



# Bulletin 1/2013

• Editorial	1
• Neues von der ANG	3
• Expo Brugg-Windisch	5
• Neue Antikoagulantien	9
• Harte und weiche Primzahlen	12
• Die Schweiz im europäischen Strommarkt	17
• Klimaschock	23
• Naturama News	35
• Einladung zur Generalversammlung 2013	34
• Protokoll zur Generalversammlung 2012	35

sc | nat 

Member of  
the Swiss Academy of Sciences

## Vorstand 2011/2012

### **Präsident**

Fritz Wenzinger, Langacherweg 10, 5033 Buchs P 062 822 98 49

### **Vizepräsident**

Stephan Scheidegger, Dahlienweg 5, 5504 Othmarsingen P 062 896 07 70

### **Aktuar**

Flavio Rohner, Gutstrasse 114, 8055 Zürich P 044 555 95 63

### **Finanzen**

Christina Hartmann, Mäderstrasse 1, 5400 Baden

Stv. Ruedi Füchslin, Mäderstrasse1, 5400 Baden

### **Homepage**

Isabelle van Rijs, Fliederweg 404, 5053 Staffelbach

### **Bulletin**

Rahel Brügger, Ackerweg 12, 5702 Niederlenz

### **Corporate Identity**

Adrian Zwysig, Schrägweg 6, 5727 Oberkulm

### **Vorträge/Exkursionen**

Cyrill Brunner, Pflanzlerfeldstrasse 30a, 5445 Eggenwil

### **Marketing/Sponsoring**

Walter Fasler, Oberholzstrasse 29, 5000 Aarau

### **Juristische Beratung**

Markus Heuberger, Rigistrasse 1, 5033 Buchs

### **Mitglieder Stiftungsrat Naturama**

Walter Fasler und Ruedi Füchslin

### **Delegierte SCNAT**

Fritz Wenzinger, Ersatz: Stephan Scheidegger

### **Bibliothek und Lesekreis**

Annemarie Holliger, Hammer 16, 5000 Aarau

### **Impressum ANG-Bulletin 1/2013, 17. Jahrgang**

<b>Auflage</b>	400 Ex.	<b>Druck</b>	Repro Rohr Aarau
<b>Redaktion</b>	R. Brügger	<b>Abo</b>	Im ANG Jahresbeitrag
<b>Produktion</b>	A. Zwysig		inbegriffen
<b>Adresse</b>	Postfach 2126 5001 Aarau	<b>Internet</b>	www.ang.ch

**Redaktionsschluss Bulletin 2/2013:** 12. September 2013

## Editorial

Liebe Leserinnen, liebe Leser

Die Gewerbeausstellung im letzten Oktober in Brugg-Windisch war sowohl für die Aussteller als auch für unsere Gesellschaft ein voller Erfolg. Die Zusammenarbeit der ANG mit Schulen von Brugg und Windisch hat im Rahmen des erstmalig durchgeführten Jugendprojektes sehr gut geklappt. Die Ausstellungsbesucher waren von den Experimenten und den Darbietungen begeistert.

Erfreulicherweise ist es wie im Jahr zuvor, bei unserer 200 Jahrfeier in Aarau und Baden, gelungen auch im Raum Brugg neue Mitglieder zu gewinnen.

Für die materielle Unterstützung durch die Abteilungen Chemie und Physik der Neuen Kantonsschule Aarau danken wir bestens.

Im letzten Editorial wurde eine neue Art von unterstützender Wissensvermittlung von Schulen durch pensionierte ANG Mitglieder erwähnt. Ein erstes Projekt ist momentan in der Vorbereitungsphase.

Die Lehrerinnen und Lehrer der 2.Klassen der Bezirksschule Aarau organisieren zusammen mit der ANG den Thementag „Wasser“. Die Schülerinnen und Schüler erforschen im nächsten April klassenweise im Raum Aarau sechs Teilbereiche wie Stadtbach, Giessen/Fischzucht, Verbrauch/Verteilung, Abwasser, Energie und Auenschutzpark.

Je eine Lehrkraft und eine Fachperson der ANG sind den ganzen Tag vor Ort.

Die ANG vereinigt naturwissenschaftlich interessierte Personen und fördert die naturwissenschaftlichen Kenntnisse ihrer Mitglieder und der breiten Bevölkerung. Erfreulicherweise verfolgt die ANG diese Ziele nicht allein; weitere Institutionen wie Kantonsschulen, PSI, Volkshochschulen, Fachhochschulen, sind auf diesem Gebiet aktiv.

In Anbetracht beschränkter Ressourcen und der Notwendigkeit, naturwissenschaftliche Kenntnisse vermehrt einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln wurde gemäss Vorstandsbeschluss festgelegt Optimierungen anzugehen. Urs Klemm stellt sich freundlicherweise als Koordinator zur Verfügung.

In einem ersten Schritt wird ein Kernteam gebildet, welches Überlegungen über eine engere Zusammenarbeit und Wahrung der Interessen der engagierten Organisationen macht.

Seit Oktober 2012 wurden bis anhin sieben Vorträge von kompetenten Referenten gehalten.

Der letzte Vortrag wird am 13.03.2013 von Frau Tina Goethe SWISSAID zum Thema „Landwirtschaft-quo vadis“ gehalten.

### **Der Gotthard – ein geheimnisvolles Gebirgsmassiv**

Die diesjährige Tages-Exkursion, unter der Leitung des Geologen Herrn Peter Spillmann, führt uns in den Kanton Uri und findet am 07. Sept. 2013 statt.

Fritz Wenzinger

Präsident ANG

### Neues Logo

Der Auftritt nach Aussen ist die Visitenkarte der ANG. Je professioneller unser Auftritt ist, desto eher können wir neue Mitglieder gewinnen und für die Naturwissenschaft begeistern. Momentan wird der Auftritt der ANG nach aussen überarbeitet. Unter der Leitung von Adrian Zwyszig wurde deshalb das ANG Logo überarbeitet, welches neu in allen gängigen Bildformaten (jpg, gif, png, farbig, schwarz/weiss, vektorisiert) zur Verfügung steht. Es bildet den Grundstein für das zukünftige Corporate Identity der ANG, welches in diesem Jahr umgesetzt wird. Wir freuen uns auf den neuen Auftritt der ANG.



### Wandkalender 2013

Als Dank für Ihre Treue als ANG-Mitglied haben wir Ihnen einen Wandkalender zuschicken lassen. Die Fotos stammen von Rainer Foelix, welcher diese faszinierenden Bilder im Rasterelektronenmikroskop geschossen hat. Die grafische Umsetzung erfolgte durch Adrian Zwyszig. Aufgrund verschiedener Probleme mit der Druckerei hat sich der Druckauftrag um mehr als einen Monat verzögert, wodurch der Versand erst im Januar erfolgen konnte. Wir hoffen, dass Sie dieses Jahr viel Spass mit dem ersten ANG-Wandkalender haben werden.

## **Neues vom Stiftungsrat: Neues aus dem Naturama**

Per Ende Januar 2013 wird Urs Kuhn, Leiter des Bereichs Bildung und stellvertretender Direktor das Naturama verlassen. In seiner 10-jährigen Tätigkeit hat Urs Kuhn das Naturama und insbesondere den Bereich Umweltbildung erfolgreich aufgebaut und war massgeblich am Erfolg des Naturamas beteiligt. Im Namen der ANG möchten wir Urs Kuhn für seinen tollen Einsatz bedanken und wünschen Ihm für seine berufliche und private Zukunft alles Gute.

Thomas Flory, langjähriger Mitarbeiter des Naturamas, wird die Stelle von Urs Kuhn besetzen. Wir wünschen Thomas Flory einen erfolgreichen Start in seiner neuen Positionen und freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit.

## **Ihr Feedback**

Gefällt Ihnen das überarbeitete ANG Logo? Was meinen Sie zum neuen ANG-Wandkalender? Was fehlt Ihnen zum Glück bei der ANG? Ihr Feedback würde uns sehr interessieren. Gerne nehmen wir Ihre Mitteilung über [praes@ang.ch](mailto:praes@ang.ch) entgegen.

## Expo Brugg-Windisch

**„Man sieht sich“ war das Motto der Expo Ausstellung Brugg-Windisch und tatsächlich, über 50'000 Besucher strömten trotz heftigen Schneefalls und winterlichen Temperaturen in die Zelte im Brugger Schachen. Mittendrin war auch die ANG – es stank, rauchte und knallte.**

Auf einer über 100 m<sup>2</sup> grossen Standfläche, welche uns von Peter Trachsel (Präsident Expo Brugg-Windisch) kostenlos zur Verfügung gestellt wurde, zeigten wir während den Ausstellungstagen Experimente aus der Welt der Naturwissenschaft. Dabei beschränkten wir uns auf einfache und effektvolle Experimente, bei denen die Besucher teilweise auch selbst Hand anlegen konnten. An einer Station wurde der Säuregrad von verschiedenen Flüssigkeiten mit Rotkohlsaft als Indikator bestimmt. Bei den jüngeren Besuchern löste vor allem der Farbwechsel beim Zusammenschütten von farblosen Flüssigkeiten grosses Stauen aus. Manch einer dachte, wir seien Magier. An der gleichen Station erzeugten wir Seifenblasen gefüllt mit Nebel, welchen wir mit Trockeneis produzierten. Die dampfenden Reagenzgläser mit dem sublimierenden Trockeneis waren das Highlight unseres Standes. An der zweiten Station liessen wir Schokoküsse wachsen, indem wir diese in ein Exsikkatorgefäss stellten und mit einer Vakuumpumpe Unterdruck im Gefäss erzeugten. Diesen Stand erweiterten wir am Sonntag mit einer Pauke und Kerzen, welche wir in rund einem Meter Entfernung voneinander aufstellten. Mit einem kräftigen Paukenschlag konnten die Besucher die Kerzen „wie von Geisterhand“ auslöschen. Die zwei Stationen wurden ergänzt durch einen Forschertisch, bei dem die Besucher verschiedene Werkzeuge eines Naturwissenschaftlers entdecken konnten.

Aus unserer Sicht waren die Ausstellungstage ein grossartiger Erfolg. Sämtliche Stationen und Experimente waren während den Ausstellungszeiten fast durchgehend besetzt. Insbesondere erfreute sich unser Stand bei den jüngeren Besuchern grosse Beliebtheit. Viele gute Gespräche mit den Besuchern zeigten uns, dass die ANG auch zukünftig eine wichtige Rolle bei der Vermittlung von naturwissenschaftlichen Zusammenhängen spielt.

