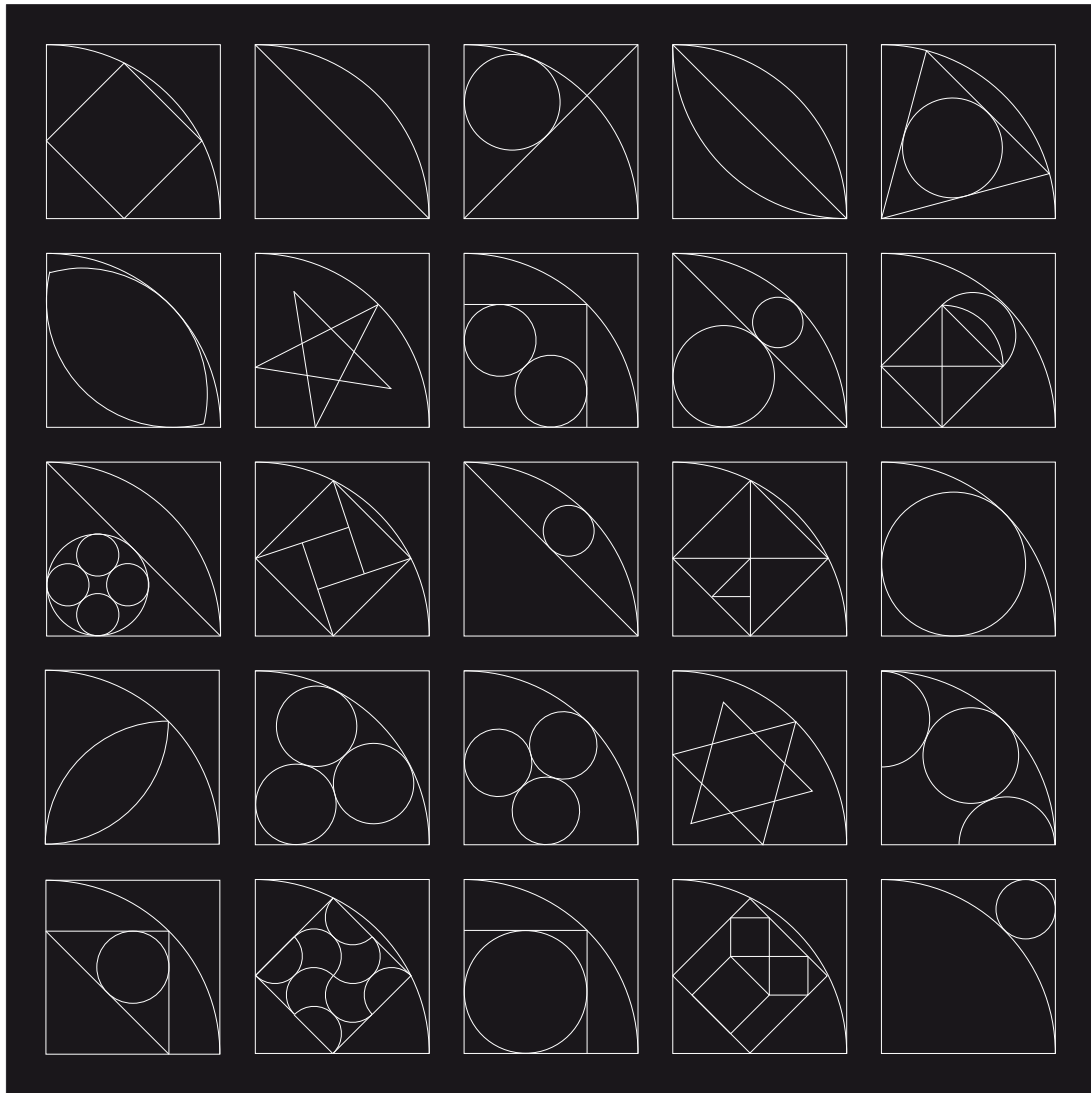




# Bulletin

Mai 2014 — Mai 2014

N° 125

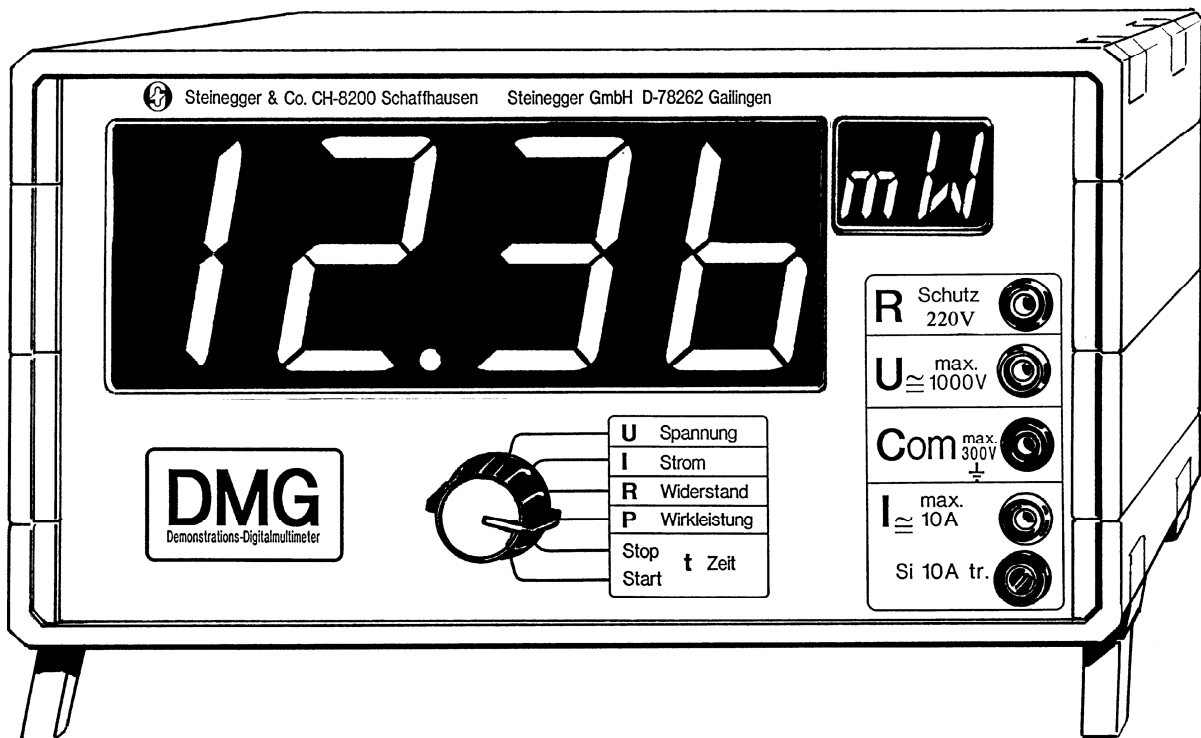


VSMP — SSPMP — SSIMF

Verein Schweizerischer Mathematik- und Physiklehrkräfte  
Société Suisse des Professeurs de Mathématique et de Physique  
Società Svizzera degli Insegnanti di Matematica e Fisica

# Demonstrations-Digitalmultimeter DMG

Art. Nr. 150



**Das vollautomatische Digitalmessgerät für Schulen;  
kompromisslose Qualität zu erstaunlich günstigem Preis!**

- **Misst:** Gleich- und Wechselspannung (echt eff.) **0.1mV - 1000V $\approx$**   
Gleich- und Wechselströme (echt eff.) **1 $\mu$ A - 10A $\approx$**   
Widerstände **0.1 $\Omega$  - 20M $\Omega$**   
Wirkleistung (!) **1 $\mu$ W - 10kW**  
Zeit (Stoppuhr) **0.01s - 2'000s**
- 56 mm hohe Ziffernanzeige - bis auf 25m Distanz ablesbar
- 2'000 Messpunkte und integrierte 20 mm hohe Einheitenanzeige
- Vollautomatische Bereichswahl und raffinierte Einknopfbedienung
- Ausbau durch verschiedene Zusatzmodule
- Viele Zusatzgeräte direkt anschließbar
- Bestmöglicher Schutz in allen Bereichen
- **Attraktiver Preis: SFr 905.- (inkl. MWSt)**

Die kostenlose "Kurzbeschreibung DMG" erhalten Sie direkt vom Hersteller:

**Steinegger & Co.**  
Rosenbergstrasse 23  
CH-8200 Schaffhausen



**☎ : 052-625 58 90**  
**Fax : 052-625 58 60**  
**Internet: [www.steinegger.de](http://www.steinegger.de)**

In dieser Ausgabe — *Dans ce numéro*

<b>Commission Romande de Physique</b>	<b>3</b>
<i>Cours: Les énergies renouvelables</i>	3
<i>Cours: Stellarium Gornergrat</i>	4



<b>Commission Romande de Mathématiques</b>	<b>5</b>
<i>Mireille Schumacher</i>	
<i>Sangaku (I)</i>	5
<i>Cours: Modélisations mathématiques en biologie</i>	9



<b>Deutschschweizerische Mathematisches Kommission</b>	<b>10</b>
<i>Peter Gallin</i>	
25 Ausgaben von Eugen Jost	10
<i>Hans Brünger</i>	
Buchbesprechung: Eli Maor and Eugen Jost: Beautiful Geometry	11
<i>Meike Akveld, Alexander Caspar</i>	
Was ist die Wurzel aus 36?	12
<i>Herbert Bruderer</i>	
Wiederentdeckung von zwei mechanischen Rechenmaschinen aus dem 19. Jahrhundert in der Kulturgütersammlung der ETH Zürich	18
<i>Peter Gallin</i>	
Anregung aus „Histoire de trapèze isocèle“, Bulletin Nr. 124	28
<i>Kurs: 25. Schweizerischer Tag über Mathematik und Unterricht</i>	30
<i>H.R. Schneebeli</i>	
Buchbesprechung: A. Ostermann, G. Wanner: Geometry by Its History	31
<i>H.R. Schneebeli</i>	
Buchbesprechung: W. Herzog: Bildungsstandards	33
<i>Vorträge: Kolloquium über Mathematik, Informatik und Unterricht</i>	35
<i>Kurs: Vom Kindergarten bis zur Hochschule</i>	36

<b>DPK</b>	<b>Deutschschweizerische Physikkommission</b>	<b>38</b>
	<i>Martin Lieberherr</i>	
	Kelvin-Spulenpaar	38
	<i>Kurs: Stellarium Gornergrat</i>	41
	<i>Fritzing</i>	
	Neue Entdecker braucht die Schule!	42
	<i>Andreas Schopper</i>	
	Swiss Physical Society	46

**Internet-Adressen — Adresses Internet**

[www.vsmf.ch](http://www.vsmf.ch) — [www.sspmp.ch](http://www.sspmp.ch) — [www.ssimf.ch](http://www.ssimf.ch)

**Titelseite — Page de Titre**

Geometrische Spielereien, Eugen Jost (Artikel Seite 10)



# Cours de formation continue 2014 de la CRP

## Les énergies renouvelables

### Des solutions actuelles aux grands projets futurs

#### Informations générales

- **Objectifs :**
  - Présenter les différents types d'énergie renouvelable accessibles actuellement, la manière d'intégrer ces technologies dans nos constructions et dans notre vie quotidienne, les pistes futures dans ce domaine.
  - Sensibiliser les professeurs de lycée-collège-gymnase à la problématique des économies d'énergie et aux moyens développés pour en produire de manière durable.
  - Permettre une réutilisation des informations à l'avantage des élèves.
- **Date :** 24-25-26 septembre 2014
- **Lieu :** Champéry, Suisse
- **Inscription :** <http://www.webpalette.ch/fr/catalogue-des-cours/secondaire-ii-lycee/wbz-cps/05-physique/>

- **Description du cours :**

Pour beaucoup de scientifiques il est urgent de réagir à la crise planétaire qui se dessine au travers des cris d'alarme du GIEC ou d'autres groupes de spécialistes. Il faut changer nos habitudes, nous devons notamment produire de l'énergie de manière durable.

Ce revirement est en cours depuis plusieurs années déjà et de nombreuses technologies sont à l'étude pour soit améliorer les installations déjà existantes, soit développer de nouvelles pistes de production d'énergie non fossile.

Ce cours de formation tentera de présenter les projets actuellement en cours, qui produisent déjà de l'énergie propre, d'un point de vue physique: les éoliennes, les cellules photovoltaïques, les centrales géothermiques ou encore les centrales hydroélectriques.

Nous essayerons également de voir comment ces technologies sont utilisées dans la pratique pour faire de l'économie d'énergie fossile: intégration dans les bâtiments, dans les infrastructures des collectivités publiques ou encore dans la vie quotidienne de chaque individu. Une réflexion sera d'ailleurs menée sur le bilan énergétique réel de toutes ces technologies.

Enfin, on peut se demander ce qui nous attend dans le futur? Est-ce que l'Homme va relever le défi, existe-t-il des pistes en physique fondamentale non encore défrichées qui pourraient nous amener à une production d'énergie en quantité de manière durable? Ce sont les grandes questions que nous tenterons d'aborder en dernier lieu.

Nous espérons que ce programme permettra aux enseignants d'aborder ce sujet crucial et actuel avec leurs étudiants, en s'appuyant sur des données et des faits récents proposés par un panel d'experts internationaux renommés.

