu werden.

Schliesslich soll noch erwähnt werden, dass auch alle 12 Teilnehmer ausgesprochen kooperativ waren, sei es mit dem Austausch des jeweiligen Fachwissens als auch im sozialen Bereich. Matt Braunwalder hat diese Exkursion mittlerweile schon acht Mal durchgeführt und wir hoffen, ihn für nächstes Jahr überreden zu können, speziell für die ANG ein ähnliches Unterfangen anzubieten - wir werden Sie auf dem Laufenden halten.

Rainer Foelix

Wettbewerb der besten aargauischen Maturitätsarbeiten 2007

Bereits zum fünften Mal organisierten die Stiftung Pro Argovia, die ANG und die Historische Gesellschaft des Kantons Aargau diesen Wettbewerb, der inzwischen zu einer Institution geworden ist, gleichermaßen beliebt bei Schulen und Maturanden. Aus den 25 von den Kantonsschulen eingereichten Arbeiten hatte die Jury deren fünf als Preisträger vorgeschlagen; eine sehr anspruchsvolle Aufgabe, denn wie soll man aus dieser überaus vielfältigen Palette der Besten die Allerbesten auswählen? Eine nachgebaute Wurfmaschine aus der Römerzeit oder ein Fremdenführer für China? Ein Kinderbuch über Rassismus oder ein Gestaltungsplan für eine Schulanlage? Eine Anleitung für Bewegungsspiele in Kinderhorten oder ein Musiktheater über die sieben Todsünden und Tugenden?

Prämiert wurden schliesslich ex aequo die folgenden Arbeiten:

Entwicklung eines 2D-Rollenspiels

Fabian Hahn (Wildegg), Alte Kantonsschule Aarau

www.pukelsheim-ag.ch

Florian Läubli (Zofingen), Christian Schütz (Strengelbach),
Rolf Vonäsch (Strengelbach), Kantonsschule Zofingen

Simulation auf der Kugel

Martin Lanter (Baden), Lucas Brönnimann (Nussbaumen),
Kantonsschule Baden

Rucksack/prêt-à-porter

Thomas Meyer (Ehrendingen), Kantonsschule Baden

Anima Simetrica

Patxi Aguirre, Larisa Aguirre (Klingnau),
Kantonsschule Wettingen

Der Brennpunkt Baden gab den lockeren Rahmen für die Prämierungsfeier: Alle die eine Arbeit eingereicht hatten, waren eingeladen worden, alle konnten sich noch Hoffnungen machen, denn wer zu den Gewinnern gehören würde, blieb bis zum letzten Augenblick ein Geheimnis. Stille, gespanntes Warten, Vorlesen des Titels, es wird unruhig, dann die Namen, und dann Jubel, Umarmungen und Küsschen. Eine tolle Stimmung! Die Kantiband Zofingen und das Ensemble der KS Wettingen bringen musikalischen Schwung ins Fest. Einige, die es nicht unter die Allerbesten geschafft haben, werden von der Vertreterin von *Schweizer Jugend forscht* aufgefordert, ihre Arbeiten für deren Wettbewerb, bei dem leicht andere Kriterien gelten, einzureichen. Das witzige Interview am Schluss mit den Prämierten zeigt nochmals die Freude, die Überraschung, aber auch die „Coolness“ der jungen Leute. Wir Organisatoren freuen uns schon auf den Wettbewerb 2008!

Annemarie Schaffner

Interview

Dr. **Heinz Blatter**, Titularprofessor am Institut für Atmosphärenphysik und Klima der ETH Zürich und **Erich Bühlmann**, Hauptlehrer für Biologie an der Kantonsschule Wohlen, im Gespräch mit Annemarie Schaffner, Präsidentin der ANG.

Heinz Blatter ist in Zofingen aufgewachsen, hat in Aarau die Matur C gemacht, 1992 an der ETH in Physik diplomiert und in Aarau und Zofingen Mathematik und Physik unterrichtet. Nach seiner Dissertation über Gletscherthermodynamik, für die er mehrmals im Kanadischen Arktischen Archipel Gletschertemperaturen gemessen hat - „wir waren oft nur zu viert auf einer völlig unbewohnten Insel von der dreifachen Grösse der Schweiz“ - hat er habilitiert und lehrt seither Glaziologie. Heinz Blatter wohnt in Zofingen, ist verheiratet und hat drei Kinder zwischen 17 und 22 Jahren. Er ist Mitglied der Jury für den Wettbewerb der Maturitätsarbeiten.