Dieser tolle Erfolg wäre nicht möglich gewesen ohne den ausserordentlichen Einsatz von Tobias Mühlethaler (Projektleitung und Standbetreuung), Adrian Zwyssig (Planung, Gestaltung und Umsetzung des Stan-

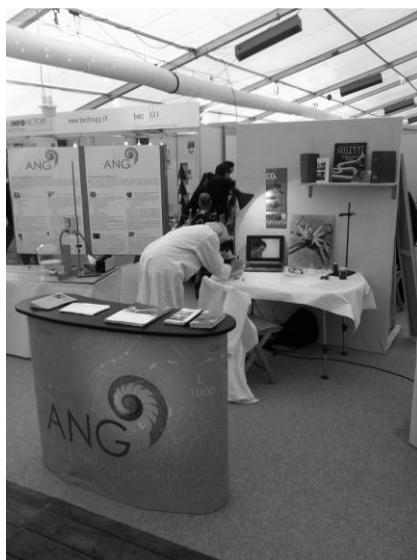
des<sup>1</sup>), Fritz Wenzinger (Projektleitung und Standbetreuung), Albert Kuster (CO<sub>2</sub>-Lieferant) und weiteren Vorstandsmitgliedern für die Standbetreuung. Bedanken möchten wir uns auch bei der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft und der neuen Kantonsschule Aarau für die zur Verfügung Stellung von Geräten und Glaswaren. Ein herzliches Dankeschön gebührt auch den Organisatoren der Expo. Es war ein toller Event! Wir freuen uns auf die nächste Expo Ausstellung in Brugg-Windisch 2015!

Walti Fasler

---

<sup>1</sup> Eine Anekdote: Beim Standbau haben wir vorsichtshalber drei neugekaufte Elektroböhrer mitgenommen, wovon aber zwei bereits nach fünf Minuten Arbeit nicht mehr funktionstüchtig waren. Nur mit viele Mühe und Kreativität konnten wir den Stand doch noch vor Beginn der Ausstellung aufbauen.

## Impressionen





## Neue Antikoagulantien – Medicine's next big thing?

Ungefähr ein Prozent der Bevölkerung der Schweiz nimmt aufgrund verschiedenster Erkrankungen, wie zum Beispiel Beinvenenthrombosen, Lungenembolien oder Herzrhythmusstörungen, oder aus anderen Gründen, wie beispielsweise mechanischen Herzklappen, regelmässig und längerfristig blutverdünnende Medikamente ein. Der Ausdruck "Blutverdünnung" ist dabei eigentlich falsch. Das Blut wird bei der Antikoagulation nicht verdünnt im Sinne einer Abnahme der Viskosität, sondern die Gerinnung des Blutes wird durch eine Beeinflussung verschiedener Gerinnungsfaktoren im Blutplasma gehemmt. Auch gelten Medikamente wie Aspirin im medizinischen Sinne nicht als Antikoagulantien, sondern als Antiaggregantien, da sie lediglich die Blutplättchen hemmen.

Das heute in der Schweiz mit Abstand am meisten verwendete orale Antikoagulans ist Phenprocoumonum (Marcoumar®). Daneben wird auch Acenocoumarol (Sintrom®) eingesetzt, welches sich vor allem durch seine deutlich kürzere Halbwertszeit unterscheidet. Beide Stoffe gehören zur Substanzklasse der Cumarine, welche im Jahre 1940 zufälligerweise entdeckt wurde. Karl Paul Link untersuchte Fälle von gesunden Kälbern welche ohne ersichtliche Ursache verbluteten und konnte die Substanz Dicoumarol, welche sich in schimmeligem Heu bildete, als Ursache für die inneren Blutungen identifizieren. Auf dieser Basis wurden in der Folge synthetische Cumarinderivate für die Prophylaxe und Therapie thromboembolischer Krankheiten beim Menschen entwickelt. Neben der Verwendung in der Medizin wurden Cumarinderivate aber auch als Rattengift (!) eingesetzt.

Cumarine sind Gegenspieler von Vitamin K und hemmen die Bildung der Vitamin-K-abhängigen Gerinnungsfaktoren II, VII, IX und X in der Leber. Cumarinderivate sind relativ günstig und in der richtigen Dosierung sehr wirksam beim Verhindern von Thrombosen (Verschlüsse venöser Blutgefässe) und Embolien (Streuung von Thromben in die Peripherie, z.B. ins Hirn). Problematisch sind allerdings die möglichen Nebenwirkungen. Neben einer Fruchtschädigung in der Frühschwangerschaft kann es zu ungefährlichen Haut- und Schleimhautblutungen aber auch zu lebensgefährlichen Blutungen im Hirn oder im Magen-Darm-Trakt kommen, vor allem wenn das Blut zu stark "verdünnt" ist. Deshalb ist es entscheidend, dass die "Blutverdünnung" gut eingestellt ist, was aber nicht immer ganz einfach ist. Viele Lebensmittel wie Blumenkohl, Fenchel, Knoblauch, Schnittlauch, Spinat und viele andere Nahrungsmittel enthalten viel Vitamin K und können die "Blutverdünnung" massiv beeinflussen. Auch Erkrankungen wie zum Beispiel eine Magen-Darm-Grippe oder Medikamente wie beispielsweise Antibiotika, welche die Bakterienflora im Ma-

gen-Darm-Trakt verändern, können die Aufnahme von Vitamin K und somit die "Blutverdünnung" beeinflussen. Dies bedingt eine regelmässige Kontrolle der Blutgerinnung beim Hausarzt. Doch auch bei korrekter Durchführung der Kontrollen lassen sich Entgleisungen der Antikoagulation und damit ein erhöhtes Risiko für Thrombosen oder Blutungen nie völlig vermeiden.

Seit Jahren wird deshalb nach neuen Medikamenten für die orale Antikoagulation gesucht. In den letzten Jahren setzten sich mehrere Substanzen durch, welche jeweils einzelne Gerinnungsfaktoren in der Endstrecke der Gerinnungskaskade des Blutes hemmen. Momentan sind davon in der Schweiz drei Substanzen für verschiedene Indikationen zugelassen: Rivaroxaban (Xarelto®), Apixaban (Eliquis®), welche den aktivierten Faktor Xa hemmen, und Dabigatran (Pradaxa®), welches das Enzym Thrombin hemmt. Diese werden momentan aufgrund diverser Vorteile im Vergleich zu den Cumarinderivaten von der Pharmaindustrie massiv beworben. Einerseits zeigen sie einen schnellen Wirkungseintritt, während die Cumarine die Blutgerinnung zu Beginn der Therapie sogar noch verstärken. Andererseits zeigen sie eine grosse therapeutische Breite, also ein grosses Fenster in welchem die Wirksamkeit gut und die Nebenwirkungen klein sind. Darum sind auch keine Kontrollen der Blutgerinnung durch die regelmässige Bestimmung des Quick/INR-Wertes mehr nötig. Ausserdem zeigen neue Studien, dass auch Blutungskomplikationen, insbesondere gefährliche Hirnblutungen, seltener sind.

Dem stehen allerdings auch einige wesentliche Nachteile gegenüber. So lässt sich die Wirkung der neuen Blutverdünner, falls dies einmal nötig ist, nicht so einfach wie bei den Cumarinderivate über den Quick/INR-Wert überwachen und ein Therapieversagen oder eine falsche Tabletteneinnahme zu erkennen wird viel schwieriger. Ausserdem gibt es kein Gegenmittel um die "Blutverdünnung", zum Beispiel bei lebensgefährlichen Blutungen, aufzuheben, was bei den Cumarinderivaten über eine Vitamin-K-Gabe relativ einfach möglich ist. Ausserdem zeigten einige Studien auch eine Zunahme an Blutungen im Magen-Darm-Trakt unter Therapie mit den neuen Antikoagulantien. Ein weiteres Problem ist, dass ihre Wirkung abhängig von der Nierenfunktion ist und sie deshalb bei einer fortgeschrittenen Niereninsuffizienz nicht angewendet werden dürfen. Auch die Frage nach Langzeitnebenwirkungen ist, wie bei jedem neuen Medikament, noch offen. Nicht zuletzt spricht auch der Preis gegen die neuen Medikamente. So kostet eine Therapie mit Marcoumar® nur einen Bruchteil der Therapie mit einem neuen Antikoagulans.

Dennoch wird der Gruppe der Faktor Xa- und Thrombininhibitoren wohl die Zukunft gehören. Zum heutigen Zeitpunkt macht der Umstieg aber wohl erst für wenige Patienten Sinn. So könnten beispielsweise Patienten mit erhöhtem Risiko für Hirnblutungen, mit einer schwer einzustellenden "Blutverdünnung", oder Patienten, welche Medikamente einnehmen müssen welche mit Marcoumar® interagieren, von einer Umstellung profitieren. Patienten mit gut eingestellter Antikoagulation, einer Niereninsuffizienz, einem erhöhten Risiko für Blutungen im Magen-Darm-Trakt oder mechanischen Herzklappen (für diese Indikation sind die neuen Medikamente noch nicht zugelassen) fahren mit Marcoumar® wohl weiterhin besser. Im Einzelfall lässt sich die optimale Lösung nur im Beratungsgespräch mit dem Hausarzt ermitteln.