Pour la CRP  
Stéphane Davet

## Qui aimerait observer le ciel avec le 'Stellarium Gornergrat' ?

→ Répétition d'un cours d'introduction, cette fois en Suisse romande ←

Au sommet du Gornergrat, vis-à-vis du Mont Cervin, un observatoire astronomique inédit est en train de voir le jour – les télescopes du « Stellarium Gornergrat » seront à la disposition, gratuitement, pour des écoles et pilotables à distance via une plateforme web.



Située dans la coupole de la tour sud du Kulmhotel Gornergrat, la station astronomique de niveau professionnel permettra aux élèves du secondaire I et II d'orienter cinq télescopes différents sur les corps célestes et constellations de leur choix. Les astronomes en herbe pourront récolter des mesures et prises de vue via internet et les évaluer scientifiquement en classe avec leur enseignant.

Le « Stellarium Gornergrat » est un projet commun des Universités de Genève et de Berne ainsi que de l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg. Il est actuellement réalisé en collaboration avec la fondation internationale HFSJG („High Altitude Research Stations Jungfraujoch and Gornergrat“) et la Bourgeoisie de Zermatt (<http://stellarium-gornergrat.ch/>).

La commission suisse pour la station scientifique du Jungfraujoch de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) désire contribuer à promouvoir ce projet auprès des enseignant(e)s dans toute la Suisse.

Pour l'automne 2014, nous envisageons d'organiser une formation continue pour des enseignant(e)s de mathématiques, physique et informatique du secondaire I et II en Suisse romande. Elle sera organisée en collaboration avec le 'Physiscope' de l'Université de Genève. **Les participant(e)s au cours seront invité(e)s à se familiariser à l'utilisation du Stellarium Gornergrat.** Dès 2015, ils auront la possibilité d'utiliser l'observatoire avec leurs élèves via internet.

D'autre part, un autre cours suivra probablement en 2015. Il aura lieu à Zermatt et sur place au Gornergrat. Il permettra ainsi aux enseignant(e)s et à leurs élèves de faire des observations et des prises de vue, l'œil directement rivé à l'oculaire des télescopes du Stellarium Gornergrat.

**Les enseignant(e)s intéressé(e)s à participer au cours de l'automne 2014 sont prié(e)s de s'annoncer auprès de Stéphane Gschwind, Institut de Formation des Enseignants (IIFE), Université de Genève ( [Stephane.Gschwind@unige.ch](mailto:Stephane.Gschwind@unige.ch) ), avant fin juin 2014.**

Vos remarques et suggestions sont les bienvenues.



## Sangaku (I)

par

Mireille Schumacher

Gymnase d'Yverdon [mireille.schumacher@gmail.com](mailto:mireille.schumacher@gmail.com)

**Résumé :** Les panneaux de mathématiques « sangaku » que l'on découvre accrochés sous les auvents des temples et des sanctuaires au Japon présentent un éventail d'applications géométriques qui peuvent servir les objectifs d'un enseignant de mathématique. Résoudre ou construire un sangaku, c'est inventer des démarches et des raisonnements efficaces, essentiellement soutenus par des résultats de géométrie classique. Cet article vous invite à découvrir quelques sangaku, en mesurer à la fois la beauté, la simplicité et la complexité, au travers de problèmes dont les données se veulent claires et concises.

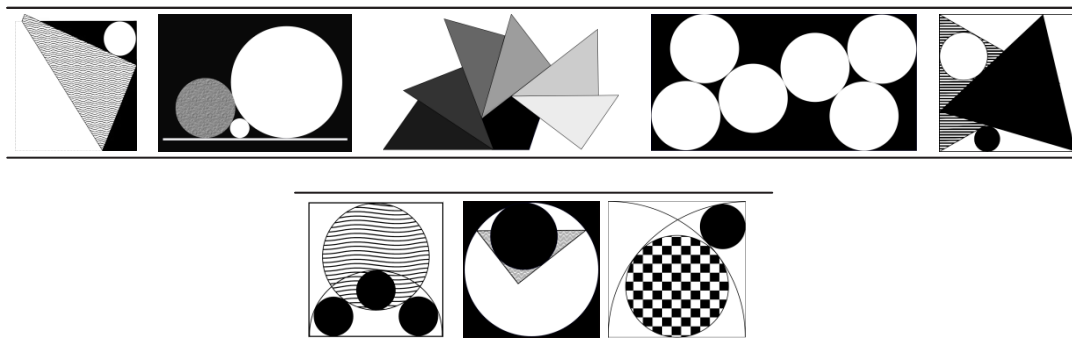


Figure 1.-Galerie de sangaku.

### INTRODUCTION

Dans le Japon féodal, la mathématique était avant tout considérée comme une curiosité intellectuelle. De nombreux traités de mathématiques avaient été importés de Chine et les mathématiques japonaises s'inspiraient fortement de celles de la Chine. Au début du XVII<sup>ème</sup> siècle, plusieurs missionnaires européens, en particulier des Espagnols et des Portugais, se rendirent en Asie du sud-est. Ils furent chaleureusement accueillis au Japon jusqu'à ce que le Shogun, chef du gouvernement, informé de la conquête européenne de l'Amérique du Sud et du massacre des nations locales qui s'ensuivirent, décide d'interdire tout voyage de Japonais vers l'étranger et toute visite étrangère au Japon. Quelques exceptions furent mises en place, les Hollandais par exemple, eurent le droit de conserver un poste commercial à Nagasaki. Pendant les deux siècles suivants, le Japon fut isolé du reste du monde et les sciences japonaises évoluèrent indépendamment de leur équivalent européen. C'est l'époque d'Edo (ancien nom de la capitale japonaise Tokyo) qui s'étend de 1603 à 1868. La publication du *Jinkōki* (Traité inaltérable) de Yoshida Mitsuyoshi en 1627, donne le signal de l'envol du « wasan » ou de la « mathématique japonaise de l'ère Edo ». Le *Jinkōki* aborde une large palette de sujets d'arithmétique. On y trouve les règles de calcul à l'aide du boulier japonais, les méthodes de conversion des monnaies, des problèmes commerciaux, des estimations de superficies ou de capacités, des estimations de matériaux nécessaires à des travaux de construction, etc. Le *Jinkōki* répond si bien à l'attente du public, que l'intérêt pour la mathématique ne cesse de croître au XVII<sup>ème</sup> siècle. L'outil algébrique et l'analyse connaissent, eux, un grand bond en avant au tournant du XVIII<sup>ème</sup> siècle avec le mathématicien Seki Takakazu (1642 – 1708) et son célèbre étudiant Takebe Katahiro (1664 – 1739). Ces progrès incitent les mathématiciens à explorer plus avant les problèmes mettant en jeu des compositions géométriques.

#### *Des mathématiques dans les lieux saints*

La mathématique « wasan » se développe en écoles qui se réclament de grands maîtres et s'organisent selon le modèle des écoles d'arts martiaux. Les « sangaku » sont des tablettes de bois, sur lesquelles les maîtres de ces écoles peignent des problèmes. Ces panneaux de mathématiques sont exposés sous les auvents des temples et des sanctuaires, lieux de pèlerinages de masse. Ils présentent des énigmes très variées. On y trouve notamment des arrangements sophistiqués de formes géométriques simples, telles que cercles, carrés, triangles, ellipses ou sphères, imbriquées les

unes dans les autres. Le panneau indique l'énoncé du problème, sa solution, lorsque le problème n'est pas ouvert, ainsi que le ou les signataires de la composition.

Entre 800 et 900 sangaku ont été retrouvés, le plus ancien date de 1683. Certaines de ces tablettes sont considérées comme des œuvres d'art à part entière (Figure 1). La plupart des panneaux que l'on peut voir aujourd'hui sont récents. Certains sont des reproductions réalisées par des historiens, soucieux de conserver la mémoire de cette culture. L'exposition de tablettes votives dans les lieux sacrés était un moyen de diffusion. Elle permettait aux écoles de recruter leurs élèves dans un large périmètre et de stimuler la recherche, par le biais de la compétition que se livraient les maîtres des écoles les plus prestigieuses. Aujourd'hui, les mathématiciens japonais disposent de revues et de congrès pour échanger leurs idées et publier leurs découvertes, comme tous les mathématiciens du monde.

### DES PROBLEMES EPURES

Réaliser un sangaku à partir d'un modèle donné, n'est pas toujours une tâche facile. L'observation de la figure géométrique peinte permet de déduire les informations principales concernant l'énoncé du problème posé, souvent réduit au minimum, voire parfois omis, de manière à ne pas nuire à l'esthétique du dessin. Pour certains sangaku, la résolution de l'énigme proposée relève de simples calculs, alors que la construction à la règle et au compas est d'un tout autre ordre de difficultés. La réciproque est aussi vraie. Pour se repérer dans la galerie de sangaku, plutôt que d'attribuer un numéro, on donnera un nom à chaque sangaku. L'exemple présenté ci-dessous, la construction du sangaku *Ogive gothique*, lie l'usage de la règle et du compas au processus calculatoire.

#### Construction du sangaku *Ogive gothique*

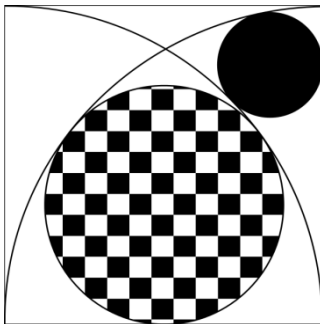


Figure 2.-Sangaku *Ogive gothique*.

Voici l'énigme du sangaku *Ogive gothique* (Figure 2) : « Dans un carré de côté de longueur  $2c$ , on trace deux arcs de cercle de même rayon  $2c$ . On crée ainsi une ogive gothique. On construit alors deux cercles inscrits aux triangles curvilignes. Calculer la longueur des rayons des deux cercles en fonction de celle du côté du carré ». Non daté, ce sangaku a été observé dans la préfecture de Miyagi et détruit.

#### i) Construction du grand cercle (Figure 3)

Le carré  $ABCD$  est de côté  $2c$  ;  $r'$  est le rayon du grand cercle et  $S'$  son centre ;  $F$  est le projeté orthogonal du point  $S'$  sur le côté  $AB$  du carré. Calcul de  $r'$  par le théorème de Pythagore appliqué au triangle rectangle  $FBS'$  :

$$(2c - r')^2 = (r')^2 + c^2 \Rightarrow r' = \frac{3}{4}c.$$

Le centre  $S'$  du cercle est le point d'intersection de la médiatrice du côté  $AB$  du carré et du cercle centré en  $F$ , de rayon  $\frac{3}{4}c$ .

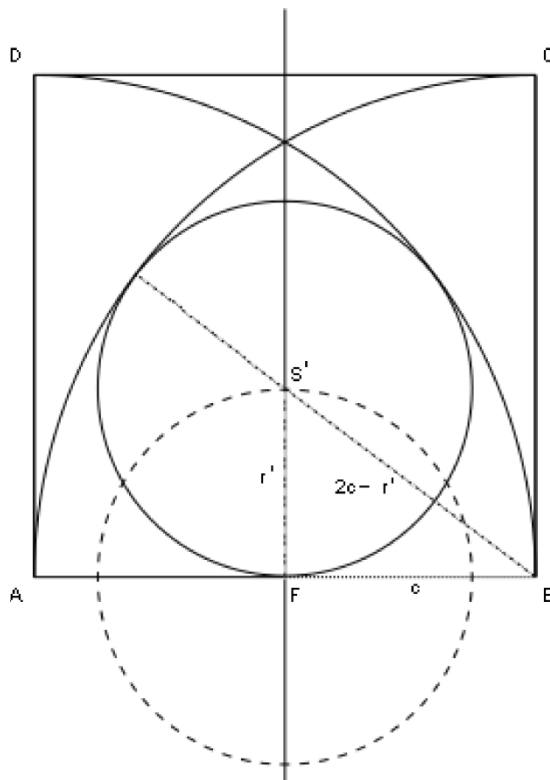
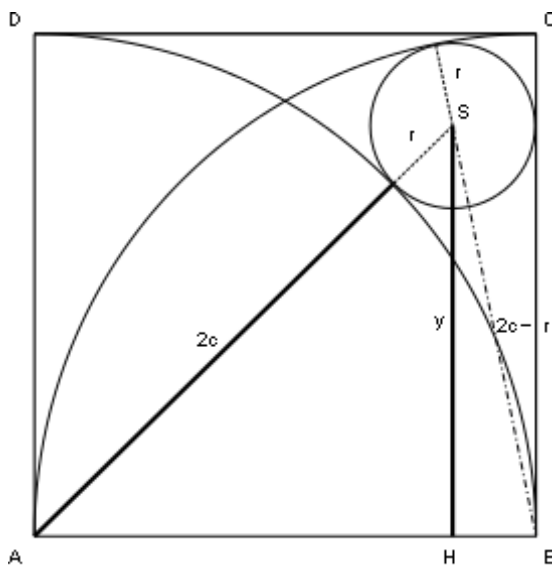


Figure 3.-Construction du grand cercle

## ii) Construction du petit cercle (Figure 4)

Le carré  $ABCD$  est de côté  $2c$  ;  $r$  est le rayon du petit cercle et  $S$  son centre ;  $H$  est le projeté orthogonal du point  $S$  sur le côté  $AB$  du carré ;  $y = SH$  est l'ordonnée du point  $S$  .