Erich Bühlmann hat in Zürich die Schulen besucht und an der ETH Biologie studiert mit Abschluss in Experimenteller Biologie. Nach dem Höheren Lehramt hat er an verschiedenen Mittelschulen in Zürich unterrichtet. Ebenso an der Berufsschule, wo er dank seinen Hobbies Aquaristik und Terraristik angehende Zoofachverkäuferinnen in die „Warenkunde“ einführte. 1995 kam er als Hauptlehrer für Biologie an die KS Wohlen. Seither lebt er in Villmergen; er ist verheiratet und hat zwei Töchter im Alter von 12 und 15 Jahren. Erich Bühlmann ist Vizepräsident des Aargauischen Mittelschullehrervereins.



A.S. Bevor wir uns darüber unterhalten, wie man das Interesse an den Naturwissenschaften bei den Jungen fördern könnte, möchte ich wissen, wann bei euch der Funke gesprungen ist.

H.B. Zahlen haben mich schon im Kindergarten fasziniert, und in der 4. Klasse habe ich gewusst, dass ich Physik studieren will. Dieses Ziel hat mir die ganze Schulzeit erleichtert. Meine Eltern haben mich unterstützt, obwohl sie mir nicht helfen konnten. Sie schenkten mir ein Fernrohr, ich vertiefte mich in die Astronomie, und die Reagensgläser, die ich von einem Nachbar bekam, waren der Grundstock zu einem zeitweiligen Chemielabor im Keller. ?? Nein, es hat nie geklopft! Aber Raketen sind geflogen.

E.B. Bei mir hat's länger gedauert. Wir hatten keine Tiere zuhause, bis ich mit etwa 15 ein Aquarium geschenkt bekam. Aquarien sind etwas sehr Vielseitiges: Sie brauchen Kenntnisse über Pflanzen und Tiere, sie sollen ästhetisch gestaltet sein, und eine oft ausgeklügelte Technik hilft mit, sie in ein Gleichgewicht zu bringen. Mit 18 habe ich mir vom Geld, das ich in einer Zoohandlung verdiente, ein zweites gekauft - jetzt hatte ich eines am Kopf- und eines am Fussende meines Bettes. (Heute ist der Keller unseres Hauses mein Aquarien- und Terrarien-Reich.) Trotzdem habe ich noch lange zwischen einem Jus- und einem Biologiestudium geschwankt: Ich zögerte, das Hobby zum Beruf zu machen und - die Studienorientierung über Jus war viel eindrücklicher als diejenige über Biologie! Entschieden habe ich mich, als ich für die Matur „den Linder“, ein Lehrbuch für Biologie, kaufte, das in neueren Auflagen auch heute noch verwendet wird. Ich las es durch und stellte mit Erstaunen fest, dass ich das Gelesene ohne Mühe behalten konnte. Das hat mich überzeugt.

A.S. Habt Ihr eure Wahl nie bereut?

H.B. Nach dem 7. Semester habe ich *Siddhartha* von Hermann Hesse gelesen, und plötzlich sah ich, wie eng verwandt Zen-Buddhismus und Physik sind: Beide sind klar rational, beide verfolgen eine Reduktion auf Grundprinzipien und bauen daraus eine Welt auf. Das war aber auch ein Schock. Ich fragte mich: Ich habe ein tolles Studium hinter mir - aber was mache ich jetzt damit? Meiner

Begeisterung für die Physik hat das allerdings keinen Abbruch getan - ganz im Gegenteil!

E.B. Auch ich habe es nie bereut. Biologie ist für mich Hobby und Beruf, und gerade ein Lehrer muss von seinem Fach begeistert sein. Die Schüler müssen spüren, dass er nicht nur Wissen, sondern auch Freude und Leidenschaft vermitteln will.