Dominik Weber

### **Quellen und weiterführende Informationen:**

Bas, H. Neue Antikoagulanzen – Fragen und Antworten, Ars Medici Nr. 21, 2012, S. 1143-47 © Rosenfluh Publikationen, Neuhausen am Rheinfall

Neue Antikoagulantien und Antiaggregantien, Therapeutische Umschau, Band 69, 2012, Heft 11 © Verlag Hans Huber, Bern

<http://www.coagulationcare.ch> → Schweizerische Stiftung für Patienten mit Blutverdünnung (Insbesondere mit Informationen zur Selbstkontrolle der Antikoagulation)

# Harte und weiche Primzahlen

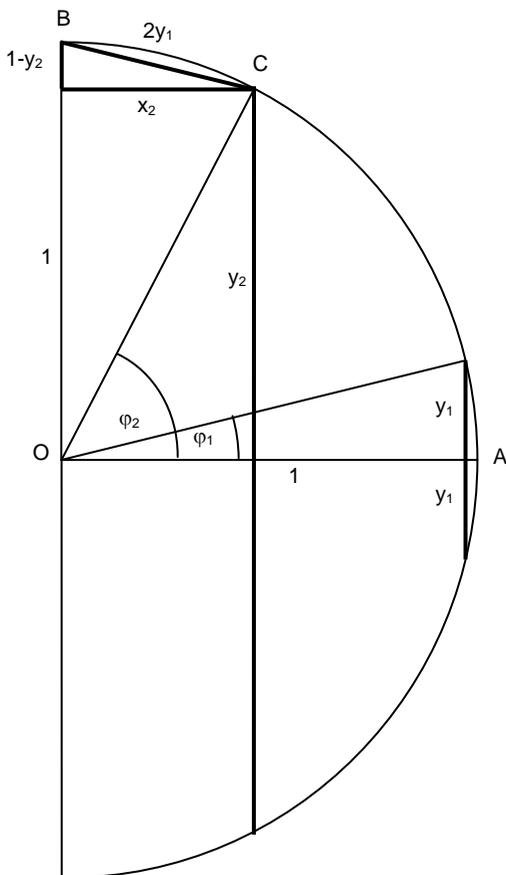
## Einleitung

An einem Kolloquium der ETH Zürich hatte ich die Gelegenheit, mit Dr. Carl Schick, Ingenieur und Patentanwalt, bekannt zu werden. Er ist eine sehr interessante Person und weiss viel über die Geschichte der Naturwissenschaften, speziell der Mathematik. Intensiv hat er sich mit den Eigenschaften von Primzahlen auseinandergesetzt und hat über seine Erkenntnisse zwei Bücher publiziert. In diesen schildert er einen durch ihn entdeckten Algorithmus, den er Spektral-Algorithmus nennt, mit welchem sich die Primzahlen in „harte“ und „weiche“ aufteilen lassen.

In diesem Beitrag versuche ich, seine Entdeckungen leicht verständlich darzulegen, und verwende deshalb eine andere Figur und teilweise eine abweichende Terminologie. Ich hoffe damit sein Werk bekannter zu machen. Der eilige Leser darf hier einen Sprung zum Kapitel „Ganzzahlig“ machen.

## Geometrisch

Wir zeichnen einen Halbkreis mit Radius 1. Die Strecken  $\overline{OA}$  und  $\overline{OB}$  haben beide die Länge 1. Nun wählen wir eine beliebige ungerade Zahl  $n$  grösser 1 aus und berechnen den Winkel  $\varphi_1 = 90^\circ/n$ . Diesen tragen wir beim Punkt O ab. Aus der Figur kann  $y_1 = \sin(\varphi_1)$  abgelesen werden.  $2y_1$  stellen die Sehne eines Kreissegmentes dar. Wir erfassen die Sehnenlänge mit einem Zirkel und tragen sie von B aus ab. So entsteht der Punkt C. Von C ziehen wir eine Senkrechte zu  $\overline{OA}$ , schneiden diese mit dem Halbkreis und erhalten eine zweite Sehne, deren Hälfte  $y_2 = \sin(\varphi_2)$  misst. (Punkt C kann auch im unteren Quadranten liegen. Dann ist das Vorzeichen von  $y$  negativ.) Das gleiche Verfahren kann fortgesetzt werden, um  $y_3, y_4 \dots$  etc. zu erhalten. Ohne Beweis wird nun behauptet, dass spätestens für  $i = (n+1)/2$  der Anfangspunkt wieder erreicht wird, also  $y_i = y_1$  gilt. Der Algorithmus wiederholt sich und hat eine endliche Periodenlänge von  $i-1$ .



Nebenbemerkungen: Man findet die |Summe der Sehnen| ist 1, also  $|s_1 \pm s_2 \pm s_3 \pm \dots \pm s_{i-1}| = 1$ , und das |Produkt der Sehnen| ist 1, also  $|s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot \dots \cdot s_{i-1}| = 1$ . Die Summenregel gilt nur, wenn über alle Sehnen von 1 bis  $n-1$  mit dem korrekten Vorzeichen summiert wird. Die Produktregel gilt auch für alle Teilfolgen  $q = \{\dots\}$ , siehe unten.

### Algebraisch

Im kleinen, fett gezeichneten Dreieck hat die Hypotenuse  $\overline{BC}$  die Länge  $2 \sin(\varphi_1)$ . Die Katheten sind  $1 - y_2 = 1 - \sin(\varphi_2)$  und  $x_2 = \cos(\varphi_2)$ .

Nach dem Satz von Pythagoras ergibt sich

$$(1 - \sin(\varphi_2))^2 + (\cos(\varphi_2))^2 = (2 \cdot \sin(\varphi_1))^2 \quad (1)$$

und nach einfacher Umformung

$$\sin(\varphi_2) = 1 - 2 \cdot \sin^2(\varphi_1). \quad (2)$$

Mit Gleichung (2) können wir aus dem Winkel  $\varphi_1$  den Winkel  $\varphi_2$  und wiederum aus dem Winkel  $\varphi_2$  den Winkel  $\varphi_3$  berechnen, bis wir  $\varphi_i = \varphi_1$  erreichen. Mittels trigonometrischer Umformungen lässt sich daraus ein Polynom entwickeln, dessen Nullstellen  $\sin(\varphi_i)$  betragen. Mit solchen Polynomen lassen sich das 5-, 17- und 257-Eck einfacher konstruieren als aus Kosinus-Funktionen „à la Gauss“. Aus Platzgründen wird das hier nicht weiter erläutert.

Die Gleichung (2) hat den Nachteil, dass  $\sin(\varphi_1)$  hoch zwei erscheint. Carl Schick machte eine weitere entscheidende Entdeckung: Man kann aus der Figur oben auch eine lineare Beziehung lesen, nämlich eine für die Winkel:

$$\varphi_2 = 90^\circ - 2|\varphi_1| \quad (3)$$

Das Betragzeichen ist für Punkte C im unteren Quadranten nötig.

### Ganzzahlig

Gleichung (3) führt zu einem sehr eleganten Algorithmus, in welchem nur ganze Zahlen vorkommen.

Wir schreiben neu  $\varphi_i = 90^\circ \cdot q_i/n$  und wählen als ersten Wert  $q_1 = 1$ .

Der Algorithmus lautet:

$$q_{i+1} = n - 2|q_i|. \quad (4)$$

Er wird fortgesetzt, bis  $q_i = \pm q_1$  ist, und liefert als Beispiel für  $n = 7$  die Folge  $q = \{1, 5, -3, 1, 5, \dots\}$ . Das kann man sehr leicht von Hand oder sogar im Kopf nachrechnen! Man notiert sich die Zahlenfolge der ersten Periode. Für wenige Zahlen  $n$  sind die Zahlenfolgen in der Tabelle unten wiedergegeben, auch für die Zahl  $n = 7$ . Übrigens die Figur eingangs ist für  $n = 7$  konstruiert. Im nächsten Schritt gibt es ein C im unteren Quadranten, was  $q = -3$  entspricht. (Für exakte Leser: Wählen Sie  $q_1 = -1$ , wenn  $(n-1)/2$  gerade ist, dann entfällt das  $\pm$  Zeichen in  $q_i = \pm q_1$ .)

## Ergebnisbeispiele

$n$	$q$	$m$	$B$	Resultat
3	{1}	1	1	$H$
5	{-1, 3}	2	1	$H$
7	{1, 5, -3}	3	1	$H$
9	{-1, 7, -5} oder {3}	3	4/3	$Z, n=3^3$
11	{1, 9, -7, -3, 5}	5	1	$H$
13	{-1, 11, -9, -5, 3, 7}	6	1	$H$
15	{1, 13, -11, -7} oder {-3, 9} oder {5}	4	7/4	$Z, n=3^5$
17	{-1, 15, -13, -9} oder {3, 11, -5, 7}	4	2	$W$
19	{1, 17, -15, -11, -3, 13, -7, 5, 9}	9	1	$H$
...				
31	{1, 29, -27, -23, -15} oder {-3, 25, -19, -7, 17} oder {5, 21, -11, 9, 13}	5	3	$W$
...				
341	{-1, 339, -337, -333, -325, -309, -277, -213, -85, 171} oder {3, 335, ...} auch kürzer! {11, 319, -297, -253, -165} etc.	10	17	$Z, n=11^3$

### Legende zur Tabelle

$n$  eine ungerade Zahl grösser als 1.

$q$  die Zahlenfolge, die sich aus dem Algorithmus ergibt. Sie setzt sich periodisch fort, also  $q = \{1, 5, -3, 1, 5, -3, \dots\}$  bei  $n = 7$ .

(Jedes ungerade  $q$  mit  $1 \leq q \leq n-2$  kommt genau einmal vor.)

$m$  die Periodenlänge der Zahlenfolge, die  $q = \pm 1$  enthält.

( $m$  heisst bei Carl Schick pes-Wert.)

$B$  entscheidender Parameter für das Resultat mit  $B = (n-1)/2m$ .

$H$  harte Primzahl, folgt aus  $B = 1$ .

$W$  weiche Primzahl, folgt **meistens! aus ganzzahligem  $B > 1$** .

$Z$  zusammengesetzte Zahl,

a) wenn  **$B$  ein Bruch** ist, oder

b) selten bei **ganzzahligem  $B > 1$** , Beispiel oben  $341 = 11^3$ .

Im Falle b) kann das folgende Verfahren angewendet werden:  
Sei  $f$  das Doppelte des grössten Primfaktors von  $m$ , dann könnten  $t_{1,2} = k_{1,2} \cdot f + 1$  mit ganzzahligen  $k_{1,2}$  ein Teiler-Paar von  $n$  sein. Bei  $n = 341$  trifft das zu mit  $f = 2 \cdot 5 = 10$  und  $k_1 = 1 \rightarrow t_1 = 1 \cdot 10 + 1 = 11$  oder  $k_2 = 3 \rightarrow t_2 = 3 \cdot 10 + 1 = 31$ . Werden keine Faktoren gefunden, so ist  $n$  eine weiche Primzahl.

## Ein Überblick

Im Intervall  $1 < n < 100'000$  gibt es 5'413 harte Primzahlen, 4'179 weiche Primzahlen und 40'408 zusammengesetzte ungerade Zahlen. Einzig 44 Zahlen mit ganzzahligem  $B$  sind zusammengesetzt (Resultat  $Z$  statt  $W$ ). Das Verhältnis von ca. 56% harten zu 44% weichen Primzahlen konnte bis  $n < 2'000'000$  geprüft werden. Die Unterteilung in harte und weiche gilt nicht universell. Sie gilt für die 2 in Formel (4). Verwandte Algorithmen mit 3, 5, 7 etc. ergeben andere, nicht voll deckende Unterteilungen.