Le théorème de Pythagore appliqué aux triangles rectangles  $AHS$  et  $BSH$  permet d'exprimer  $r$  et  $y$  en fonction de  $c$  :



$$\begin{cases} (2c-r)^2 + y^2 = (2c+r)^2 & \text{triangle } AHS \\ r^2 + y^2 = (2c-r)^2 & \text{triangle } BSH \end{cases}$$

Pour résoudre ce système, éliminer  $y^2$  en soustrayant les deux équations :

$$(2c-r)^2 - r^2 = (2c+r)^2 - (2c-r)^2 \Leftrightarrow [(2c-r)+r][(2c-r)-r] =$$

$$[(2c+r)+(2c-r)][(2c+r)-(2c-r)] \Leftrightarrow$$

$$2c(2c-2r) = 4c \cdot 2r \Leftrightarrow c-r = 2r \Leftrightarrow c = 3r$$

$$\Leftrightarrow r = \frac{c}{3}.$$

Figure 4.-Construction du petit cercle.

En substituant  $c = 3r$  dans la deuxième équation du système, on obtient :

$$r^2 + y^2 = (2 \cdot 3r - r)^2 \Leftrightarrow r^2 + y^2 = 25r^2 \Leftrightarrow y^2 = 24r^2 \Leftrightarrow y = 2\sqrt{6} \cdot r = \frac{2\sqrt{6} \cdot c}{3}. \text{ Les solutions}$$

positives du système sont  $r = \frac{c}{3}$  et  $y = \frac{2\sqrt{6} \cdot c}{3}$  .

### Construction du cercle de centre $S$ et de rayon $r$ ( Figure 5)

#### 1. Lieu géométrique du point $S$

Soit  $M$  le point milieu du segment  $CD$  ; construire par le théorème de Thalès, le point

$U$  situé au tiers de  $CM$  , à partir de  $C$  ; puisque  $r = \frac{c}{3} = \frac{CM}{3}$  , le point  $S$  se trouvera sur la

droite  $d$  perpendiculaire à  $CD$  passant par  $U$  .

#### 2. Construction de l'ordonnée $y$ du point $S$

$y = \frac{2\sqrt{6} \cdot c}{3} = 2r \cdot \sqrt{6} = \delta \cdot \sqrt{6}$  où  $\delta = 2r$  est le diamètre du cercle cherché. Il s'agit de

construire à la règle et au compas un segment de longueur  $\delta \cdot \sqrt{6}$  . Par exemple, par la méthode du théorème de la hauteur. Pour ce faire, placer un point  $N$  sur la droite  $AB$  à distance  $\delta$  de  $B$  (pour ne pas surcharger la figure,  $N$  extérieur au segment  $AB$  ). Sur cette même droite, reporter de part et d'autre du point  $N$  deux segments de longueur  $2\delta$  et  $3\delta$  respectivement. On obtient deux points  $K$  et  $L$  . Tracer le cercle de Thalès du segment  $KL$  . La perpendiculaire à  $KL$  issue de  $N$  coupe l'arc supérieur de ce cercle de Thalès en un point  $Q$  . On obtient  $NQ^2 = 2\delta \cdot 3\delta \Leftrightarrow NQ^2 = 6\delta^2 \Leftrightarrow NQ = \delta \cdot \sqrt{6} = y$  , qui est l'ordonnée du centre  $S$  du cercle. La droite parallèle à  $AB$  passant par  $Q$  coupe la droite  $d$  en  $S$  .

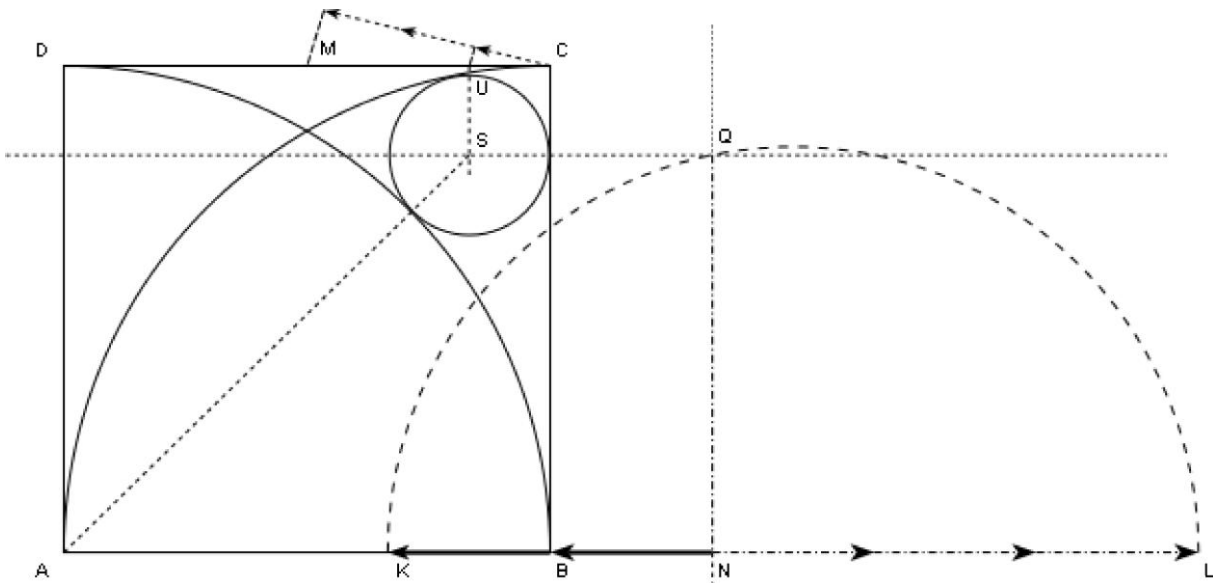


Figure 5.-Construction du centre et du rayon du petit cercle.

EN S'INSPIRANT DES SANGAKU HISTORIQUES

*Le Partage de San Gaku* est une énigme rencontrée dans un jeu mathématique (CHAMPIONNAT DE MATHEMATIQUES, 2006)

San Gaku a partagé sa propriété entre ses quatre enfants (Figure 6). C'est un hexagone dont la somme des longueurs de deux côtés consécutifs est toujours égale à 149 mètres. La part de chaque enfant est un terrain triangulaire, comprenant une maison circulaire tangente à chaque côté. Les sommets de la figure hexagonale sont situés sur une route circulaire dont le rayon est égal à la somme des rayons des maisons.

Quelle est la plus grande longueur d'un côté de l'hexagone arrondie au mètre le plus proche ?

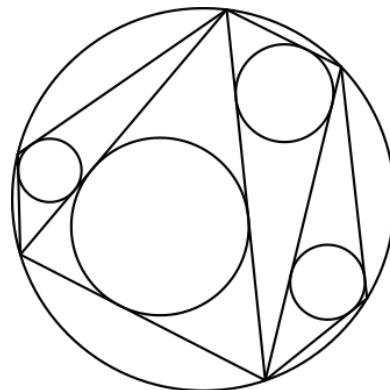


Figure 6.-Illustration du *Partage de San Gaku*.

POUR ALLER PLUS LOIN

Dans un prochain article, d'autres sangaku seront proposés, pour explorer de belles mathématiques.

BIBLIOGRAPHIE

CHAMPIONNAT DE MATHEMATIQUES, 2006. <http://homepage.hispeed.ch/FSJM/> Enoncés, archives, 20<sup>ème</sup> Finale régionale du 20 mai.  
 DELERUE N., 2008. *Mathématiques japonaises*. Tangente 125 : 44-46.  
 HUVENT G., 2008. *Sangaku. Le mystère des énigmes géométriques japonaises*. Dunod, Paris.  
 HUVENT G., 2013. [http://gery.huvent.pagesperso-orange.fr/index\\_explorer.htm](http://gery.huvent.pagesperso-orange.fr/index_explorer.htm) Rubrique math-art  
 INTERACTIVE MATHEMATICS MISCELLANY AND PUZZLES, 1997-2013. <http://www.cut-the-knot.org/> Rubrique sangaku : Thoughts&Problems.

**Cours CRM 2014**  
en collaboration avec le WBZ CPS de Berne

# Modélisations mathématiques en biologie

Balade dans le chaos, la percolation, la phyllotaxie, l'écologie et la combinatoire

**Du mardi 16 septembre au vendredi 19 septembre 2014**

## ***Contenu du cours***

Les présentations vont être centrées sur la modélisation mathématique en science. Les thèmes abordés vont permettre aux participants de voir un autre visage de l'enseignement des mathématiques. On verra comment on peut conserver l'exactitude mathématique tout en faisant vivre les mathématiques dans un monde complexe et incertain. Les cours seront orientés vers la biologie des systèmes, l'écologie et la mécanique statistique. Ce panorama sera complété par deux ateliers destinés à donner une approche ludique du processus de recherche en mathématique. Les activités proposées seront essentiellement basées sur des jeux combinatoires, et feront partiellement usage de tablettes numériques.

## ***Renseignements et inscriptions***

**Programme** : voir le site de la CRM : <http://www.vsmg.ch/crm/cours.htm>

**Public-cible** : Professeurs de mathématiques

**Prix du cours** : 350.- francs

**Inscription**: Cours CPS 14.04.01 sur [www.wbz-cps.ch](http://www.wbz-cps.ch) ou [www.webpalette.ch](http://www.webpalette.ch)

**Délai d'inscription** : 30 juin 2014

**Lieu du cours et logement** : Leysin, hôtel Central-Résidence, [centralresidence@bonellihotels.ch](mailto:centralresidence@bonellihotels.ch)

*Chaque participant réserve lui-même sa chambre d'ici au 31 juillet 2014*

**Prix logement** :

**Forfait Demi-pension** : SFr. 100.00 / personne / jour en occupation simple

SFr. 80.00 / personne / jour en occupation double

**Forfait Pension complète** : SFr. 135.00 / personne / jour en occupation simple

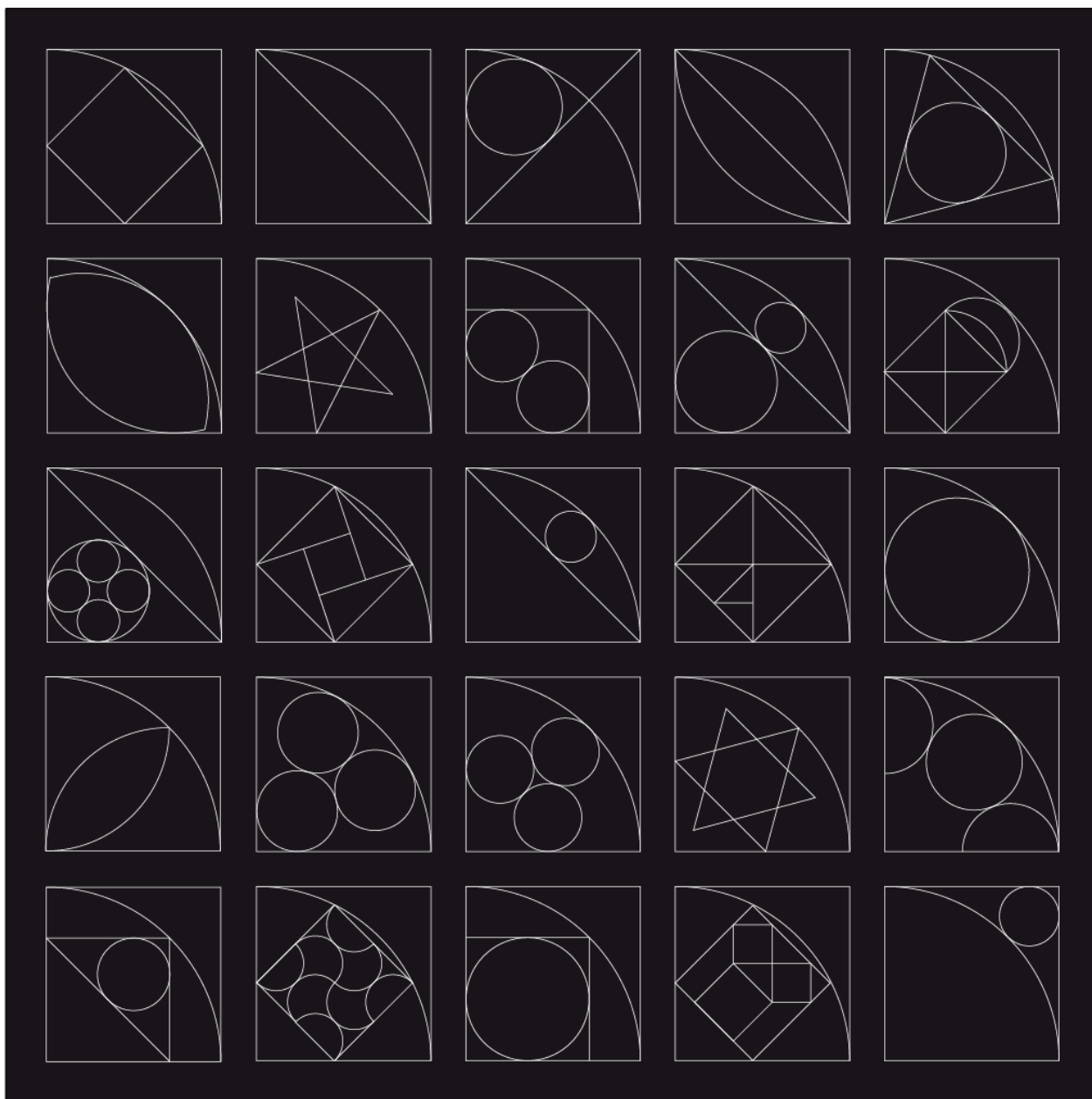
SFr. 105.00 / personne / jour en occupation double



## 25 Aufgaben von Eugen Jost

Peter Gallin

Eugen Jost, der Künstler mit viel mathematischem Flair aus Thun, hat sich von einer bereits über 50-jährigen Geometrieaufgabe für die 3. Sekundarklasse anregen lassen, ein neues Bild herzustellen, das er schlicht „Geometrische Spielereien“ nennt. Beim Betrachten dieses Bildes, hören wir eine innere Stimme sagen: Konstruiere und rechne! In der nächsten Nummer des Bulletins werden Resultate erscheinen. Als weitere Inspiration möge der Tipp von Eugen Jost dienen, den japanischen Begriff „Sangaku“ genauer zu erforschen.