A.S. Ich stelle fest, dass ich zwei Naturwissenschaftler vor mir habe, die von ihren Fachgebieten begeistert sind. Ist es denn so schwierig, diese Begeisterung auf die Kinder und Jugendlichen zu übertragen?

E.B. „Kinder“ ist das richtige Stichwort. Wir müssen die vorhandene Neugier der Kinder besser nutzen. Meine ältere Tochter war in der Primarschule oft im Wald, und ich staune immer wieder, was von diesen Schulstunden alles hängen geblieben ist. Leider ist das die Ausnahme. Wir haben in Villmergen einen Waldlehrpfad, der von den Schulen höchst selten genutzt wird. Aber was ist denn besser? In einer Schulstunde möglichst viel Theorie aus der „Lehre über das Leben“ durchnehmen, oder einen Nachmittag „opfern“ und dieses Leben mit allen Sinnen greifbar machen?

H.B. Ich gehe noch weiter und frage mich, ob die Neugier nicht sogar abgemurkst wird. Wir müssen den Kindern die Naturwissenschaften **zeigen**, nicht nur theoretisch arbeiten, sondern phänomenologisch: Oder kennt Ihr ein Schulhaus, wo in der Eingangshalle ein Pendel hängt? Wird das Velo, ein Alltagsgegenstand, der jedem Kind vertraut ist, besprochen? Das ist Mechanik! Das ist Physik! Es ist doch verrückt: Wir leben in einer total technisierten Welt, aber der Begriff „Technik“ kommt in keinem Lehrplan vor.

A.S. Heinz, du hast während deines Aufenthalts in Vancouver/Kanada mit deinen zwei älteren Kindern eine erstaunliche Erfahrung gemacht: Die beiden Buben besuchten den Kindergarten, resp. die 2. Klasse. Sie verstanden kein Wort Englisch und blieben in der Schule am Anfang einfach stumm. Ihr habt sie machen lassen. Nach zwei bis drei Monaten, praktisch über Nacht, haben beide englisch gesprochen. Könntet Ihr euch eine

solche Art „Inkubationszeit“ auch für die Naturwissenschaften vorstellen?

H.B. Zunächst einmal: Ich bin überzeugt, dass es viel länger gedauert hätte, wenn wir nachgeholfen oder ständig nach Fortschritten gefragt hätten. Wir hätten einen natürlich ablaufenden Prozess gestört oder unterbrochen. Ich denke schon, dass es eine „Inkubationszeit“ auch für Naturwissenschaften geben kann, die Schüler müssen aber auf anregende Art mit dem Naturwissenschaftlichen konfrontiert werden, wie mit einer Sprache im fremden Land.

Ein Nachteil ist sicher, dass bei uns alle Kinder im gleichen Alter das Gleiche lernen müssen. Vielmehr müsste man auf das eingehen können, was die Kinder jetzt gerade interessiert: Fragen aufnehmen und diskutieren, auch wenn sie im Augenblick nicht in den vorgegebenen Stoffplan passen.

E.B. Schön wär's. Eine Individualisierung ist bei diesen Klassen-größen nur in Ansätzen möglich. Sie wäre finanziell kaum zu verkraften.

H.B. Bildung als unser höchstes Gut darf etwas kosten!

E.B. Ich wage noch eine Bemerkung, möchte sie aber nicht als Wertung verstanden haben: In den ersten Primarschuljahren sind die Lehrkräfte überwiegend Frauen. Könnte es sein, dass sich die Lehrerinnen selber weniger für Naturwissenschaft und Technik interessieren als es Männer täten und deshalb für sie solche Themen nicht im Vordergrund stehen? Es kommt noch dazu, dass z.B. im englischen und im amerikanischen Schulsystem Wissenschaft und Technik viel mehr Gewicht haben. Wie wichtig diese Fächer sind, hat man inzwischen auch bei uns eingesehen und bei der MAR-Reform in diesem Jahr soweit korrigiert, dass die Maturnoten für Chemie, Biologie und Physik in Zukunft wieder wie früher als einzelne Noten zählen und nicht als eine Gesamtnote in „Naturwissenschaften“.