## Abschliessend

Wenn man den Algorithmus von Carl Schick auf eine ungerade Zahl  $n$  anwendet und  $B = 1$  findet, so ist  $n$  prim, findet man ein ganzzahliges  $B > 1$ , so ist dieses  $n$  mit grosser Wahrscheinlichkeit ebenfalls prim.

Gerold Brändli mit Unterstützung von Carl Schick

## Literatur

Carl Schick: *Trigonometrie und unterhaltsame Zahlentheorie*, Zürich 2003, ISBN 3-9522917-0-6

Carl Schick: *Weiche Primzahlen und das 257-Eck*, Zürich 2008, ISBN 978-3-9522917-1-9

Privat erhältlich bei: Carl Schick, Ackermannstrasse 25, 8044 Zürich  
ein Vorbild sein?

## Die Schweiz im europäischen Strommarkt und die Rolle der EICom

Die Schweiz im geografischen Herzen von Westeuropa nimmt im europäischen Stromnetzverbund eine wesentliche Rolle ein. Der Grundstein hierfür wurde 1958 mit der Inbetriebnahme des Sterns von Laufenburg, einer Schaltanlage im Übertragungsnetz, in welcher die 380kV-Übertragungsnetze von Deutschland, Frankreich und der Schweiz erstmals gekoppelt wurden, gelegt. Mittlerweile bestehen über 40 Kuppelstellen zwischen der Schweiz und dem benachbarten Ausland im Übertragungsnetz sowie weitere Möglichkeiten des grenzüberschreitenden Stromaustauschs auf tieferen Spannungsebenen im Verteilnetz. Technisch sind mittlerweile die gesamte Europäische Union sowie auch die EFTA-Staaten (ohne Island) miteinander vernetzt und können Elektrizität austauschen.

Im Jahr 2011 haben die Schweizer Kraftwerke 59.3 TWh (1 TWh = 1'000'000'000 kWh) elektrische Energie erzeugt, während im gleichen Zeitraum 57.5 TWh verbraucht wurde. Zählt man die Netzverluste, die für den Betrieb der Pumpen in Pumpspeicherkraftwerken benötigte Energie und den Eigenbedarf der Kraftwerke hinzu, war der Verbrauch im 2011 63.3 TWh. Die Schweiz importierte also 2011 netto 4 TWh. Über das Schweizer Übertragungsnetz wurden darüber hinaus zusätzliche 27 TWh zwischen den Nachbarländern ausgetauscht (Transit), wobei hier die Energie hauptsächlich vom «Schweizer Norddach» (Grenzen zu Frankreich, Deutschland und Österreich) zur Südgrenze (Italien) fließt. Die Abbildung illustriert die Energieflüsse zwischen der Schweiz und den Nachbarländern für das Jahr 2011. Zum Vergleich: Ein Durchschnittshaushalt in der Schweiz verbraucht ca. 4500 kWh pro Jahr.

Der Energieaustausch zwischen Ländern ist insbesondere durch wirtschaftliche Interessen begründet, die technische Notwendigkeit ist tendenziell sekundär, nimmt aber aufgrund der Verbrauchsentwicklung und der veränderten Stromproduktionscharakteristika durch stochastische Stromerzeugung (Wind, Fotovoltaik) stetig zu. Die Europäische Union treibt daher die Liberalisierung der Strommärkte voran, um jedem Konsumenten zu jedem Zeitpunkt den Zugang zum möglichst billigsten Stromanbieter zu gewähren. Im Unterschied zu anderen Energieträgern

ist Elektrizität nur schwer speicherbar, weshalb der (Markt-)Wert einer kWh stark abhängig vom Zeitpunkt des Verbrauchs ist.

Mit dem Ziel, auch die Ortsabhängigkeit des Marktwerts einer kWh so weit möglich zu reduzieren und einen diskriminierungsfreien Markt für alle Stromverbraucher und –erzeuger zu schaffen, werden im Rahmen des dritten Energiepakets der EU die Stromnetze (Übertragungsnetze, Verteilnetze) als natürliche Monopole rechtlich von der Stromerzeugung getrennt. Das dritte Energiepaket besteht aus diversen Verordnungen und Richtlinien, welche die Errichtung eines EU-weit harmonisierten Strom- und Gasbinnenmarktes ermöglichen sollen. Auch die Schweiz hat mit der Inkraftsetzung des Stromversorgungsgesetzes (StromVG) einen wesentlichen Schritt in die gleiche Richtung gemacht. Netze und Produzenten wurden rechtlich getrennt und das Übertragungsnetz per 1.1.2013 vollständig in die nationale Netzgesellschaft Swissgrid übertragen. Die Verteilnetze verblieben nahe bei den Produzenten sind aber juristisch von den übrigen Tätigkeiten (Stromerzeugung, Forschung und Entwicklung, etc.) getrennt und unterliegen der Aufsicht durch die Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom (siehe Kasten). Für den effektiven Energiemarkt hat sich die Schweiz für ein zweistufiges Vorgehen entschieden: Per 1.1.2008 wurden zunächst Grosskunden mit einem Verbrauch von 100'000 kWh und mehr jährlich in die freie Marktwirtschaft entlassen, während für Kleinverbraucher nach wie vor durch die ElCom regulierte Tarife gelten. Es ist vorgesehen, dass in wenigen Jahren auch Kleinverbraucher ihren Stromanbieter und somit den billigsten Lieferanten frei wählen dürfen. Dies widerspiegelt sich bereits heute im Aufbau der Stromrechnung jedes Haushalts: die Kosten für den Energietransport (Netze) sind von den effektiven Kosten der Energie (Erzeugung) getrennt aufgeführt.

Im grossräumigen, europaweiten Kontext folgt daraus, dass die Energie innerhalb von Europa frei gehandelt werden kann. Der Transport der Energie über die Übertragungsnetze ist dabei in der Vision der EU vom gesamteuropäischen Energiebinnenmarkt nicht von Belang. Dazu gibt es einerseits Strombörsen und andererseits Direktgeschäfte zwischen zwei Stromhändlern (Over the Counter-Geschäfte). Gehandelt werden Langfristprodukte (Jahresprodukte, Monatsprodukte; d.h. x MW konstant für ein Jahr oder einen Monat), kurzfristige Produkte am Vortag der Lieferung (day-ahead) und innerhalb des Tages (Intraday). Die Anbieter stellt

sein Angebot für eine gewisse Anzahl MW in einer bestimmten Zeitspanne an eine Börse. Demgegenüber stellen auch die Interessenten ihre Kaufgebote an die Börse. Nach Börsenschluss für ein bestimmtes Zeitfenster (Jahre, Monat, Tag, Stunde, Viertelstunde) reiht die Börse sämtliche Angebote beginnend mit dem tiefsten Preis auf bis die Nachfrage (Kaufgebote) gedeckt ist. Der Grenzpreis – Schnittpunkt zwischen dem Angebot, welches gerade noch die Nachfrage deckt, und der Nachfrage zu diesem Zeitpunkt – entspricht dann dem Marktpreis für die Energie in diesem Zeitraum.

Sämtliche Geschäfte, und dazu gehören auch die Lieferungen an die Verteilnetzbetreiber zur Versorgung der Endkunden wie auch die erwartete Produktion von sämtlichen Erzeugungsanlagen, werden in einem Viertelstundenraster an die Swissgrid geschickt, welche dann prüft, ob die Netzkapazität für alle gemeldeten Energielieferungen ausreicht. Falls nicht, müssen die Fahrpläne angepasst werden. Die internationalen Stromgeschäfte werden dabei den nationalen überlagert. Aus der historischen Entwicklung der Stromnetze ergibt sich jedoch, dass die Übertragungsnetzkapazität für die Energielieferungen innerhalb eines Landes und die internationalen Geschäfte häufig nicht ganz ausreicht. Mit Hilfe von täglich durchgeführten Simulationsrechnungen sieht Swissgrid im Voraus, wo das Übertragungsnetz unter Berücksichtigung der vorgesehenen Netzschaltungen und der gemeldeten Fahrpläne in Überlast gehen könnte oder vorgeschriebenen Sicherheitsmargen verletzt würden. In der Schweiz sind häufig die Bereiche im Mittelland oder im Unterwallis davon betroffen. Zur Verhinderung von solchen vorhersehbaren Überlastsituationen werden die Netzengpässe mathematisch an die Landesgrenze projiziert, so dass für den internationalen Stromhandel die Landesgrenzen als Engpass gelten. Will nun ein Händler ein internationales Geschäft abschliessen, muss er zunächst dafür schauen, dass das Übertragungsnetz überhaupt in der Lage ist, die Lieferung zu transportieren. Gemäss dem StromVG aber auch dem europäischen Recht muss die Netzkapazität nach marktbasieren Prinzipien vergeben werden. Dazu können für alle gehandelten Energieprodukte die entsprechenden, grenzüberschreitenden Netzkapazitäten ersteigert werden. Aus den Simulationsrechnungen erhält die Swissgrid beispielsweise einen Wert, wie viel Elektrizität von Deutschland in die Schweiz fließen kann, ohne dass das Schweizer Netz überlastet wird. Auf deutscher Seite wird ebenfalls berechnet, wie viel Energie aus Deutschland in die Schweiz fließen

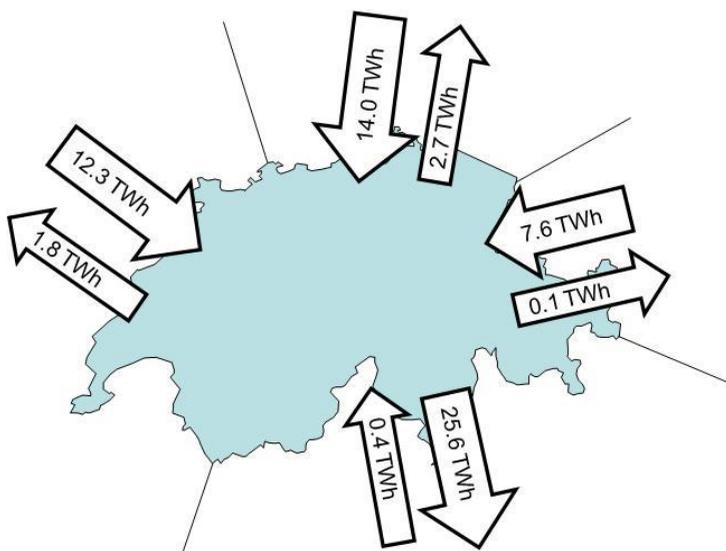
darf, ohne dass das deutsche Netz überlastet wird. Der kleinere von beiden errechneten Werten ergibt anschliessend die sogenannte Net Transfer Capacity (NTC in MW). Diese Kapazität wird dann dem Auktionsbüro gemeldet, so dass es von den Händlern ersteigert werden kann. Die Erlöse aus den Auktionen fliessen dann hälftig an beide Übertragungsnetzbetreiber. Die EICom reguliert gemäss dem StromVG die Verwendung dieser Erlöse (Tarifsenkungen, Finanzierung von Netzausbauten) und überwacht auch, ob die Auktionen diskriminierungsfrei und dem StromVG entsprechend durchgeführt werden.