Computergraphik © Eugen Jost, Thun

**Eli Maor and Eugen Jost: Beautiful Geometry.** Princeton University Press, Princeton and Oxford. ISBN-13: 978-0-691-15099-4. 187 Seiten, englisch, gebunden. 1. Auflage 2014. CHF 36.40.

Eli Maor (Dozent für Geschichte der Mathematik in Chicago) ist hierzulande ein Begriff als Autor von gehaltvollen Büchern zur Zahl  $e$ , zur Trigonometrie, zur Unendlichkeit oder zum Satz des Pythagoras. Eugen Jost, Lehrer und Künstler aus Thun, ist vor allem bekannt geworden durch seine Kalender mit Bildern und Texten, die mathematische Themen aufgreifen. Jetzt stellen die beiden uns in einem gemeinsamen Band mit 51 kurzen, chronologisch geordneten Kapiteln Perlen der Mathematik vor. Die einzelnen, locker miteinander verbundenen Kapitel beschreiben je ein Phänomen in ihrem historischen und mathematischen Kontext und präsentieren der Verdeutlichung dienende, ästhetisch sehr ansprechende künstlerische Darstellungen. Diese Verbindung zwischen Mathematik und Kunst ist ausserordentlich gut gelungen. Der Text ist angenehm knapp und sehr verständlich gehalten. Zur Vertiefung gibt es Ergänzungen im Anhang und Hinweise auf entsprechende Literatur.

Bei einigen der Kapitel (z. B. zu den Primzahlen, zu den Zahlen  $\pi$  oder  $e$ ) kann man sich fragen, warum sie in ein „Geometriebuch“ aufgenommen wurden. Wir nehmen das gerne hin, denn damit liegt eine sehr breite Palette von vielen bekannten aber auch einigen weniger vertrauten mathematischen Sternstunden vor. Wir begegnen grossen Namen von Thales über Pythagoras, Euklid, Archimedes, Fibonacci, Ceva, Euler, Steiner, Brianchon, Pick, Morley, Sierpinski bis Cantor, um nur einige zu nennen. Ein Grossteil der dargebotenen Meilensteine verdient es, im Mathematikunterricht des Gymnasiums gewürdigt zu werden. Zusammen mit den eindrücklichen Bildern und den graphischen Darstellungen dürfte es im Unterricht gelingen, auch Schüler und Schülerinnen, die vielleicht sonst weniger für die Mathematik ansprechbar sind, zu begeistern und von der Schönheit der Mathematik zu überzeugen. Zudem können manche Kapitel anregen für weitere Recherchen und Gestaltungsversuche bis hin zu Maturaarbeiten! Besonders für dynamische Verfahren öffnen sich hier weite Horizonte.

Dem hervorragend präsentierenden Band mit seinem zu den Bildern passenden quadratischen Format wünsche ich eine weite Verbreitung unter den aktiven Gymnasiallehrkräften und besonders auch in der Lehrerausbildung.

Bremgarten bei Bern, 16. März 2014  
Hans Brüngger

# Was ist die Wurzel aus 36?

Meike Akveld, Alexander Caspar  
akveld@math.ethz.ch, caspar@math.ethz.ch

3. Februar 2014

## Einleitung

Seit dem Herbstsemester 2009 können ETHZ-Studienanfänger/innen auf freiwilliger Basis ihr mathematisches Schulwissen überprüfen.

Im Rahmen einer mathematischen Grundlagenvorlesung am Departement Mathematik erhalten sie in der ersten Semesterwoche eine Einladung zu einem Online-Selbsteinschätzungstest mit 28 oder 29 Multiple-Choice-Fragen. Der Test unterliegt dabei keinen wissenschaftlichen Standards der Testkonstruktion. Die Zusammenstellung der Fragen orientiert sich an vorgängigen Tests am Departement Mathematik, Erfahrungen am Lehrstuhl Mathematik und Ausbildung und weiteren Studien (HSGYM). Die Fragen verteilen sich auf Algebra, Trigonometrie, Funktionen, Folgen & Reihen, Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie in Ebene und Raum sowie Kombinatorik und Wahrscheinlichkeitsrechnung.

In den fünf Durchläufen lag die Teilnahme jeweils über 50%, im HS 2013 bei ca. 64% (1893 von 2945 Einladungen). Für die Bearbeitung empfehlen wir 50 bis 60 Minuten – mit Papier und Stift als einzige Hilfsmittel.

Die Evaluationen zeigen, dass der Test als Selbsteinschätzungsinstrument bei den Studierenden sehr gut ankommt. Nach der Eingabe erhalten sie Rückmeldungen via Lösungen und eine Einordnung der eigenen Leistung im Vergleich zur Gesamtheit der Teilnehmenden.

Daneben gibt die Teststatistik den Mathematikdozierenden Auskunft, was die Studierenden mitbringen und was nicht.

In diesem Bericht stellen wir Beobachtungen an ausgewählten Aufgaben vor. Teile dieser Aussagen sind allenfalls länger bekannt, andere sind unter Umständen neu und können eine Diskussion anregen.

Um den Test weiter unvoreingenommen anbieten zu können, bitten wir Sie, die Fragen nicht zu streuen.

## Eine Auswahl von Fragen

Über die Jahre zeigen die Studierenden ein ähnliches Antwortverhalten bei den einzelnen Aufgaben. Die Rangfolge der Erfolgsquoten variiert kaum. Jeder Jahrgang hat mit den gleichen Fragen und Themen mehr oder weniger Schwierigkeiten.

Bei jeder Frage ist genau eine Antwort korrekt, mit drei oder vier falschen Alternativen. Dieses Jahr gab es zum ersten Mal die Auswahl “Weiss ich nicht.” Wir können aber nicht unterscheiden, ob dieses “Weiss ich nicht.” als “Nie gesehen.” oder “Wieder vergessen.” zu interpretieren ist.

**Aufg.1:** Die Schnittmenge eines Würfels mit einer Ebene sei ein Vieleck. Bestimmen Sie die maximale Anzahl von Ecken dieses Vielecks.

- a) 3      b) 4      c) 6      d) 8  
 e) Keine der anderen Antworten ist korrekt.

Diese elementare Aufgabe, die das Raumvorstellungsvermögen prüft, wird nur von 30% korrekt beantwortet, am beliebtesten ist die Antwort 4.

Dieses schlechte Resultat wirft die Fragen auf, ob wir in der Mittelschule nicht wieder vermehrt das Raumvorstellungsvermögen schulen sollten: Nicht nur für Ingenieure aber auch zum Beispiel für angehende Ärzte ist das Raumvorstellungsvermögen von grosser Bedeutung.

**Aufg.2:** Welcher der folgenden Ausdrücke ist für  $a, b > 0$  gleich

$$\ln(a^4b^2) - \ln(a^2b^{-2})$$

- a)  $6 \ln(a)$       b)  $2 \ln(a) - 4 \ln(b)$   
 c)  $\frac{\ln(a^2b)}{\ln(ab^{-1})}$       d)  $\ln(a^2b^4)$   
 e) Keine der obigen Antworten ist richtig.

Jede Mathematiklehrperson weiss, dass die Logarithmengesetze immer wieder zu Problemen führen, und auch unbeliebt sind.

Hier sind die 23% “Weiss ich nicht.” wohl als “Wieder vergessen.” zu interpretieren. Von den übrigen Antworten sind 72% korrekt das heisst, unter dem Strich beantwortet doch 55% die Frage korrekt.

**Aufg.3:** Bestimmen Sie  $\sin\left(\frac{\pi}{3}\right)$ .

- a) 0      b)  $\frac{1}{2}$       c)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$       d)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$       e) 1  
 f) Das geht nur mit einem Taschenrechner.

Hier wählen 12% “Weiss ich nicht.,” was ebenfalls als “Wieder vergessen.” zu interpretieren ist. Von den übrigen Teilnehmenden beantworten 67% die Aufgabe korrekt – aber 18% wählen die Option “Das geht nur mit einem Taschenrechner”.

Bei der Evaluation bemerken viele Studierende, dass sie nicht gewöhnt sind, ohne Taschenrechner oder Formelsammlung ihr Wissen abzurufen.

**Aufg.4:** Gegeben sei die Ebene  $E$  mit  $E : x + 2y - z = 4$ .

Welche der folgenden Ebenen ist parallel zu  $E$  aber nicht identisch?

a)  $F : 2x + 4y - 2z = 8$

b)  $G : \begin{cases} x = 2 + 2s + t \\ y = 2 - s \\ z = 2 + t \end{cases}$

c)  $H : \begin{cases} x = 2 + 2s + t \\ y = 2 + s \\ z = 2 + t \end{cases}$

d)  $L : \begin{cases} x = 2 + 4s - t \\ y = -2s \\ z = -t \end{cases}$

Diese Aufgabe ist sicher schwieriger als die bisherigen, und 32% wählen die Möglichkeit “Weiss ich nicht.”. In diesem Fall bedeuten diese wahrscheinlich tatsächlich “Nie gesehen.,” weil diese Probleme nicht (mehr) oder nur sehr knapp behandelt wurden. Die Vektorgeometrie kommt meistens erst am Ende der Gymnasialzeit, und aus Zeitmangel wird unter Umständen auf die Ebenen oder zumindest die Parameterdarstellung der Ebene verzichtet. Erschwert wird die Aufgabe, indem die Variante a) zwar parallel aber auch identisch, und damit falsch ist. Dass unter dem Strich nur 27% der Anfänger an der ETH die Aufgabe korrekt beantworten, ist bedauerlich, da Vektorgeometrie in vielen Ingenieurvorlesungen eine grosse Bedeutung hat.

**Aufg.5:** Welchen geometrischen Ort beschreibt die Gleichung:

$$x^2 + 6x + y^2 - 7 = 0$$

- a) Einen Kreis mit Mittelpunkt  $(3, 0)$  und Radius  $r = 4$
- b) Einen Kreis mit Mittelpunkt  $(-3, 0)$  und Radius  $r = 4$
- c) Einen Kreis mit Mittelpunkt  $(-3, 0)$  und Radius  $r = 16$
- d) Einen Kreis mit Mittelpunkt  $(3, 0)$  und Radius  $r = \sqrt{7}$
- e) Eine nach unten geöffnete Normalparabel mit Scheitel bei  $(-3, 16)$

Diese bislang klassische Aufgabe aus der analytischen Geometrie wird heutzutage noch von knapp 40% der Studierenden richtig beantwortet.

Interessant ist, dass etwa 15% die Variante d) mit Radius  $r = \sqrt{7}$  wählen.

**Aufg.6:** Der Grenzwert  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\sqrt{2+h} - \sqrt{2}}{h}$  ist gleich ...

- a) 0.
- b)  $\frac{1}{2\sqrt{2}}$ .
- c)  $\frac{1}{2}$ .
- d)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ .
- e)  $\infty$ .

Nicht gewusst haben diese Aufgabe 20%, und unter dem Strich antworten nur 22% korrekt. Plausibel erscheinen den Studierenden die Optionen 0 und  $\infty$ . Dies leuchtet vielleicht ein, unter Betrachtung des Grenzwertens im Nenner oder nur im Zähler.

Jedoch sollte jede/r Schüler/in mit profunden Kenntnissen des Differenzen- und Differentialquotienten diesen Term als Ableitung der Wurzelfunktion an der Stelle  $x_0 = 2$  erkennen. Daneben gibt es auch Alternativberechnungen mit einer geschickten Ergänzung oder im Schwerpunktfach PAM mit der Regel von Bernoulli - de l'Hôpital.

In zwei weiteren Aufgaben müssen die Schüler / Studierenden jeweils den Grenzwert  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n^3 - 1}{10n^3 + n + 21}$  und  $1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{4} - \frac{1}{8} + \frac{1}{16} - \dots$  berechnen, und sind dabei wesentlich erfolgreicher. Die Erfolgsquote dieser Aufgaben liegt über die Jahre im oberen Bereich der Erfolgsquoten aller Aufgaben.

**Aufg.7:**

1. Das Integral  $\int_0^2 3x^2 dx$  ist gleich ...
- a)  $\frac{4}{3}$     b) 2    c)  $\frac{8}{3}$     d) 4    e) 8
2. Das Integral  $\int_0^1 e^{-2t} dt$  ist gleich ...
- a)  $1 - \frac{1}{e^2}$     b)  $\frac{1}{2e^2}$     c)  $\frac{1}{2} - \frac{1}{e^2}$   
d)  $1 - \frac{1}{2e^2}$     e)  $\frac{1}{2} - \frac{1}{2e^2}$
3. Das Integral  $\int_{-1}^1 |t| dt$  ist gleich ...
- a) 0    b) 1    c) 2    d) 4  
e) Keine der obigen Antworten ist richtig.