Eine „Inkubationszeit“ kann ich mir insofern vorstellen, als früher Kinder viel öfter draussen gespielt haben - nicht nur auf einem Spielplatz unter Aufsicht von Erwachsenen! -, z.B. allein im Wald umherstreiften, auf Bäume kletterten, Hütten bauten, wo ihnen Ameisen und Käfer über den Weg liefen, und den Moderduft von Walderde rochen. Der Kontakt zur Natur und zu natürlichen Abläufen ergab

sich so ganz von allein. Heute sind die Kinder mehrheitlich nur noch „User“ von vorgefertigtem Spielzeug - siehe Computerspiele.

A.S. In Österreich gibt es ein Voll-Studium für angehende Physiklehrerinnen oder Biologielehrer. Wäre das für euch eine Lösung?

H.B. Nein! Für Mittelschulen reicht das nicht. Da steht das Wissen an erster Stelle - also Fachleute mit einem wissenschaftlichen Studium - und dann der gute Draht zu den Schülern. Die didaktische Ausbildung ist weder notwendig noch hinreichend: Ein berufener Lehrer ist auch ohne sie gut, und sie kann auf der anderen Seite auch nicht für einen guten Lehrer garantieren. Was sagt denn ein Master in Didaktik über die Qualität einer Lehrperson aus? Nichts. Auf Primarschulstufe ist das anders; da ist es zuerst einmal wichtig, **wie** unterrichtet wird.

E.B. Auch ich wehre mich dagegen. Natürlich kann man didaktische Tricks und Methoden lernen, aber der Lehrberuf muss Berufung sein. Nur ein Lehrer, der sein Wissen mit Begeisterung weitergibt, gewinnt das Interesse seiner Schüler.

A.S. Wir haben weiter oben von „Verschulung“ gesprochen - Theorie statt Praxis. Irgendwo bleibt die Neugier - die Gier nach Neuem als vielleicht stärkster Antrieb für die Weiterentwicklung der menschlichen Kultur - auf der Strecke.

H.B. ... und an den Hochschulen läuft's nicht anders. Als vor 25 Jahren die ETH neu ein Umweltstudium einführte, waren in den ersten Plänen für die Studierenden 45 (!) Kontaktstunden vorgesehen. Sie sollten gleichzeitig gute Physiker, Chemiker, Biologen und Geographen werden. Bei einer solchen Belastung bleibt keine Zeit mehr, sich Gedanken über das eigene Tun zu machen, erst recht nicht, sich mit einer weiter gefassten Bildung zu beschäftigen und mehr wissen zu wollen, als man gerade muss. Man kann sich Neugierde zeitlich gar nicht mehr leisten. Die Bologna-Reform hat daran nichts geändert.

E.B. Ähnliches gilt für die Mittelschule: In einer Privatschule in Zürich, wo ich auf die Mathematikaufnahmeprüfungen vorbereitete, hatte

ich die Aufgabe, die Schüler auf die zu erwartenden Aufgaben zu trimmen. Wenn dann im Gymnasium etwas nur wenig ausserhalb des „Gelernten“ lag, versagten sie in der Probezeit. Sie wussten nicht wie man denkt, sie haben nur auswendig gelernt.

A.S. Über die „ideale Schule“ liesse sich noch lange philosophieren. Jetzt aber zum Wettbewerb der aargauischen Maturitätsarbeiten: Sind die Naturwissenschaften wirklich ins Hintertreffen geraten?

H.B. Als Jury-Mitglied kann ich diesmal nicht klagen: Drei der fünf prämierten Arbeiten kamen aus der Mathematik und aus der Informatik. Aber in den beiden Vorjahren kam ich nicht einmal zum Einsatz.

E.B. Wenn ich für die Biologie spreche, stelle ich fest, dass im gleichen Zeitraum nur vereinzelt biologische Arbeiten eingereicht wurden und es keine einzige unter die Prämierten schaffte.

A.S. Habt Ihr Gründe dafür?