Die Netzengpässe erklären auch die unterschiedlichen Preise in den verschiedenen europäischen Ländern: Während der an der Börse bestimmte Strompreis in Deutschland und Frankreich eher tief ist, herrscht beispielsweise in Italien ein deutlich höheres Preisniveau als in der Schweiz. Dies ist der Grund, warum jährlich gegen 30 TWh durch die Schweiz von Nord nach Süd transportiert werden. Abhängig von der Nachfragesituation kann jedoch der Energiefluss komplett gedreht werden. Bei extremen Kälteperioden wird beispielsweise Frankreich mit seinen vielen elektrisch geheizten Haushalten vom Exporteur zum Importeur. Preislich spiegelt sich dies sehr deutlich in den Börsenpreisen wieder: Während der Strompreis an der französischen Börse im Sommer um die 4 cts/kWh beträgt, stieg er im extrem kalten Februar 2012 für gewisse Stunden auf über 2 €/kWh. Auch im Tagesverlauf sind erhebliche Preisschwankungen festzustellen, die sehr direkt mit dem Zusammenspiel Angebot/Nachfrage verbunden sind.

Weichen die effektive Stromproduktion und der effektive Stromverbrauch von den Fahrplänen ab, greifen die sogenannten Systemdienstleistungen ein und gleichen die Abweichungen so aus, dass die Netzfrequenz und damit der gesamte Netzbetrieb stabil bei 50 Hertz bleiben. Auch diese Systemdienstleistungen werden grenzüberschreitend ausgetauscht.

Das StromVG sieht für die Schweizer Stromkunden eine stabile und sichere, aber auch effiziente Stromversorgung vor. Durch die Lage der Schweiz in Europa und ihre starke elektrische Vermaschung mit dem europäischen Stromnetz wird die Schweiz – unabhängig vom Ausgang der aktuellen Verhandlungen mit der EU über ein Stromabkommen – eine gewichtige Rolle im europäischen Netzverbund spielen. Die EICom ist

daher bestrebt, die technische Notwendigkeit der Integration der Schweiz im europäischen Strombinnenmarkt hervorzuheben, so dass die Schweiz auch unter fairen Bedingungen an diesem Markt teilnehmen kann. Einerseits erhält die Schweiz so Zugang zu günstigen Stromproduktionsanlagen im Ausland und kann ihre Versorgungsunterdeckung decken, andererseits ist die Schweiz ein bedeutendes Stromtransitland und kann mit ihren flexiblen Speicherkraftwerken helfen, den europäischen Netzverbund stabil zu halten. Die EICom ist dazu in verschiedenen, internationalen Arbeitsgruppen tätig und begleitet die Integration des Schweizer Strommarktes in Europa eng. Ein aktuelles Projekt zur Integration ist die Einführung eines effizienteren Handels von Intradayprodukten zwischen Deutschland, Frankreich und der Schweiz. Anstelle der getrennten Beschaffung von Netzkapazität und Energie gemäss den Ausführungen zuvor, werden neu NTC und die Gebotsbücher zusammengelegt, so dass die Händler direkt auf Gebote im Nachbarland zugreifen können, ohne sich um die Netzkapazität kümmern zu müssen. Diese Zusammenlegung kennt man unter dem Begriff „Market Coupling“. Die EU plant, langfristig für die day-ahead und Intraday-Produkte ein Market Coupling über alle Länder einzurichten. Sie kommt damit ihrer Vision von der Ortsunabhängigkeit der Strompreise deutlich näher. Die Schweiz ist bestrebt, an diesem Markt teilnehmen zu können.



**Abb.1** Stromimporte und –exporte 2011 (Quelle: Swissgrid)

## **Die EICom**

Die Eidgenössische Elektrizitätskommission (EICom) hat die Aufgabe, den Schweizerischen Strommarkt zu überwachen und sicherzustellen, dass das Stromversorgungsgesetz (StromVG) eingehalten wird. Als unabhängige staatliche Regulierungsbehörde begleitet die Kommission den Übergang der monopolistisch geprägten Elektrizitätsversorgung hin zu einem wettbewerbsorientierten Elektrizitätsmarkt. Dabei hat die EICom unter anderem die Aufgabe, die Strompreise im Grundversorgungsbereich zu überwachen. Andererseits muss die EICom sicherstellen, dass die Netzinfrastruktur weiterhin unterhalten und bei Bedarf ausgebaut wird, um auch in Zukunft die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Im europäischen Stromaustausch bestimmt sie die Verfahren für die Zuteilung von Netzkapazität bei Engpässen in grenzüberschreitenden Leitungen und koordiniert ihre Tätigkeit mit den europäischen Stromregulatoren.

Die EICom setzt sich aus sieben unabhängigen, vom Bundesrat gewählten Kommissionsmitgliedern sowie dem Fachsekretariat zusammen. Sie untersteht keinen Weisungen des Bundesrates und ist von den Verwaltungsbehörden unabhängig.

Mehr Informationen unter [www.elcom.admin.ch](http://www.elcom.admin.ch)

André Hügli, Fachspezialist Netze und Europa beim Fachsekretariat der EICom

## **Quellen**

[www.swissgrid.ch](http://www.swissgrid.ch)

[www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

## Klimaschock – Hollywood-Fantasie oder reelle Möglichkeit?

*«Jetzt ist die Erde umkreist, und die Selbstumzingelung der Menschheit tritt in ihre dramatische Phase» Peter Sloterdijk*

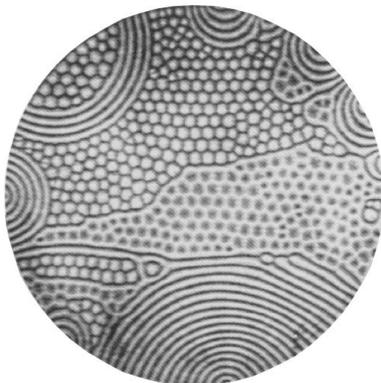
Im Film *The Day after Tomorrow* stürzt Tropopausenluft mit einer Temperatur von  $-50^{\circ}\text{C}$  herunter und lässt eine im Wind flatternde Fahne in Sekundenschnelle erstarren. Dies widerspricht den sichersten physikalischen Grundlagen. Würde man  $-50$  grädige Luft in 12 km Höhe in einen Plastiksack füllen und schnell auf Meeresebene herunterbringen, würde sie durch den siebenfachen Druck auf einen Bruchteil des Volumens komprimiert und dadurch um 120 Grad auf  $+70^{\circ}\text{C}$  erwärmt. Zur Überwindung des Auftriebes müsste Energie aufgewendet werden, um den Plastiksack auf den Boden herabzuziehen. Tropopausenluft kann also nicht von selbst herunterfallen, die kalte Luft bleibt oben, der Zustand ist stabil.

### *Komplexe Systeme können umkippen*

Die Grundidee des Films ist jedoch nicht falsch. Komplexe (d.h. zusammengesetzte) Systeme haben verblüffende Eigenschaften. So können sie sich, wie durch Geisterhand gesteuert, selbst organisieren, aber auch plötzlich in einen anderen Zustand umkippen oder sich total chaotisch und unvorhersagbar verhalten! Vor allem das beim Menschen gut bekannte unvorhersagbare Verhalten wurde durch die Physiker und Chemiker lange ins Reich der Biologie oder Psychologie verbannt. Henri Poincaré lieferte jedoch bereits 1899 den mathematischen Beweis für die Möglichkeit von Chaos in physikalischen Systemen. Und dies ausgehend von Grund der deterministischen Newton'schen Bewegungsgleichungen für einen kleinen Probekörper (z.B. einen Satelliten) im Gravitationsfeld von zwei grossen Körpern (z.B. Erde und Mond). Dieses sog. Dreikörperproblem lässt sich nicht analytisch lösen, die Bahn des Probekörpers kann nicht durch eine geschlossene mathematische Formel ausgedrückt werden. Poincarés Beweis war aber so kompliziert und abstrakt, dass kaum jemand daran glaubte. Seine Schlussfolgerungen wurden jedoch vielfach veröffentlicht und lauteten: *«... , il peut arriver que de petites différences dans les conditions initiales en engendrent de très grandes dans les phénomènes finaux; une petite erreur sur les premières produirait une erreur énorme sur les derniers. La prédiction devient impossible et nous avons le phénomène fortuit.»*

Ein Beispiel soll diese Aussage erläutern: Nehmen wir an, eine sich selbst überlassene Marssonde (ohne Kurskorrekturen durch mitgeführte Raketenantriebe) würde nach einer gewissen Zeit durch den Mars eingefangen und ihn dann umkreisen. Poincarés Schlussfolgerungen bedeuten, dass der kleinste Fehler in den Anfangsbedingungen (Richtung und Geschwindigkeit an der Abschussstelle) bewirken könnte, dass die Sonde den Mars verpasst und stattdessen auf eine Jupiterbahn einschwenkt! Wir wissen heute, dass Raumfahrt ohne Kurskorrekturen unmöglich ist, Poincaré hatte recht!

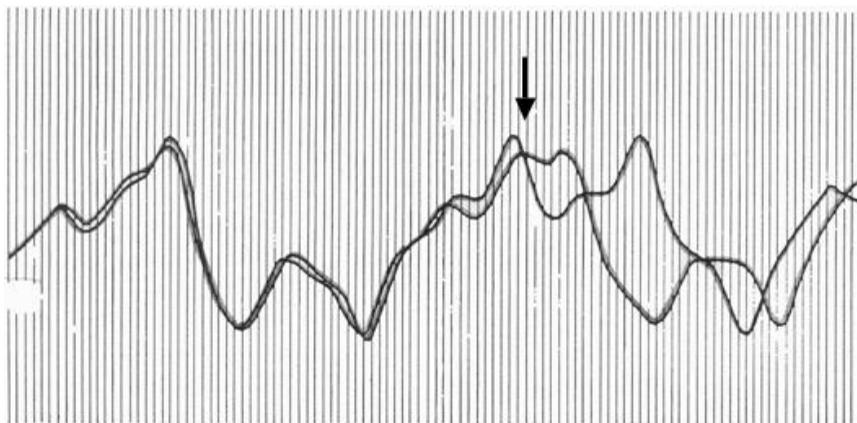
Ein weiteres Experiment beschäftigte die Physiker um 1900: Wie bewegt sich eine von unten geheizte Flüssigkeit? Stellen Sie sich eine Wasserpfanne auf einer elektrischen Kochplatte vor. Bereits 1901 hat Bénard in Paris entsprechende Experimente durchgeführt und war fasziniert von Rollen und Hexagone, die von selbst entstanden (Abb. 1), wenn man sehr langsam und gleichmässig heizt.