Bei Fragen zur Integralrechnung hatten die Studierenden wenig Erfolg. Daher haben wir im Herbst 2013 die Frage 1 oben zur Kontrolle ergänzt. Nur 10% geben an, die Antwort nicht zu wissen, und die übrigen Teilnehmenden antworten zu 94% korrekt – dies ist sehr erfreulich! Dagegen beantworten nur 37% die anderen beiden Aufgaben korrekt.

**Aufg.8:** Die Wurzel aus 36 ...

- a) Gibt es nicht.
- b) Ist gleich  $\pm 6$ .
- c) Ist gleich 6.
- d) Ist gleich  $-6$ .
- e) Keine der obigen Antworten ist richtig.

Diese Frage hatten wir nur im Herbst 2009 gestellt. Sie scheint einfach, aber nur 34% antworteten richtig. Dagegen wählten 65% die zweite Variante, und glauben offenbar, dass die (Quadrat-)Wurzel nicht eindeutig definiert ist. Unsere Vermutung ist, dass die Schüler/innen das Lösen der Gleichung  $x^2 = 36$  mit dem Wurzelziehen durcheinanderbringen. Die Lösungen der

Gleichung sind  $x_{1,2} = \pm\sqrt{36}$ , aber das  $\pm$ -Zeichen ist nicht in der Wurzel inbegriffen.

Aufgrund des erratischen Antwortverhaltens der Studierenden haben wir diese Aufgabe in den folgenden Jahren nicht mehr gestellt. Es war zu auffällig, dass die Erfolgsquote bei dieser Frage nicht mit den Gesamtergebnis korrelierte. Auch insgesamt erfolgreiche Teilnehmende wussten die Antwort nicht, und vice versa.

Die anderen Fragen korrelieren insgesamt gut mit dem Gesamtergebnis und sind bezüglich Schwierigkeit heterogen.

## **Zusammenfassung**

Diese Auswahl an Aufgaben gibt Ihnen ein erstes Bild des Tests, welchen wir Ihren Schüler/innen anbieten. Jede Form von Rückmeldung ist willkommen. Genauere Analysen der Fragen folgen.

## **Wiederentdeckung von zwei mechanischen Rechenmaschinen aus dem 19. Jahrhundert in der Kulturgütersammlung der ETH Zürich**

### **Fund einer seltenen 160-jährigen Rechenmaschine des Strassburger Uhrenmachers Jean-Baptiste Schwilgué, der weltweit ältesten erhaltenen Tastenaddiermaschine**

### **Fund einer 150-jährigen Staffelwalzen-Rechenmaschine von Charles-Xavier Thomas aus Colmar, der weltweit ersten erfolgreichen mechanischen Rechenmaschine**

Am 28. Januar 2014 sind in der Kulturgütersammlung der ETH Zürich zwei überraschende 150- bzw. 160-jährige mechanische Rechenmaschinen aufgetaucht: ein Thomas-Arithmometer aus Paris und eine Schwilgué-Tastenaddiermaschine aus Strassburg. Das Arithmometer ist die erste erfolgreiche industriell gefertigte Rechenmaschine. Die sehr seltene, weitgehend unbekannte Addiermaschine gilt als das weltweit besterhaltene Exemplar.

Herbert Bruderer

Die beiden Geräte stammen aus der Sammlung Sternwarte der ETH Zürich. Es sind weder Gebrauchsanweisungen noch sonstige Dokumente vorhanden. Über das Thomas-Arithmometer gibt es im Gegensatz zu Schwilgués Tastenaddiermaschine jedoch zahlreiche Veröffentlichungen. In der Bibliothek der Strassburger Museen und im Strassburger Staatsarchiv sind keine Unterlagen zu Schwilgués Rechenmaschine verfügbar.

#### **Wie kam es zum Fund?**

Im Zusammenhang mit der Entdeckung von zwei Rechenwalzen (Ende 2013) erfuhr ich vom Hochschularchiv der ETH von der Existenz eines geheimnisvollen, im Hauptgebäude der ETH verborgenen Kulturgüterschatzes. Heinz Joss und ich waren auf der Suche nach dem verschollenen Rechenstab von Hofrat Johann Caspar Horner aus Zürich. Solche Rechenhilfsmittel waren über 300 Jahre lang im Gebrauch. In der Datenbank der Kulturgütersammlung ([www.kgs.ethz.ch](http://www.kgs.ethz.ch)) fanden wir auch einen wenig aussagekräftigen Eintrag „Rechenmaschine“. Die Überraschung war gross, als zwei wertvolle historische Geräte zum Vorschein kamen.

#### **Thomas-Arithmometer, die weltweit erste industriell gefertigte Rechenmaschine**

Die ersten Rechenmaschinen wurden von Wilhelm Schickard (1623), Blaise Pascal (1642) und Gottfried Wilhelm Leibnitz (1673) erfunden. Es folgten bemerkenswerte Geräte u.a. von Anton Braun (1727) und Philipp Matthäus Hahn (1774). Bis sich die ersten im Alltag brauchbaren mechanischen Rechenmaschinen auf dem Markt durchsetzten, dauerte es jedoch bis ins 19. Jahrhundert. Auch für Charles-Xavier Thomas aus Colmar (1785–1870) war der Weg zum Erfolg steinig und langwierig. Thomas war Direktor von zwei Versicherungsunternehmen in Paris. Am 18. November 1820 erhielt er ein erstes Patent für sein Arithmometer („machine appelée arithmomètre, propre à suppléer à la mémoire et à l'intelligence dans toutes les opérations d'arithmétique“). Die Thomassche Maschine ist ein Meilenstein in der Geschichte der Rechentechnik, es gab zahlreiche Nachbauten, z.B. von Burkhardt in Glashütte (Sachsen, 1878). Das Exemplar der ETH Zürich gilt als Unikat. Denn bei der Serienproduktion wurden die Geräte laufend verbessert.

#### **Staffelwalzenmaschine beherrscht alle vier Grundrechenarten**

Das Thomas-Arithmometer beherrscht alle vier Grundrechenarten Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division (Vierspeziesmaschine). Es handelt sich dabei um eine Staffelwalzenmaschine

(im Unterschied etwa zu den Sprossenradmaschinen) mit waagrecht liegenden Staffelwalzen. Die Zahlen werden über (fünf) Schieber eingegeben, die Maschine wird über eine Kurbel (rechts im Bild) angetrieben. Die Umstellung von Addition/Multiplikation zu Subtraktion/Division und zurück erfolgt über einen Umschalter (links, Mitte; Multiplikation = wiederholte Addition, Division = wiederholte Subtraktion). Zu sehen ist ferner ein (weisser) Löschknopf (oben rechts) für das Rücksetzen des gesamten Resultatwerks auf Null. Einzelne Zahlenwerte lassen sich mit den Drehknöpfen bei den Schaulöchern (oben) verändern.



*Thomas-Arithmometer aus Paris. Ein Meilenstein in der Geschichte der Rechentechnik: Das am 28. Januar 2014 in der Kulturgütersammlung der ETH Zürich (wieder) gefundene 150-jährige Thomas-Arithmometer, eine Vierspezies-Staffelwalzenmaschine aus Messing und Holz, © Herbert Spühler, Stallikon*

### **Verkauf von 1500 Stück bis 1878**

Zahlreiche unterschiedliche Modelle kamen in den Handel. Die regelmässige Fertigung begann etwa 1850 und erstreckte sich bis in 20. Jahrhundert. Nach einem Bericht von Sébert (1878) wurden bis 1878 1500 Maschinen verkauft. Thomas verschenkte Anfang der 1850er Jahre reich verzierte Arithmometer an gekrönte Häupter, auch an den Papst, was ihm manche Auszeichnungen eintrug.

Die an der ETH aufgetauchte Vierspeziesmaschine ist 38,2 cm (39 cm) breit, 16,7 cm (17,6 cm) tief und 10,5 cm hoch. Gewicht: 5200 g. Sie trägt die Inschrift „Thomas, de Colmar à Paris inventeur, N° 507“. Im Bonner Arithmeum gibt es nach Auskunft von Felix Feldhofer eine ähnliche Maschine ohne Umdrehungszählwerk aus dem Jahr 1865 mit der Seriennummer 528. Die Vergabe der Maschinennummern war jedoch verwirrend. Baujahr des ETH-Geräts: etwa 1863. In diesem Jahr begann laut Valéry Monnier ([www.arithmometre.org](http://www.arithmometre.org)) die Fertigung dieses Modells.

Soweit bekannt gibt es in der Schweiz nur zwei Sammlungen mit solchen Maschinen: das Museum ENTER in Solothurn und die Kulturgütersammlung der ETH Zürich. Hinzu kommt das Rechenmaschinenmuseum in Schaan FL. Thomas-Arithmometer sind in zahlreichen technischen Museen rund um die Welt zu finden: z.B. Heinz Nixdorf Museumsforum (Paderborn), Deutsches Museum (München), Arithmeum (Bonn).

### **Schwilguésche Rechenmaschine, die weltweit älteste erhaltene Tastenaddiermaschine**

Jean-Baptiste (Johann Baptist) Schwilgué (1776–1856) aus Strassburg war Uhrmacher, Eichmeister und Mathematiklehrer. Er hat die alte still stehende astronomische Uhr des Strassburger Münsters von Grund auf erneuert und 1842 erstmals in Betrieb genommen. Am 24. Dezember 1844 beantragten er und sein Sohn Charles-Maximilien (Karl) ein Patent für ihre Addiermaschine („additionneur mécanique“), das ihnen am 1. März 1845 erteilt wurde. Dabei handelt es sich um einen Kolonnenaddierer. Zahlreiche Erfinder bauten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts massenweise ähnliche Geräte. Wirtschaftlich erfolgreich war vor allem das 1887 von Dorr E. Felt erfundene Comptometer. Schwilgués Vorrichtung ist nach dem Volltastaturrechner mit Direktmultiplikation des Schreiners Luigi Torchi (Mailand, 1834) vermutlich weltweit die zweite Tastenrechenmaschine. Torchis hölzernes Versuchsgerät hat wahrscheinlich nicht überlebt, wie zuverlässig es war, ist ungeklärt. Schwilgués Tastenaddierer gilt als die älteste erhaltene Maschine dieser Art.



*Schwilgué-Tastenaddiermaschine aus Strassburg. Eine äusserst seltene Addiermaschine aus dem Jahr 1851 von Jean-Baptiste Schwilgué, dem berühmten Uhrmacher aus Strassburg (Schöpfer der letzten astronomischen Uhr des Strassburger Münsters). Die meisten führenden technisch-wissenschaftlichen Museen hatten bisher keine Kenntnis vom Schwilguéschen Gerät. Aufgetaucht in der Kulturgütersammlung der ETH Zürich am 28. Januar 2014. © Herbert Spühler, Stallikon*

### **Sehr seltene, in der Fachwelt weitgehend unbekannte Rechenmaschine**

Nach unserem Wissen sind nur sehr wenige Schwilguésche Addiermaschinen überliefert. Das weltweit wohl best erhaltene Exemplar befindet sich in der Kulturgütersammlung der ETH Zürich. Das Historische Museum in Strassburg besitzt eine Schwilgué-Maschine. Laut Denis Roegel von der Universität Nancy befindet sich ein weiteres Gerät bei der Familie Boutry-Ungerer (1845). Nachforschungen bei Schwilgués Nachkommen blieben jedoch erfolglos.

Eine Umfrage unter weltweit führenden technisch-wissenschaftlichen Museen ergab, dass die meisten Fachleute die Schwilguésche Rechenmaschine nicht kennen und schon gar nicht besitzen. In der Fachliteratur wurde sie weitgehend missachtet. Die folgenden Sammlungen haben keine Addiermaschine von Schwilgué: Deutsches Museum (München), Heinz Nixdorf Museumsforum (Paderborn), Arithmeum (Bonn), Technisches Museum (Wien), Musée des arts et métiers (Paris), Science Museum (London), National Museum of Computing (Bletchley Park), Museum of Science and Industry (Manchester), National Museum of American History (Washington, D.C.), Computer History Museum (Mountain View, CA), Charles Babbage Institute (Minneapolis, MI).

Das schwere metallene Gerät aus dem Jahr 1851 hat Tasten für die Ziffern 1 bis 9. Das Rechenergebnis wird in einem Schaufenster zwischen den beiden Drehknöpfen abgelesen. Diese dienen zur Einstellung der Räder für die Einer und Zehner und für das Rücksetzen auf Null. Das Gerät addiert Zahlen von 0 bis 299, wobei sich nur einstellige Zahlen eingeben lassen. Die geringe Stellenanzahl lässt sich durch den Verwendungszweck erklären. Nach Felix Feldhofer nimmt die Hubtiefe der Tasten von eins bis neun schrittweise zu, entsprechend weit werden die Zahnstangen bzw. -räder des Zählwerks bewegt. Masse: Breite 25,3 cm, Tiefe 13,5 cm, Höhe 9,5 cm. Gewicht: 3336 g.



*Diese Schwilgué-Tastenaddiermaschine befindet sich im Historischen Museum in Strassburg. © Strassburger Museen 2014*

### **Eingabe der Zahlen über Tasten**

Schwilgués Maschine ist viel einfacher als das deutlich ältere Thomas-Arithmometer. Die Zielsetzung: schnelle, einfache Addition von Zahlenkolonnen. Denn die existierenden leistungsfähigen Maschinen waren laut Denis Roegel für alltägliche Buchungen wenig hilfreich, da umständlich. Entscheidend ist dabei, dass sich die Zahlen über eine Tastatur eingeben lassen (und nicht über Schieber oder Drehscheiben). Die später weit verbreiteten Tastenaddierer eigneten sich besonders für die Buchhaltung, damit liess sich das Zusammenzählen von Rechnungsbeträgen nämlich erheblich beschleunigen. Die Schwilgué zählt die eingegebenen einstelligen Zahlen sofort zusammen, die Eingabe eines Pluszeichens ist überflüssig. Zehner- und Hunderterübertrag erfolgen automatisch. Nach 299 springt das Resultatwerk auf Null.