E.B. Eine Maturitätsarbeit muss in einem halben Jahr geschrieben werden können. Freilandversuche sind damit kaum möglich, und auch Laborversuche bergen das Risiko, dass die Studierenden zwar experimentell und formal korrekt arbeiten, aber am Schluss kein positives Ergebnis haben. Anders als z.B. in den Geisteswissenschaften können sie sich nicht allein auf ihr Wissen und Können verlassen, sondern sind von der „Mitarbeit“ ihrer lebenden Untersuchungsobjekte abhängig. Das schreckt ab.

H.B. Ein Kollege hat eine boshafte Bemerkung gemacht: „Die ganze Entwicklung der Mittelschulen läuft in Richtung Höhere Töchterschule.“ Wenn das stimmt - und der überproportionale Zustrom von jungen Frauen an die Maturitätsschulen ist eine Tatsache -, dann kann das mit ein Grund sein.

A.S. Müssten an Naturwissenschaften Interessierte - speziell auch die Frauen! - nicht ganz allgemein stärker betreut werden?

E.B. Einige Schulen geben Listen von möglichen Arbeiten heraus. Es gibt auch Institute an den Hochschulen, die ihre Labors für Maturi-

tätsarbeiten öffnen. Einerseits kann so auf hohem Niveau, mit teuren Instrumenten und unter fachkundiger Führung gearbeitet werden, andererseits ist die Eigenleistung schwer abzuschätzen. Eigenleistungen sind für mich aber die Voraussetzung für eine gute oder sehr gute Arbeit. Ich würde in meinem Fach keine „literarischen“ Arbeiten akzeptieren - und seien sie noch so gekonnt geschrieben -, die sich nur auf Bücher, Internet oder Berichte von Dritten abstützen.

H.B. In Mathematik und Informatik ist es schwierig, ein Thema zu finden, das sich für eine Maturitätsarbeit eignet. Hier ist die Hilfe der Lehrkräfte entscheidend; sie müssen mögliche Themen vorschlagen und sagen, was - wahrscheinlich! - geht und was nicht.

A.S. Wie wählen die Schulen ihre maximal je vier Arbeiten aus? Wie urteilt die Jury?

E.B. Wenn eine Lehrkraft von einer Arbeit überzeugt ist und sie in den Wettbewerb bringen will, muss sie sich dafür einsetzen. Einige Schulen haben noch interne Preisausschreiben, deren Gewinner fast „automatisch“ weiter kommen, obwohl die Kriterien oft nicht dieselben sind. Das zeigt sich auch beim schweizweiten Wettbewerb von *Schweizer Jugend forscht*: Dort werden nicht selten Arbeiten ausgezeichnet, die im aargauischen Wettbewerb nicht prämiert wurden.

H.B. Mich stört, dass es Schulen gibt, die mit einer Arbeit pro Fach eine Quotenregelung praktizieren. Ich habe von einem Kollegen gehört, dass von drei Spitzenarbeiten in Mathematik nur eine eingereicht werden konnte, weil die anderen Fächer auch berücksichtigt werden mussten. Man kann die sogenannte Gerechtigkeit auch übertreiben: Es gibt immer Schwankungen, und im nächsten Jahr werden vielleicht gar keine exzellenten mathematischen Arbeiten geschrieben. Für die Jury sind keine Quoten, sondern vor allem Qualität und die Eigenleistung zentral. Hochstehende intellektuelle Leistung kann auch ein nicht hundertprozentig überzeugendes Resultat aufwiegen.

A.S. Jetzt möchte ich von euch noch einen flammenden Schlussappell haben.

H.B. Wir sollten endlich begreifen, dass „Kultur“ und „Bildung“ nicht nur Literatur, Musik und Malerei, sondern gleichberechtigt auch Wissenschaft und Technik umfassen, und in diesem Sinn gleichermaßen „kultiviert“ und gepflegt und in der Schule gefördert werden müssen.

E.B. Die Kinder sollen lernen, alle ihre Sinne zu gebrauchen. Sie sollen die Natur erfahren und erleben, wieviel Freude eine eigene kleine Entdeckung macht. Wenn wir ihre natürliche Neugier wecken und fördern, werden sie sich später ebenso von einer raffinierten mathematischen Spielerei oder einer eleganten technischen Lösung faszinieren lassen.



Bildquelle: <http://www.snowcrystals.com>

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: _____