**Abb.1** Rayleigh-Bénard Konvektion in einer 0.4 mm dicken  $\text{SF}_6$ -Schicht, die von unten beheizt wurde. Gleichzeitig sind Rollen und Hexagone sichtbar. Die Bewegung der Flüssigkeit wurde mit feinem Aluminiumpulver sichtbar gemacht, das sich wie Staub im Wohnzimmer dort ablagert, wo die horizontalen Geschwindigkeiten am kleinsten sind (aus: Europhysics News **27**, 1996)

Dem berühmten Lord Rayleigh ist 1917 eine mathematische Beschreibung dieses Experimentes gelungen. Er fand sowohl die Rollen als auch Hexagone als Lösungen seines Gleichungssystems. Seither bezeichnen Physiker diese Anordnung als Rayleigh-Bénard Experiment. Da auch die Atmosphäre im Vergleich zur Erde eine sehr dünne Schicht ist, die von unten beheizt wird (die Sonne strahlt durch die Atmosphäre hindurch, wärmt den Boden und dieser wärmt die Luft von unten her), entstehen in der Atmosphäre analoge Strukturen. Der Physiker und theoretische Meteorologe Edward Lorenz wollte am MIT Anfang 60er Jahre mit einem für heutige Begriffe primitiven Computer (Royal Mc Bee: 384 kg, 1.5 kW Stromverbrauch, 113 Röhren, 16 kByte Magnettrommel-Speicher) diese Rayleigh-Gleichungen simulieren. Leider ist eine analytische Lösung mit Bleistift und Papier nicht möglich, deshalb der Simulationsversuch von Lorenz mit Hilfe des Computers. Aus irgendeinem Grund wollte

Lorenz eine seiner vielen Rechnungen wiederholen und stellte dabei erstaunt fest, dass das Resultat ab einer gewissen Zeit völlig anders war (Abb. 2).

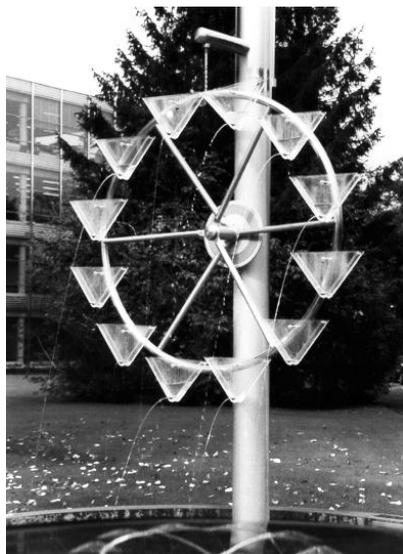


**Abb. 2** Originalplot von Lorenz 1961 mit den beiden Kurven, die er als ähnlich erwartet hatte. Die Zeit verläuft von links nach rechts. Vertikal ist die Drehgeschwindigkeit der simulierten Rollen dargestellt (etwa auf halber Höhe ist die Drehgeschwindigkeit null, oberhalb drehen die Rollen rechtsherum, unterhalb linksherum). Die kleinen Abweichungen in der linken Bildhälfte entsprechen den Erwartungen von Lorenz. Überrascht war er aber vom plötzlichen Auseinanderdriften der beiden Kurven nach der durch den Pfeil markierten Stelle. Das System durchläuft dort eine kritische Konstellation (aus Gleick 1987, S. 17).

Was war passiert? Lorenz musste alle Anfangszahlen der Simulation von Hand eintippen und dabei dachte er, dass statt der ursprünglich eingegebenen 5 Stellen nach dem Komma deren 3 auch ausreichen dürften. Der riesige Effekt in der rechten Bildhälfte entstand also aus der winzigen Abweichung in den Anfangsbedingungen, genau wie dies Poincaré 60 Jahre früher behauptet hatte! Lorenz nannte die grosse Empfindlichkeit des Systems auf kleine Störungen den *Schmetterlingseffekt*: Ein Schmetterling in der Luft könnte bewirken, dass ein verheerendes Gewitter sich statt in Aarau in Solothurn entlädt! Dies würde aber heissen, dass gewisse Phänomene unvorhersagbar sind, auch wenn man beliebig genau rechnen könnte. Dies widersprach zutiefst dem Weltbild der Physiker! Der Schock sass so tief, dass Lorenz seine bahnbrechende Entdeckung erst 1963 veröffentlichte. Mit niederschmetterndem Resultat: Keine Reaktion der Physiker; seine Publikation wurde rund ein Jahrzehnt ignoriert, sie war zu unglaublich! Erst in den 70er Jahren begann die Erkenntnis zu reifen, nachdem Mathematiker ähnliche Instabilitäten in

ganz einfachen nichtlinearen mathematischen Abbildungen entdeckten und auch ohne Computer erklären konnten. Der Schmetterlingseffekt war also nicht ein blosser Computereffekt, wie viele glaubten! Etwa gleichzeitig erkannte ein Mathematiker am MIT, dass die Lorenz-Gleichungen auch die Bewegungen eines speziellen Wasserrades beschreiben, das daraufhin gebaut wurde. Und siehe da, der Schmetterlingseffekt konnte auch an einem richtigen physikalischen System gezeigt werden! Das Interesse am Lorenz-Paper explodierte nun förmlich und es gehört heute zu den meistzitierten wissenschaftlichen Arbeiten. Was wirklich geschah, wurde erst später klar. Wir wissen heute, dass ein komplexes System kritische Konstellationen durchläuft. Dies sind Zustände, bei denen sich die Trajektorien verhalten wie diejenigen von Wassertropfen, die auf einen Alpenpass fallen: ein Millimeter kann entscheidend sein, ob ein Wassertropfen in den Atlantik oder ins Mittelmeer fliesst! Hat der Tropfen seine Reise begonnen, kann man gute Voraussagen über seinen weiteren Verlauf machen. Ganz analog ist auch ein chaotisches System streckenweise gut prognostizierbar. Durchläuft es aber eine kritische Konstellation, hängt der weitere Verlauf von kleinsten (atomaren) Fluktuationen ab.

Auf dem Campus der FHNW in Brugg-Windisch wurde 1999 ein ähnliches Lorenz-Wasserrad mit einem Durchmesser von 2 m aufgebaut (Abb. 3) und dient den Studenten als Anschauungsmaterial im Zusammenhang mit Vorlesungen über komplexe Systeme.



**Abb. 3** Lorenz-Wasserrad auf dem Campus der FHNW in Brugg-Windisch. Der Wasserzufluss befindet sich genau über der Drehachse, so dass Drehungen nach rechts und nach links gleich wahrscheinlich sind. Jede der 12 Schalen hat ein Loch, durch das das Wasser abfließt. Die Scheibe auf der Drehachse ist eine Wirbelstrombremse, die umso wirksamer ist, je schneller sich das Wasserrad dreht. Wasserzuflussrate und Bremsstärke sind so eingestellt, dass die Bewegung des Wasserrades chaotisch ist: Es dreht sich unregelmässig rechts- und linksherum. Die grosse Tanne im Hintergrund fiel dem Sturm Lothar zum Opfer.

Eine mathematische Simulation dieses Wasserrades findet sich im Internet. Da sich Wasserzuflussrate und Bremsstärke beliebig einstellen lassen, kann man damit interessante Experimente durchführen. Die Simulation zeigt, dass ein Wassertropfen mehr in einer einzigen Schale die Drehgeschwindigkeit nach gut einer Minute wesentlich beeinflusst (Schmetterlingseffekt). Die Drehgeschwindigkeit kann höchstens über wenige Minuten vorherberechnet werden, weil das System im Mittel alle rund 100 Sekunden eine kritische Konstellation durchläuft. Dort beeinflussen unbekannte Störungen in der Grössenordnung eines Wassertropfens den weiteren Verlauf entscheidend. Eine Prognose über eine kritische Konstellation hinweg ist nicht möglich.

Das Wasserrad zeigt auch den Umkippeffekt: Die Parameter können so gewählt werden, dass sich das Rad mit konstanter Drehgeschwindigkeit im Uhrzeigersinn dreht. Die Bewegung ist sehr stabil; auch grosse Störungen bringen das Wasserrad nicht aus der Ruhe, es kehrt immer wieder in die alte Drehbewegung zurück. Erhöht man die Wasserzuflussrate um 20%, wird es etwas schneller, was plausibel ist. Jeder Ingenieur würde erwarten, dass wenn nach einer Minute der ursprüngliche Wasserzufluss wieder eingestellt wird, das Wasserrad auch die ursprüngliche gleichmässige Drehung wieder findet (Motto: gleiche Parameter, gleiches Verhalten). Dem ist nicht so: nach einer weiteren Minute pendelt das Wasserrad hin und her! Wiederum ist auch diese Pendelbewegung recht stabil gegenüber Störungen. Offensichtlich sind bei denselben Parameterwerten beide Zustände (Drehung, Pendel) stabil; man nennt dies Multistabilität. Der Übergang vom einen in den anderen Zustand geschieht abrupt und überraschend und kann ab einem *point of no return* nicht mehr vermieden werden.