### Nachbau durch Solothurner Uhrmacher

Victor Schilt (1822–1880), Uhrmacher aus Grenchen (bei Solothurn), fertigte 1851 einen Nachbau von Schwilgués Maschine an, der im gleichen Jahr an der Londoner Weltausstellung gezeigt wurde. An dieser „Great exhibition“ im Londoner Crystal Palace bekam er einen Auftrag für 100 Maschinen. Er lehnte ihn jedoch ab, vielleicht weil er nicht der Erfinder war (Denis Roegel). Das einzige bekannte Exemplar befindet sich im National Museum of American History in Washington, D.C. (Smithsonian Institution). Schilt arbeitete etwa zwei Jahre (um 1847/1848) in Schwilgués Strassburger Werkstatt, wo er 1848 das erste Exemplar seines Addierers baute.

### Thomas-Arithmometer

Kennzeichen: Vierspezies-Staffelwalzenrechenmaschine  
 Zahleneingabe: über Schieber  
 Erfinder: Charles-Xavier Thomas aus Colmar, Versicherungsunternehmer in Paris  
 Patente: 1820 (erstes Patent), 1850 (neues Patent mit Erneuerung 1865 und 1880)  
 Bedeutung: weltweit erste erfolgreiche industriell gefertigte mechanische Rechenmaschine  
 Nachbauten: Arthur Burkhardt und manche andere Staffelwalzenmaschinen  
 Baujahr: etwa 1863 (Gerät der ETH)

### Schwilgués Tastenaddierer

Kennzeichen: Einspeziesmaschine, Kolonnenaddiermaschine, Schaltschwingenmaschine  
 Zahleneingabe: über Tasten  
 Erfinder: Jean-Baptiste Schwilgué, Uhrmacher aus Strassburg  
 Patent: 1844  
 Bedeutung: weltweit älteste erhaltene, sehr seltene Tastenaddiermaschine (Kolonnenaddierer)  
 Nachbau: Schilt  
 Baujahr: 1851 (Gerät der ETH)

### Mechanische und elektronische Digitalrechner

Bis etwa 1950 waren Computer im angelsächsischen Sprachraum Menschen, „Rechenknechte“ und „Rechenmägde“. Heutige Computer sind programmierbare, programmgesteuerte elektronische Digitalrechner. Ursprünglich nannte man sie Ziffernrechner. Schwilgués Tastenaddiermaschine und das Thomassche Arithmometer sind nicht programmierbare mechanische Digitalrechner. Programmsteuerung ist auch bei (analogen) Musikautomaten und Webstühlen anzutreffen. Bei den mechanischen Vierspeziesmaschinen gab es vielfältige Speichervorrichtungen (z.B. Summierwerk, Speicherwerk). Ein wichtiges Merkmal moderner Computer ist das Speicherprogramm (Daten und Programm im gleichen Hauptspeicher), das eine vielseitige Nutzung ermöglicht.

### Gefunden und vergessen

Denis Roegel arbeitete im Elsass an einer Bestandsaufnahme für Turmuhren und kam über die Strassburger astronomische Uhr zu Schwilgué. Über Patentnachforschungen und Archivbilder hatte er von der Schwilguéschen Maschine erfahren. 2007 nahm er das Gerät an der ETH unter die Lupe, auf das er zufällig über eine Internetsuchmaschine gestossen war. Er veröffentlichte ein Jahr später einen Aufsatz in einer amerikanischen Wissenschaftszeitschrift, was hierzulande aber offensichtlich nicht zur Kenntnis genommen wurde. Anschliessend verschwand der Kolonnenaddierer wieder von der Bildfläche und geriet in einem Magazin in Vergessenheit.

Wir hatten keine Kenntnis von der Tastenaddiermaschine. In der Sammlung der Sternwarte suchten wir vor allem nach Rechenstäben, als die beiden mechanischen Rechenmaschinen zum Vorschein kamen. Von Roegels Bericht erfuhren wir erst nach der Wiederentdeckung. Bis heute fehlt

Schwilgués Maschine in den Geschichtsbüchern. Sie wird – im Gegensatz zum Arithmometer – im Verzeichnis der Sammlungen der Zürcher Sternwarte von Rudolf Wolf im handschriftlichen Nachtrag auf Seite 187 erwähnt, allerdings weitere Zusatzangaben. Johann Rudolf Wolf (1816–1893) war Professor für Astronomie und Oberbibliothekar an der ETH Zürich. Es ist zu hoffen, dass die Raritäten nicht wieder untertauchen.

## Quellen

- Diener, J.: Schwilgué, Johann Baptist, in: Allgemeine Deutsche Biographie, herausgegeben von der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Band 33, 1891, Seiten 447–448
- Hénin, Silvio: Early Italian computing machines and their inventors, in: Arthur Tatnall (Hrsg.): Reflections on the history of computing. Preserving memories and sharing stories, Springer, Berlin 2012, Seiten 204–230 (IFIP Advances in information and communication technology 387)
- Hénin, Silvio: Luigi Torchi's calculating machine, 5 Seiten ([www.rechnerlexikon.de](http://www.rechnerlexikon.de))
- Hénin, Silvio: Two early Italian key-driven calculators, in: IEEE annals of the history of computing, Band 32, 2010, Heft 1, Seiten 34–43
- Hénin, Silvio; Temporelli, Massimo: An original Italian dial adder rediscovered, in: IEEE annals of the history of computing, Band 34, 2012, Heft 2, Seiten 49–58
- Johnston, Stephen: Making the arithmometer count, in: Bulletin of the scientific instrument society, 1997, Heft 52, Seiten 12–21
- Roegel, Denis: An early (1844) key-driven adding machine, in: IEEE annals of the history of computing, Band 30, 2008, Heft 1, Seiten 59–65
- Turck, J.A.V.: Origin of modern calculating machines. A chronicle of the evolution of the principles that form the generic make-up of the modern calculating machine, Western society of engineers, Chicago 1921, 196 Seiten
- Vollrath, Hans-Joachim: Verborgene Ideen. Historische mathematische Instrumente, Springer Fachmedien, Wiesbaden 2013, 156 Seiten
- Wolf, Rudolf: Verzeichniss der Sammlungen der Zürcher-Sternwarte, Eidgenössische Sternwarte, Zürich 1873 f., 221 Seiten (Wissenschaftshistorische Sammlungen der ETH-Bibliothek, Zürich 1989)

## Webseiten

<http://americanhistory.si.edu>

<http://bases-brevets19e.inpi.fr/index.asp?page=rechercheRapide> (Patentdatenbank des Institut national de la propriété industrielle, [www.inpi.fr](http://www.inpi.fr))

<http://history-computer.com/mechanicalcalculators/19thcentury> (Jean-Baptiste Schwilgué, Luigi Torchi)

<http://www.arithmometre.org>

<http://www.computinghistory.org.uk>

## Neue Funde von historischen Rechengeräten 2010–2014

### 2010

#### **Zuse M9** (Digitalrechner)

programmgesteuerter Rechenlocher (weltweit einziges überlebendes Exemplar)  
 erster serienmässig hergestellter Rechner des deutschen Computererfinders Konrad Zuse  
 Museum für Kommunikation, Bern

### 2011

#### **Cora** (Digitalrechner)

erster Schweizer Transistorrechner (Cora 1, weltweit einziges überlebendes Exemplar)  
 erster elektronischer Digitalrechner der Contraves AG, Zürich  
 ETH Lausanne, Bolo-Museum (Fund durch ETH Lausanne)

### 2013

#### **24-Meter-Loga-Rechenwalze** (Analogrechner)

weltweit grösste Rechenwalze mit einer Skalenlänge von 24 m (bisher bekannt: 5 Exemplare)  
 Loga-Calculator, Zürich  
 ETH Zürich (Departement Informatik)

#### **24-Meter-Loga-Rechenwalze** (Analogrechner)

weltweit grösste Rechenwalze mit einer Skalenlänge von 24 m (bisher bekannt: 5 Exemplare)  
 Loga-Calculator, Zürich  
 UBS Basel (Konzernarchiv)

### 2014

#### **Schwilguésche Tastenaddiermaschine** (Digitalrechner)

weltweit älteste erhaltene Tastenaddiermaschine (weltweit best erhaltenes Exemplar)  
 Johann Baptist Schwilgué, Schöpfer der letzten astronomischen Uhr des Strassburger Münsters  
 ETH Zürich, Kulturgütersammlung

#### **Thomas-Arithmometer** (Digitalrechner)

weltweit erste erfolgreiche industriell gefertigte Rechenmaschine (zahlreiche Exemplare erhalten)  
 Charles-Xavier Thomas aus Colmar, Paris  
 ETH Zürich, Kulturgütersammlung

Gesucht werden zurzeit Exemplare der an der ETH Zürich verwendeten mechanischen Rechenmaschinen Madas und Curta. Zudem läuft eine schweizweite Umfrage zu analogen und digitalen Rechengeräten.

### Danksagung

Der Verfasser dankt allen Beteiligten herzlich für ihre Unterstützung: Brian Aldous (National Museum of Computing, Bletchley Park), Tilly Blyth (Science Museum, London), James Cortada (Charles Babbage Institute, Universität Minnesota), Marie-Ange Duvignacq (Archives départementales du Bas-Rhin, Strassburg), Felix Feldhofer (Arithmeum, Universität Bonn), Monique Fuchs (Strassburger Museen), Jean-Paul Gangloff (Strassburger Museen), Nicole Graf (Bildarchiv der ETH Zürich), David Hartley (Universität Cambridge), Ulf Hashagen (Deutsches Museum, Mün-

chen), Silvio Hénin (Berater des Museo nazionale della scienza e della tecnologia „Leonardo da Vinci“, Mailand), Roger Johnson (Computer Conservation Society, London), Stephen Johnston (Museum of the History of Science, Oxford), Heinz Joss (Fachmann für Rechenschieber), Peggy Kidwell (National Museum of American History, Washington, D.C.), Thomas Misa (Charles Babbage Institute, Universität Minnesota), Valéry Monnier (Webseite arithmometre.org), Otmar Moritsch (Technisches Museum, Wien), Agnese Quadri (Bildarchiv der ETH Zürich), Corinne Raczynski (Musée des arts et métiers, Paris), Denis Roegel (Universität Nancy), Hans Peter Schaub (Sammler von Rechenschiebern und Rechenmaschinen), Christine Speroni (Strassburger Museen), Dag Spicer (Computer History Museum, Mountain View, CA), Herbert Spühler (Fotograf), Stefan Stein (Heinz Nixdorf Museumsforum, Paderborn), Anja Thiele (Deutsches Museum, München), Yvonne Voegeli (Hochschularchiv der ETH Zürich), Graham Wallace (National Museum of Computing, Bletchley Park ), Thérèse Willer (Strassburger Museen), Michael R. Williams (Universität Calgary, Kanada).

*Fassung vom 10. April 2014*

Herbert Bruderer, ehemaliger Dozent am Departement Informatik der ETH Zürich

[herbert.bruderer@bluewin.ch](mailto:herbert.bruderer@bluewin.ch)

Telefon +41 71 855 77 11

*Buchhinweis*

Herbert Bruderer: Konrad Zuse und die Schweiz. Wer hat den Computer erfunden? Oldenbourg-Verlag, München/de Gruyter, Berlin 2012, XXVI, 224 Seiten

© Bruderer Informatik, CH-9401 Rorschach 2014

## Anhang

### Gebrauchsanweisung für die Schwilgué-Addiermaschine der ETH Zürich Einspezies-Kolonnenaddierer

Baujahr: 1851

#### Addition

Beispiel:  $5+8+7+4+9$

1. Mit den beiden Drehknöpfen (beidseits des Fensters) das Resultatwerk auf null zurücksetzen
2. Eingabe der Zahl 5 mit der Taste 5
3. Eingabe der Zahl 8 mit der Taste 8 (Resultatwerk zeigt 13)
4. Eingabe der Zahl 7 mit der Taste 7 (Resultatwerk zeigt 20)
5. Eingabe der Zahl 4 mit der Taste 4 (Resultatwerk zeigt 24)
6. Eingabe der Zahl 9 mit der Taste 9 (Resultatwerk zeigt 33)
7. Eingabe der Zahl 6 mit der Taste 6 (Resultatwerk zeigt 39)
8. Ablesen des Ergebnisses (39) im Resultatwerk (Schaufenster in der Mitte)

#### Hinweise

- Es können nur einstellige Zahlen eingegeben werden.
- Die Tastenaddiermaschine zählt bis 299 und springt dann auf Null zurück.
- Es gibt keine Taste für die Ziffer Null. Sie würde keinen Sinn machen, da nur einstellige Zahlenwerte zusammengezählt werden. Eine Addition um 0 würde das Ergebnis nicht verändern.