*Welche Systeme haben ähnliche Eigenschaften wie das Wasserrad?*

Sehr viele Arbeiten haben in den vergangenen 40 Jahren gezeigt, dass alle erwähnten Eigenschaften des Wasserrades (und noch weitere) nur dann auftreten können, wenn folgende (notwendigen) Bedingungen erfüllt sind:

- das System muss aus mindestens drei Teilsystemen bestehen (mathematisch formuliert durch drei Differentialgleichungen), die sich gegenseitig beeinflussen (zirkuläre Kausalität)
- mindestens eine Wechselwirkung muss nichtlinear sein

Beim Wasserrad sind beide Bedingungen erfüllt. Es kann durch drei gekoppelte Differentialgleichungen beschrieben werden und zwei davon enthalten nichtlineare Terme. Die zirkuläre Kausalität sieht man folgen-

dermassen: wenn sich das Rad schneller dreht, fällt weniger Wasser in die Schalen; dadurch sinkt das durch sie erzeugte Drehmoment, was die Drehgeschwindigkeit beeinflusst. Für die meisten Menschen ist zirkuläre Kausalität sehr schwer verständlich, obwohl sie in der Biologie, der Ökonomie und in der Politik vorherrschend ist! Das Ursache-Wirkung-Modell versagt immer dann, wenn das System sich durch Einwirkungen selbst verändert. Ein Beispiel sind politische Massnahmen, die auf Grund der Reaktion der Bürger das Gegenteil bewirken. Beim Wasserrad: Man will erreichen, dass das Rad schneller dreht und pumpt mehr Wasser rein. Resultat: Das Rad dreht überhaupt nicht mehr, sondern es pendelt!

Besonders interessant und wichtig sind die dissipativen Systeme, bei denen ein Energiefluss durch das System erforderlich ist, um es in Funktion zu halten. Ein Beispiel dafür sind Lebewesen, die Nahrung (enthält hochwertige Energie) aufnehmen und Wärme sowie Abfallstoffe (enthalten niederwertige Energie) abgeben. Auch das Wasserrad ist ein dissipatives System: Die Wirbelstrombremse verwandelt hochwertige Bewegungsenergie in niederwertige Wärme. Damit es läuft, muss dauernd elektrische Energie zugeführt werden, um das herunterfallende Wasser wieder hochzupumpen.

Beispiele für gut untersuchte komplexe dissipative Systeme sind folgende:

- Physik: Laser. Durch Elektronen, die von einem höheren auf ein tieferes Energieniveau fallen, wird Licht emittiert. Dieses Licht bewirkt, dass die Elektronen koordiniert fallen. Diese zirkuläre Kausalität ist so ungewohnt, dass Physiker in den 60er Jahren der Meinung waren, ein Laser sei undenkbar.
- Chemie: Belousov-Zhabotinskii-Reaktion. Es werden 5 Flüssigkeiten zusammengemischt und die Mischung wechselt etwa im Minutenrhythmus die Farbe. Weil es dies nach Meinung der Chemiker der 50er Jahre nicht geben konnte, wurde die entsprechende bahnbrechende Publikation durch keine einzige chemische Zeitschrift akzeptiert.

Beide Systeme können sich selbst organisieren (regelmässige Schwingung), kippen aber bei bestimmten Parameterwerten vom einen in einen anderen Zustand oder werden sogar chaotisch. Sie zeigen alle Eigenschaften des Wasserrades!

## *Eigenschaften des globalen Klimasystems*

Um das globale Klimasystem mathematisch zu beschreiben, sind sehr viele Differentialgleichungen nötig, die durch eine Vielzahl von Wechselwirkungen gekoppelt sind. Die meisten Gleichungen enthalten nichtlineare Terme. Ebenso ist das Klimasystem dissipativ: Es funktioniert dank der Sonneneinstrahlung und gibt niederwertigere Energie in Form von Wärmestrahlung an den Weltraum ab. **Es wäre deshalb äusserst erstaunlich, wenn das Klimasystem die Eigenschaften des Wasserrades nicht zeigen würde!** Die europäische und amerikanische Klimaforschung der vergangenen 40 Jahre hat wesentliche diesbezügliche Resultate hervorgebracht: Mit Hilfe des riesigen globalen Netzes von Wetterstationen konnten die Meteorologen zwei Zustände des globalen Atmosphären-Ozean-Systems beobachten, die oft eingenommen werden: El Niño und La Niña. Die Übergänge zu den beiden Zuständen erfolgen abrupt (einige Monate) und unregelmässig (chaotisch?). Die Paläoklimatologie (Eisbohrkerne, Dendrochronologie, Seesedimente, etc.) konnte verschiedene globale Klimazustände während Eis- und Zwischeneiszeiten charakterisieren. Ein gut untersuchtes Beispiel einer regionalen und praktisch irreversiblen Klimaveränderung ist der Übergang von Savannenwald zu Wüste in der westlichen Sahara, der zwischen 5700 und 5200 Jahren vor heute stattfand. Mit Hilfe von Klimamodellen können die heute ablaufenden Klimaveränderungen klar auf die steigenden CO<sub>2</sub>-Konzentrationen zurückgeführt werden. Modelle erlauben auch die Durchführung von reproduzierbaren "Experimenten", um Prozesse zu untersuchen.

### *Sind wir mitten in einer abrupten und irreversiblen Klimaveränderung?*

Der Eis-Albedo-Effekt sorgt dafür, dass die Temperaturzunahmen auf Grund der Klimaveränderungen am Nordpol und z.B. im Engadin besonders gross sind. Im Engadin ist die Jahresmitteltemperatur in den vergangenen 4 Jahrzehnten um 1.6°C angestiegen, was einem Gradienten von 4°C pro Jahrhundert entspricht und eine Erhöhung der Waldgrenze um 250 m bewirkt hat. Dies im Vergleich zu "nur" rund 0.5°C Temperaturanstieg in der Nordhemisphäre. Der Grund für die starke Sensitivität des Engadins ist die Schneedecke, die einen grossen Teil (für Neuschnee bis gegen 90%) der einfallenden Sonnenstrahlung reflektiert. Ohne Schneedecke wird im Sommerhalbjahr nur ca. 20% reflektiert, der Rest wird absorbiert und erwärmt den Boden. Beim Auftauen des Schnees verändert sich der Strahlungshaushalt schlagartig, was einer starken Nichtlinearität entspricht. Insgesamt ergibt sich eine Rückkopplung (zirkuläre Kausalität): Je höher die Lufttemperatur, desto früher schmilzt der Schnee im Frühling und desto später bildet sich eine

Schneedecke im Herbst. Dies bewirkt eine vergrößerte Wärmeaufnahme des Bodens (Summe über das ganze Jahr) und dadurch eine Erhöhung der mittleren Lufttemperatur! Derselbe Rückkoppelungsprozess bewirkt die beobachtete starke Temperaturzunahme am Nordpol. Eine Forschungsgruppe der Universität Zürich betreibt eine Wetterstation in der sibirischen Arktis auf 71 °N (Länge etwa wie Japan). Das Jahresmittel betrug -14 °C und die mittlere Julitemperatur 9 °C. In den vergangenen 5-6 Jahren stieg die mittlere Julitemperatur jedoch auf 14.5 °C und im Juli 2012 wurde eine Rekordtemperatur von 32 °C (an einem bestimmten Tag) gemessen!

Das Packeis deckt im Winter die gesamte Polkappe bis zu den Küsten ab und erstreckt sich über 9 Mio. km<sup>2</sup>. Die Ausdehnung im September zeigte einen langsamen Rückgang von 6.5 Mio. km<sup>2</sup> im Jahr 1979 auf 5 Mio. km<sup>2</sup> im Jahr 2006. Dann zog sie sich in nur 6 Jahren auf 3.4 Mio. km<sup>2</sup> zurück, also sechsmal schneller als vorher. Dies kommt einem Kollaps gleich und deutet auf einen früher nicht massgebenden Rückkoppelungsprozess hin! Es ist erwähnenswert, dass das Packeis schneller zurückgeht als mit allen Modellrechnungen vorhergesagt wurde. Man kann den Klimatologen also keinesfalls Übertreibungen unterstellen: Alle haben die Geschwindigkeit des Prozesses unterschätzt! Dies heisst wiederum, dass es Rückkoppelungen gibt, die in den Modellen noch nicht berücksichtigt sind.

Dazu kommt noch, dass bis vor kurzem der Kohlenstoffgehalt im arktischen Boden um etwa den Faktor 3 unterschätzt wurde. Nach neuesten Erkenntnissen schlummern 380 bis 490 Gt Kohlenstoff in den obersten 3 m des arktischen Bodens. Würde dieser auftauen (und dies geschieht bei den hohen Julitemperaturen recht schnell), hätte dies eine CO<sub>2</sub>-Emission (Abbau durch Bodenbakterien) zur Folge, die den globalen anthropogenen Emissionen über 50 Jahre entspricht. Dies ergäbe eine zusätzliche starke Rückkoppelung und würde die Übergangszeit in einen zukünftigen Klimazustand verkürzen auf wahrscheinlich wenige Jahre.

Die aktuellen Fragen sind nun: Wie sieht dieser neue Klimazustand mit im Sommer eisfreiem Nordpol aus? Geschieht dies wirklich und wann? Kann man diesen Übergang noch vermeiden? Es ist zu befürchten, dass das Klima schneller ist als die Wissenschaft. Der Ozeanexperte Peter Wadhams vermutet, dass der *point of no return* für den Übergang in einen weitgehend unbekanntem neuen Zustand unseres Planeten in 2-3 Jahren erreicht sein wird. Dann wird die Summe der am Nordpol absor-

bierten Energie grösser werden als die abgestrahlte Energie. So kann die Eisdecke nur noch schrumpfen und der Eisschild kollabiert schliesslich jeden Sommer! Es muss also damit gerechnet werden, dass dies tatsächlich geschieht und zwar bald. Was den neuen Zustand anbelangt, geben die vergangenen Jahre zusammen mit den Klimamodellen erste Vermutungen. Lange bekannt sind zwei Indizes (Druckdifferenzen zwischen je zwei ausgewählten Wetterstationen), einer für die Arktische Oszillation (AO) und einer für die Nordatlantik Oszillation (NAO). Beide Indizes können positiv oder negativ sein und normalerweise sind sie so gekoppelt, dass entweder beide positiv (++) oder beide negativ (--) sind. Die normalen Winter der Vergangenheit waren ++ Situationen: Ein starkes subtropisches Hochdruckgebiet und ein starkes subpolares Tiefdruckgebiet sorgten dafür, dass die kalte arktische Luft am Pol bleibt, so dass warme Winde bis weit in den europäischen und amerikanischen Norden vorstossen können. Es traten früher aber auch -- Situationen auf, bei denen beide Druckzentren schwächer ausgeprägt waren, so dass die kalte Polarluft bis weit nach Europa und Nordamerika vorstossen konnte. Die Winter 2009/10, 2010/11 und 2011/12 legen nahe, dass mit grossen Verlusten von Packeis die -- Situation vorherrschend sein wird mit Schnee und Eis in Mallorca, Rumänien, Washington und Chicago. Der letzte Winter 2011/12 begann mit der normalen ++ Situation, die aber in eine +- Situation nach Mitte Januar 2012 überging mit dem Resultat, dass ganz Nordamerika unüblich milde Temperaturen hatte, währenddem Zentral- und Osteuropa klirrende Kälte ertragen musste.



**Abb. 4** Wie lange noch wird unser Klima mit kalten Wintern und trockenen heissen Sommern kontinentaler werden? Vermutlich wird uns die nähere Zukunft Antworten liefern und die Modelle werden später erklären können, was genau passiert sein wird.

## Literatur

Belousov, B.P.: A periodic reaction and its mechanism, Archiv Belousov 1951. In: Field, R.J. & Burger, M. (eds.): Oscillations and travelling waves in chemical systems, New York, Chichester, Brisbane usw. 1985, S. 605-613. Vgl. auch Einleitung von A.M. Zhabotinskii S. 1-6.

Gassmann, Fritz: Simulation des Lorenz-Wasserrades an der FHNW: Mit Suchmaschine *WaterwheelLab* suchen.

Gleick, James: Chaos — making a new science, New York, London (Ontario) 1987.

Greene, Charles H.: The winters of our discontent, SciAm. Dez. 2012, S. 36-41.

Poincaré, Henri: Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste, Paris 1892.

Poincaré, Henri: Science et Méthode, IV. Le hasard, Flammarion, Paris 1908 (18ème mille 1920, p. 68f.).

Lorenz, Edward N.: Deterministic nonperiodic flow, J. Atm. Sci. 20, 1963, S. 130-141.

Stähli, Fridolin & Gassmann, Fritz: Umweltethik — Die Wissenschaft führt zurück zur Natur, Fortis FH, Aarau, Wien, Köln 2000, 203 S. (Buch bei Autoren erhältlich).

Steffen, Konrad: Massive Klimaschocks werden wahrscheinlicher, AZ-Sonntagszeitung, 4. Nov. 2012.

Wadhams, Peter: The arctic death spiral, SciAm. Dez. 2012, S. 8.

## Naturama-Intern

- Per Ende Januar 2013 verlässt Urs Kuhn, Leiter Bereich Bildung nach 10-jähriger Tätigkeit das Naturama. Seine Nachfolge übernimmt Thomas Flory, langjähriger Mitarbeiter im Bereich Bildung und Naturschutz.
- Für Ostern, unserem beliebtesten Anlass suchen wir tatkräftige Unterstützung von Freiwilligen. Wer hätte Lust an einem der vier Tage (29.3.-1.4.2013) uns beim Betreuen der Bibeli und Chüngel oder bei der Aufsicht im Museum zu helfen? Anmeldung oder weitere Infos unter [k.marti@naturama.ch](mailto:k.marti@naturama.ch).
- Wir suchen eine Aufsichtsperson, die gegen ein Entgelt an Veranstaltungen am Abend und an den Wochenenden anwesend ist. Sie haben Freude an der Museumswelt, sind körperlich fit und bereit Stühle oder Apéro-Tische wegzuräumen, kommen aus der Region Aarau und bringen ein Flair für technische Geräte (Audio-Video, Beamer etc.) mit. Dann melden Sie sich bei [v.sasdi@naturama.ch](mailto:v.sasdi@naturama.ch).

## Einladung zu folgenden Veranstaltungen:

**Donnerstag, 28. Februar 2013, 19:30 Uhr, Naturama**

**Vernissage Aktuelle Vitrine:**

**Aargau - Steinreich: Schätze aus dem Jurameer**

Referat von Dr. Peter Bitterli-Dreher, Geologe und Kenner des Aargauer Juras: "Fossilien erzählen Geschichten".

**Donnerstag, 2. Mai 2013, 19:30 Uhr, Naturama**

**Vernissage Sonderausstellung "Wir essen die Welt"**

Eine Wanderausstellung von Helvetas zu Ernährung heute und morgen.

3. Mai 2013 bis 9. Februar 2014

Die Ausstellung lädt zu einer kulinarischen Weltreise der besonderen Art ein. Sie beleuchtet Zusammenhänge rund um das Essen, Nahrungsproduktion und Handel, Genuss und Geschäft, Hunger und Überfluss, vom frisch Gepflügten bis zum vollen Teller. Besucherinnen und Besucher erwartet eine Erlebniswelt, die sie aus verschiedenen Perspektiven spielerisch erkunden können.

Alle andern Veranstaltungen finden Sie unter [www.naturama.ch](http://www.naturama.ch) oder in unserem Newsletter, den Sie unter [www.naturama.ch/newsletter/new\\_anmeldung.cfm](http://www.naturama.ch/newsletter/new_anmeldung.cfm) bestellen können.

# Einladung zur Generalversammlung 2013

**Mittwoch, 20.03.2013**

19:30 Apéro

**20:00 Vortrag vor der GV**

Herr Gilles Gut präsentiert seine Maturaarbeit, die er an der Neuen Kantonsschule Aarau in Zusammenarbeit mit der EAWAG durchgeführt hat.

„Einfluss der Seebelüftung auf die Ehippia-Länge und Daphnia-Population“

20:30 Pause

**21:00 GV der ANG**

Traktanden

1. Begrüssung
2. Protokoll der GV 2012
3. Bericht des Präsidenten
4. Erfolgsrechnung/Bilanz
5. Mitgliederbeiträge/Budget
6. Mutationen und Wahlen
7. Varia

## **Unterlagen zur GV**

Finanzabschluss 2012, Budget 2013 können ab 04. März auf unserer Homepage ([www.ang.ch](http://www.ang.ch)) eingesehen werden. Diese Unterlagen können bei Bedarf auch beim Präsident der ANG per E-Mail ([f.wenzinger@bluewin.ch](mailto:f.wenzinger@bluewin.ch)) angefordert werden und liegen auch an der GV auf.

Fritz Wenzinger

Präsident ANG

# Protokoll zur ANG Generalversammlung 2012

Datum: 28.3.12  
Zeit: 20:50  
Ort: Mühlbergsaal, Naturama, Aarau  
Teilnehmer: Fritz Wenzinger (Vorsitz)  
Total 34  
Entschuldigt: Samuel Wälty (Revisor), Herbert Mayrhofer, Peter Munz, Barbara Haller, Bernhard Scholl

Vor der GV hielten Sabrina Bosshard und Theresa Brentrup von der Alten Kantonschule Aarau (AKSA) um 20:00 Uhr ein Referat über ihre prämierte Maturaarbeit zum Thema "Blutleere-Ischämie- und Reperfusionsschaden: Auswirkungen und Massnahmen"; eine Arbeit, die von Dr. Stephan Girod (Fachschaft Bio, AKSA) betreut wurde.

## **TRAKTANDEN**

### **1. Begrüssung (20:50)**

- Stimmzähler: Gerold Brändli

### **2. Protokoll der GV vom 18.5.11 (20:51)**

- Einstimmig genehmigt

### **3. Jahresbericht des Präsidenten (20:51)**

- Stand Mitglieder
- Mutationen 2011
  - Austritte: 21; Todesfälle: 5; Neueintritte: 30
- Mutationen 2012 (bis 18.3.12)
  - Austritte: 2; Todesfälle: 4; Neueintritte: 8
- Den Verstorbenen wird mit einer Schweigeminute gedacht
- Aktivitäten der ANG: 7 Referate, 1 Exkursion
- Aktivitäten des Vorstandes: 6 Sitzungen
- Projekte:
  - Digitalisierung der Mitteilungsbände → Markus Meier
  - Prämierung Maturaarbeiten: keine naturwissenschaftlichen MA im 2011.
  - Teilnahme an EXPO 25.-28. Oktober 2012 in Brugg
- 200 Jahre ANG: 2 Jahre lang Vorbereitungen dazu, u.a. auch Sponsoring. Projekte: Festschrift, Festakt, Wissensmärkte (Baden und Aarau). Letztere wurden von je ca. 800-1000 besucht.
  - Abschluss des Jubiläumsjahres durch Besuch der an den Wissensmärkten beteiligten Schulen
  - Verdankungen an die Projektverantwortlichen, Standbetreiber, Sponsoren und Aussteller, Cafeteriabetreiber.

#### 4. Abrechnung 200 Jahre ANG (21:04)

- Aufwand Jubiläum und Wissensmärkte Fr. 52'059.15
- Aufwand Jubiläumsband Fr. 25'767.02
- Ertrag durch Sponsoring Fr. 52'717.00
- Defizitgarantie der SCNAT Fr. 20'000.00
  - Weitere Angaben, z.B: Rückstellungen (Pos. 680), siehe Jahresrechnung

#### 5. Erfolgsrechnung / Bilanz (21:07)

- Bericht des Revisors Lorenz Caroli (siehe Beilage), empfiehlt Annahme der Rechnung.
- Einstimmige Annahme; besondere Verdankung an Christina Hartmann (Buchhaltung) für die sorgfältige Buchführung und Zusammenarbeit.

#### 6. Budget und Festlegung des Jahresbeitrages (21:12)

- Wird von Fritz Wenzinger vorgestellt:
  - Pos. 460: Projekte, Fr. 5000.-: wichtige Aktivität der ANG als Vorinvestition; deshalb budgetierter Verlust
  - Einstimmige Annahme
  - Jahresbeitrag wird belassen; auch hier einstimmige Annahme

#### 7. Mutationen (21:18)

- Verabschiedung von: Annemarie Schaffner, Rainer Foelix und Markus Meier
  - Fritz Wenzinger dankt den austretenden Vorstandsmitglieder für die geleistete Arbeit
  - Stephan Scheidegger verdankt die 4 Vorstandsmitglieder im Detail (Laudatio): Wert der ehrenamtlichen Tätigkeit hervorgehoben, viel Knowhow. Dank sorgfältiger Einarbeitung der neuen Vorstandsmitglieder und bleibendem Kontakt zum Vorstand kann Knowhow erhalten bleiben
  - Überreichung der Geschenke durch Cyrill Brunner und Isabelle van Rijs.

#### 8. Varia (21:36)

- Organisation und Zuständigkeiten im Vorstand
- 200 Jahre Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften im Jahr 2015, Impulse der Naturschutzbewegung

Anschliessend (21:39): Impressionen aus dem 200 Jahre ANG-Jubiläum (Powerpoint von Walter Fasler)

Ende der Sitzung: 21:47

Der Aktuar: Flavio Rohner

## **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 (Studenten Fr. 20.-), 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 Wechsellausstellungen 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.

Fritz Wenzinger, 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: \_\_\_\_\_