### Gebrauchsanweisung für das Thomas-Arithmometer der ETH Zürich Vierspezies-Staffelwalzenmaschine

Seriennummer 507 (Baujahr: etwa 1863)

#### Addition

Beispiel:  $132+64$

1. Mit dem Löschknopf (oben rechts) das Resultatwerk auf null zurücksetzen
2. Umschalter (Mitte links) auf Stellung Addition/Multiplikation
3. Eingabe der Zahl 132 mit drei Schiebern (rechts aussen)
4. Antriebskurbel 1x drehen
5. Eingabe der Zahl 64 mit zwei Schiebern (rechts aussen)
6. Antriebskurbel 1x drehen
7. Ablesen des Ergebnisses (196) im Resultatwerk (Schaulöcher oben)

## Division

Beispiel:  $870 : 5$

1. Mit dem Löschknopf (oben rechts) das Resultatwerk auf null zurücksetzen
  2. Umschalter (Mitte links) auf Stellung Subtraktion/Division
  3. Eingabe der Zahl 870 mit drei Schiebern (rechts aussen)
  4. Antriebskurbel 1x drehen
  5. Eingabe der Zahl 5 mit einem Schieber (ganz rechts)
  6. Antriebskurbel 5x drehen
  7. Ablesen des Ergebnisses (174) im Resultatwerk (Schaulöcher oben)
- Die Subtraktion wird gleich wie die Addition durchgeführt, jedoch mit Umschalter auf Stellung Subtraktion/Division (jeweils 1 Kurbelumdrehung).
  - Die Multiplikation wird gleich wie die Division durchgeführt, jedoch mit Umschalter auf Stellung Addition/Multiplikation (mehrere Kurbelumdrehungen).

## Hinweise

- Schieber für Einer: 1. Schieber von rechts
- Schieber für Zehner: 2. Schieber von rechts
- Schieber für Hunderter: 3. Schieber von rechts
- Schieber für Tausender: 4. Schieber von rechts

Mit den Drehknöpfen bei den Schaulöchern des Resultatswerks (Reihe oben) lassen sich einzelne Zahlenwerte verändern.

Ggf. muss man die Antriebskurbel nach unten drücken (Sperre).

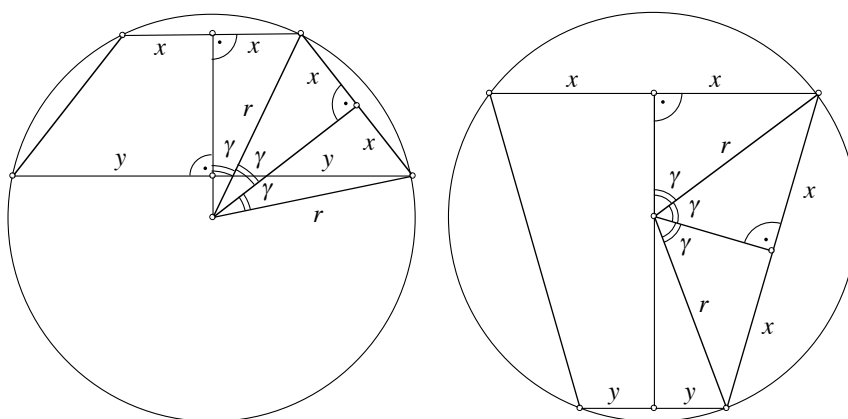
Im Unterschied zu jüngeren Modellen gibt es keine Schaulöcher fürs Ablesen

- der eingegebenen Zahlen (Einstellwerk),
- der Anzahl Umdrehungen (Umdrehungszählwerk).

## Anregung aus „Histoire de trapèze isocèle“, Bulletin Nr. 124

Peter Gallin

Auf Seiten 7-9 des Bulletins Nr. 124 vom Januar 2014 untersucht Jean Piquerez eine Aufgabe, welche offenbar an einer Aufnahmeprüfung ans Polytechnikum gestellt worden war. Wenn ich seine wunderbar zurechtgemachte Lösung betrachte, muss ich gestehen, dass ich unter Prüfungsbedingungen eine solche Aufgabe kaum hätte lösen können. So habe mich gefragt, ob die etwas rätselhaft formulierte Aufgabe nicht auch so abgewandelt werden könnte, dass eine weniger rechenintensive Aufgabe, eine Maturaufgabe, daraus würde. Die ursprüngliche Aufgabe lautete: „Un trapèze isocèle, de périmètre 16, est inscrit dans un cercle de rayon 4. Calculer les côtes et le rayon du cercle inscrit“. Dass die Existenz eines Inkreises so beiläufig erwähnt wird, ist etwas hinterhältig. Lassen wir doch diese Existenz weg und fassen das Trapez als doppelt-gleichschenkelig auf: Von einem Trapez sollen drei Seiten, also zwei Schenkel und eine Grundseite, gleich lang sein. Dann existiert ein Umkreis, dessen Radius  $r = 4$  gegeben sein soll. Ferner sei der Umfang  $u = 16$  des Trapezes gegeben.



Bezeichnet man mit  $x$  die halbe Schenkellänge, mit  $y$  die halbe Länge jener Grundseite, deren Länge verschieden von den Schenkellängen ist, und mit  $\gamma$  den Winkel im rechtwinkligen Dreieck mit Kathete  $x$  und Hypotenuse  $r$ , so findet man rasch drei Gleichungen für diese drei Unbekannten:

$$\left\{ \begin{array}{l} y = \frac{u}{2} - 3x \\ \sin(\gamma) = \frac{x}{r} \\ \sin(3\gamma) = \frac{y}{r} \end{array} \right\}$$

Mit der Dreifachwinkelformel  $\sin(3\gamma) = 3 \sin(\gamma) - 4 \sin(\gamma)^3$  ergibt sich

$$3 \cdot \frac{x}{r} - 4 \cdot \frac{x^3}{r^3} = \frac{y}{r} \quad \text{oder mit Einbezug der 1. Gleichung: } 12xr^2 - 8x^3 = ur^2$$

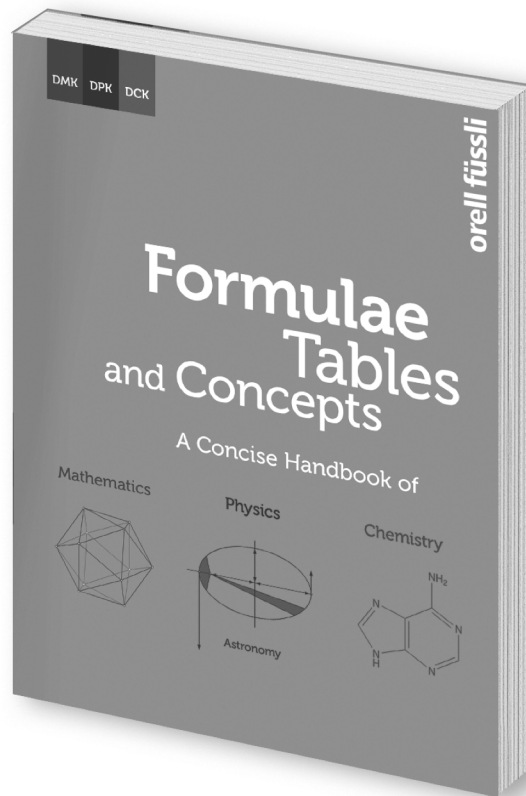
Für  $u = 16$  und  $r = 4$  entsteht die kubische Gleichung

$$x^3 - 24x + 32 = 0,$$

von der eine (geometrisch unmögliche) Lösung  $x_1 = 4$  erraten werden kann. Dividiert man durch den Linearfaktor  $(x-4)$ , entsteht eine quadratische Gleichung mit den Lösungen  $x_{2,3} = 2(\pm\sqrt{3}-1)$ . Nur  $x_2 = 2(\sqrt{3}-1)$  ist positiv und geometrisch sinnvoll. So ist also eine Maturaufgabe mit relativ wenig Rechenaufwand, aber mit Anwendung von Geometrie, Goniometrie und Algebra entstanden.

# Die Übersetzung des Schweizer Standardwerks für den Immersions-Unterricht

**NEU IN ENGLISCHER SPRACHE**



- Die Übersetzung von «Formeln, Tabellen, Begriffe» für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in Englisch
- Um acht Seiten in Physik und Chemie entsprechend den Bedürfnissen der Sekundarstufe II erweitert
- Attraktiv, zweifarbig mit zahlreichen illustrativen Grafiken und einem umfangreichen Stichwortverzeichnis gestaltet

DMK, DPK, DCK (Hrsg.)

**Formulae, Tables and Concepts**

A Concise Handbook of  
Mathematics - Physics -  
Chemistry  
2014

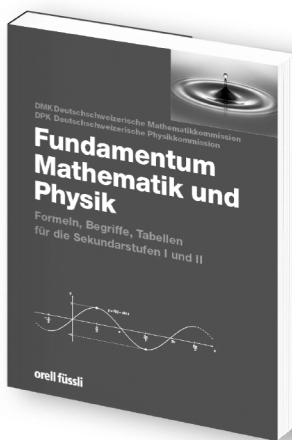
264 Seiten, klappenbroschiert

Fr. 25.-

ISBN 978-3-280-04084-3

**Erhältlich ab sofort**

## Unsere bewährten Formelsammlungen auf Deutsch:



DMK, DPK (Hrsg.)

**Fundamentum  
Mathematik und Physik**

Formeln, Begriffe, Tabellen  
für die Sekundarstufen I und II  
6. Auflage 2011

120 Seiten, klappenbroschiert

Fr. 20.-

ISBN 978-3-280-02744-8



**E-Book im iTunes Store**

Fr. 16.-, ISBN 978-3-280-03787-4



DMK, DPK, DCK (Hrsg.)

**Formeln, Tabellen, Begriffe**

Mathematik, Physik,  
Chemie  
Sekundarstufe II und Tertiärstufe  
4. Auflage 2013

256 Seiten, klappenbroschiert

Fr. 23.-

ISBN 978-3-280-04059-1



**E-Book im iTunes Store**

Fr. 18.-, ISBN 978-3-280-03789-8

**orell füssli** Verlag  
www.ofv.ch/lernmedien

## 25. Schweizerischer Tag über Mathematik und Unterricht

Die Schweizerische Mathematische Gesellschaft SMG, die Deutschschweizerische Mathematik-Kommission DMK und die ETH Zürich laden Sie herzlich zu dieser Weiterbildungsveranstaltung ein.

### Kursdaten

**Thema:** Begeisterung wecken für die Mathematik!

**Ort:** Kantonsschule Kollegium Schwyz, Schwyz

**Datum:** Mittwoch, 10. September, 2014

**Organisation:** Meike Akveld (ETH), Daniela Grawehr (KS Schwyz), Norbert Hungerbühler (ETH)

### Programm

Die beschriebenen 8 Workshops finden je zweimal parallel an den im Programm aufgeführten Zeiten statt.

**Vortrag:** Colin Wright (Solipsys, UK)

**Vortrag:** Philipp Schöbi (KS Sargans)

**Workshop A, Mathematische Spiele zur Unterrichtsgestaltung,** Heiko Etzold, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

**Workshop B, Statistik** , Corinne Dahinden, KS Zug

**Workshop C, Computing the distance to the moon - a fascinating application of simple algebra,** Colin Wright, Solipsys, UK

**Workshop D, Risiken und Entscheidungshilfen bei Geldanlagen und medizinischen Tests,** Michael Vowe, FHNW

**Workshop E, Beweisen im Grundlagenfach,** Werner Durandi, Kollegiums St. Fidelis

**Workshop F, Fraktale,** Georg Schierscher, Schaan

**Workshop G, Spline-Interpolation,** Kristine Barro-Bergflödt, Kantonsschule Freudenberg und ETH Zürich

**Workshop H, Ein Ausflug in die Welt der Kurven,** Norbert Hungerbühler, ETH Zürich

<http://www.math.ch/TMU2014/>.

**Anmeldung (bis 31. August 2014)**

**A. Ostermann, G. Wanner: Geometry by Its History** 437 Seiten, EUR 64.15, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2012, Undergraduate Texts in Mathematics, Readings in Mathematics, ISBN 978-3-642-29162-3.

Dieser Text umfasst den Inhalt einer Grundvorlesung *Geometrie* für Naturwissenschaften und könnte als Vademecum den Unterrichtenden im Gymnasium ein ganzes Berufsleben lang nützlich sein. Der reiche Inhalt wird gemäss der historischen Entwicklung der Geometrie bis in die Jetztzeit angeordnet. Dabei meint ... *by Its History* nicht den betont wissenschaftshistorischen Standpunkt.

Eine offensichtliche Zweiteilung trennt die klassische synthetische Geometrie gegenüber der neuzeitlichen analytischen Geometrie, die wesentlich auf algebraische Strukturen aufbaut.

Ausgangspunkt für die Behandlung der klassischen Geometrie sind die Sätze von Thales (Strahlensätze) und der Satz von Pythagoras. Darauf folgt eine Übersicht zu Euklids Elementen, Kegelschnitte, weitere Ergebnisse über speziellen Kurven (Nicomedes und Archimedes), Dreiecksgeometrie, die Kreissätze von Steiner und mehr. Ebene und sphärische Trigonometrie. Bemerkenswert ist die geometrische Darstellung, wie Newton die Keplergesetze aus dem von ihm postulierten Gravitationsgesetz hergeleitet hat.

Die algebragestützte analytische Sicht wird eröffnet mit einem Problem von Pappus, das Descartes mit analytischer Geometrie behandelt hat. Es folgt eine analytische Behandlung von Kegelschnitten und anderen Kurven, Zeugen einer Vorstufe der Differentialgeometrie, die algebraische Behandlung der Frage nach der Konstruierbarkeit mit Zirkel und Lineal, Raumgeometrie und Vektoralgebra, Matrizen, lineare Abbildungen, quadratische Formen, Perspektive und projektive Geometrie.

Der Text wird getragen durch mannigfaltige Beweise einer didaktischen Verpflichtung. Zu nennen sind insbesondere die sorgfältig gestalteten Abbildungen, insbesondere auch Stereogramme zur Unterstützung der Raumanschauung, ferner Reproduktionen historischer Abbildungen und Zitate von Originaltexten. Auch gibt es zu jedem Kapitel eine Anzahl von gut gewählten Aufgaben zur Vertiefung, Anwendung, Ergänzung des vermittelten Stoffes. Die letzten rund 50 Seiten des Textes enthalten knappe Lösungen. Es folgen ein ausführliches Stichwortverzeichnis und umfangreiche Literaturangaben.

Die grosse Detailkenntnis der Autoren ist beeindruckend. Die Reichhaltigkeit führt bisweilen zu filigranen Verästelungen (z.B. bis in die Aufgabensparte von *Elemente der Mathematik*), in die man sich versteigen kann. Dabei kann der Blick auf's Ganze zeitweilig beeinträchtigt werden.

Dieser Text deckt weit mehr ab, als der gymnasiale Geometrieunterricht verlangt. Die Ausblicke oder Erläuterungen der Hintergründe oder Zusammenhänge sind jedoch für die Unterrichtenden wesentlich. Doch bei allen Qualitäten ist dies keine Blaupause für einen Geometrieunterricht im Gymnasium, wohl aber eine reichhaltige Quelle für Ideen und Referenzen für die Unterrichtenden.

Der Text ist erstaunlich vollständig und doch habe ich da und dort etwas vermisst. Drei Beispiele sollen genügen:

- Neben Eulers Beiträgen etwa zur Trigonometrie oder zur Dreiecksgeometrie findet man in einer Aufgabe auch *Eulers Polyedersatz*. Ich habe den Hinweis vermisst auf die Bedeutung dieser topologischen Invariante am Anfang einer ganz neuen Entwicklung. Die Eulercharakteristik kann im Gymnasium als aussichtsreiches Thema vertieft werden.
- Kleins Erlanger Programm wird erwähnt, aber wir sehen nicht, dass die Algebraisierung mit der Betonung der *Rolle der Gruppen* von struktur-erhaltenden Abbildungen eine neue Dimension annimmt. Bei Poincaré wurde die Gruppe zur Quintessenz des Raumbegriffes. In der Elementargeometrie wurde nach 1960 versucht, alles auf den Spiegelungsbegriff zu reduzieren.
- Ähnlich finden sich auch Hinweise auf *automatisches Beweisen* im Text. Ich hätte dazu mehr gewünscht: Bemerkungen zum Satz von Tarski zur Vollständigkeit der ‘Elementargeometrie’, zur geometrischen Realisierung der Arithmetik (inklusive der Quadratwurzeloperation) in  $\mathbb{R}$  mit finiten Mitteln (Zirkel und Lineal) oder Hinweise auf Buchbergers Algorithmus als Erweiterung der Gausselimination.

Ein wünschbarer Ausblick in die Gegenwart der Geometriepraxis (CAD, Computational Geometry) ist aber vielleicht mit dem Zusatz *... Its History* unverträglich.

Die kritischen Anmerkungen markieren Grenzen, die der Text nicht überschreitet. Sie sollen das grosse Verdienst der Verfasser nicht schmälern. Das Buch kann insbesondere auch in der Ausbildung und Berufspraxis von Lehrkräften eine wichtige und nützliche Rolle spielen. Man kann nur wünschen, dass es sich weit verbreitet und der Erosion der Geometriekenntnisse entgegenwirkt.

H.R. Schneebeli, Wettingen

**Herzog, W. Bildungsstandards, eine kritische Einführung.**

114 Seiten, EUR 19.90, Kohlhammer, Stuttgart, 2013, ISBN 978-3-17-022600-5

Stellen Sie sich eine Fabrik vor, die Bolzen und Nieten herstellt. Die Kunden werden genaue Vorgaben machen, die Produkte müssen spezifiziert sein. Es braucht Normen und Standards, damit die industrielle Fertigung einen optimalen wirtschaftlichen Nutzen bringt. Die Qualitätsvorgaben lassen sich einhalten durch Materialkontrolle am Eingang des Prozesses, durch Überwachung der Fertigungsprozesse und durch Kontrollen am Ausgang. Ja, der Prozess wird noch effizienter, wenn die Ergebnisse der Kontrollen in die Steuerung der Produktion rückgekoppelt werden.

Stellen Sie sich eine Schule vor, die Kinder aufnimmt und nach etlichen Jahren entlässt mit einer Ausbildung, die sie befähigen soll, tragfähige Mitglieder der Gesellschaft zu sein. Was braucht es, damit eine Schule eine solche Rolle erfüllen kann? Es braucht Normen und Standards. Aber genügen dazu die Methoden aus der industriellen Massenfertigung, welche das Modell T von Ford hervorgebracht und Henry Ford zu einem berühmten und reichen Mann gemacht haben? Ist eine erfolgreiche Schule im wesentlichen eine gut organisierte Fabrik? Warum hat Ford nicht gleich auch das amerikanische Schulsystem revolutioniert und zu glänzendem Erfolg geführt? Zwei Antworten sind plausibel: Ford brauchte viel mehr anspruchslose, disziplinierte Arbeiter als kreative Ingenieure und er wäre mit der Organisation des US-Schulsystems kaum zu Ruhm und Reichtum gelangt.

Stimmt es, dass *Bildung* gerade das ist, was der Arbeitsmarkt jeweils benötigt? Arbeitsmigration ruft nach Harmonisierung und Vergleichbarkeit von Bildung und Zertifikaten. Spätestens seit PISA angeblich den Erfolg der Schule misst, wissen wir, dass auch Bildung nicht mehr das ist, was sie einmal war: Das was übrig bleibt, wenn man alles andere vergessen hat.

Prof. Dr. W. Herzog ist Direktor der Abteilung Pädagogische Psychologie am Institut für Erziehungswissenschaften der Universität Bern. Sein Text steht in der geisteswissenschaftlichen Tradition. Die Ausführungen auf rund 100 Seiten werden begleitet von einem Literaturverzeichnis mit 148 Einträgen. Das Buch erklärt die Verwendung der Begriffe rund um Normierungen, Standards und Tests, Steuerung und Kontrolle im Bildungsprozess. Der Autor vergleicht verschiedene Entwicklungen, die mit Harmonisierung oder Bildungsstandards angestossen wurden und bewertet sie bezüglich Wirkungen und Nebenwirkungen. Dieses Buch müssen Sie lesen, um zu verstehen, warum die zu erwartenden Wirkungen viel kleiner ausfallen werden, als was versprochen wird – und dies bei zahlreichen unerwünschten Nebenwirkungen.

Das Buch kommt zur rechten Zeit. Bildungsstandards sind nicht bloss mit HARMOS zu einem Schlagwort in der Bildungspolitik geworden. Aber was beinhalten Bildungsstandards eigentlich? Welche Erfahrungen wurden mit Bildungsstandards gemacht, die in den USA bereits Tradition haben? Was ist bestenfalls von Bildungsstandards zu erwarten und was nicht? Weil der Verfasser alle diese Fragen beantwortet, betrifft sein Buch nicht bloss politische Entscheidungsträger. Es ist von Belang sowohl für Eltern wie für die Unterrichtenden, die vielleicht schon bald von Bildungsstandards betroffen sein werden. Bildungsstandards bilden einen ideologischen Unterbau nicht bloss beim kompetenzorientierten Lehrplan 21, bei Vereinheitlichungen im Schulwesen, bei Forderungen nach mehr Bildungsgerechtigkeit, nach Vergleichbarkeit oder nach mehr "Qualität" und Nachhaltigkeit in der Schulbildung.

Kurz zum Inhalt, die Kapitelüberschriften lauten:

1. Qualität, Leistung, Standards
2. Kompetenzen und Kompetenzmodelle

3. Steuerung und Kontrolle
4. Messung und Tests
5. Schule jenseits des Regelkreises

Die Untertitel liefern relevante Schlüsselwörter für eine Zusammenfassung. Die wesentlichen Begriffe werden definiert, mit dem Gebrauch in der Literatur abgeglichen und im betrachteten Umfeld kritisch gewürdigt. Damit werden Schlagwörter entlarvt, die mit politischer Absicht oder Zielsetzung verwendet werden. Herzog argumentiert sachlich, unaufgeregt und er kritisiert treffsicher. Dabei bezieht er sich oft auf Veröffentlichungen der EDK oder des deutschen Gegenstücks, der KMK.

Alle Abschnitte sind nach einheitlichem Muster strukturiert. Es gibt eine Vorschau, dann wird auf einzelne Gesichtspunkte fokussiert und am Schluss folgt eine Synthese. Der Text liest sich flüssig.

Eine mathematisch begründete Kritik an der Regelung von Bildungsprozessen mit verzögerter Rückkoppelung würde noch schärfer ausfallen als die des Pädagogikexperten. Wenn die Qualitätssicherung bei Nieten und Bolzen gelingt, so nur, weil diese einfache und homogene Materialien betreffen, die relativ leicht zu bearbeiten und zu vermessen sind. Es ist im schulischen Kontext zu fragen, was mit Bildungstests gemessen wird und ob diese Information auf der individuellen Ebene für Korrekturen ausreicht. Es ist viel guter Glaube nötig, wenn man gar daran denkt, Testergebnisse aus einem Jahrgang für Korrekturen einzusetzen, die andere Klassen betreffen. Sinnvollerweise werden im Unterricht das sich entwickelnde Verständnis und wachsendes Wissen laufend kontrolliert und die Ergebnisse werden für Korrekturen von Missverständnissen und Fehlverhalten sofort im Unterricht benutzt. Das ist ein lokaler, sehr individueller Prozess, der gerade darum effizient ist, weil er nicht vergleichbar mit anderen sein kann!

Ein allgemeiner Test am Schluss des Bildungsganges ist wenig sinnvoll, wenn er nicht mit hoher Chance “Erfolg” anzeigt, denn andernfalls fehlt die Zeit, um Korrekturen anzubringen. Daher werden vermutlich Minimalstandards postuliert, die wenig zur Hebung der Bildungsleistung nutzen, weil sie so getrimmt sind, dass Fehlanzeigen die Ausnahme sein sollen. Es ist folglich zu vermuten, dass für die mit negativem Ergebnis getesteten Lernenden die Unschuldsvermutung gilt und somit Korrekturen bloss auf die Unterrichtenden oder die Schulleitung zielen können. Das ist auch ökonomisch plausibel, denn lohnwirksame Disziplinierung kostet nichts im Gegensatz zu Korrekturen, die neue Ressourcen verschlingen.

Eine verbreitete “Testitis” kann auch zu einem Fehlverhalten beim Unterrichten verführen: *teaching to the test*. Damit wäre dem Anspruch auf Sicherung der Bildungsqualität am wenigsten gedient.

Das kleine Buch hat viele Vorzüge. Ich habe es nicht mehr weggelegt, bis ich alles gelesen hatte. Es ist gut geschrieben, gut konzipiert und es enthält eine Reihe von wesentlichen Informationen, Analysen, Bewertungen zu einer anstehenden Entwicklung im Bildungswesen, deren unkontrollierbare Folgen der Verfasser mit guten Gründen benennt. Lesen Sie dieses Buch, um sich vorzubereiten auf bereits laufende Entwicklungen, die das Selbstverständnis und die gesellschaftliche Position der Lehrpersonen nicht schonen werden.

Testfrage zum Schluss: Wer ist fasziniert vom Unterrichten am Fließband in der testgesteuerten Bildungsfabrik?

H.R. Schneebeli, Wettingen



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

## *Kolloquium über Mathematik, Informatik und Unterricht Programm HS 2014*

Die Vorträge finden jeweils an einem Donnerstag um 17:15 Uhr  
im **Hörsaal HG G 3** des Hauptgebäudes der ETH Zürich statt.

Abgeschlossen werden die Veranstaltungen mit einem **Apéro im HG G 69** (D-MATH Common Room).

### Donnerstag, 23. Oktober 2014

*Albert Gaechter, dipl.Math.ETH, Kruesistrasse 12, CH-9000 St.Gallen*

### Donnerstag, 6. November 2014

*Prof. Dr. Jörg Waldvogel, ETH Zürich, SAM, LEO D 3, Leonhardstrasse 27, CH-8092 Zürich*

### Donnerstag, 20. November 2014

*Prof. Dr. Hans Walser, Mathematisches Institut, Universität Basel, Rheinsprung 21, CH-4051 Basel*

### Donnerstag, 4. Dezember 2014

*Prof. Dr. Martin J. Gander, Université de Genève, 2-4 rue du Lièvre, CP 64, CH-1211 Genève*

*Herzlich laden ein: N. Hungerbühler, J. Hromkovič, M. Akveld, H. Klemenz*

---

Weitere Informationen: <http://www.math.ethz.ch/didaktik/weiterbildung/kolloquium>

<http://math.ch/mathematics@school/>

## Vom Kindergarten bis zur Hochschule – Mathematik im Unterricht heute

Zentrale Aspekte des Mathematiklernens gelten vom Kindergarten bis zur Hochschule. In dieser neuen Vortragsreihe der Fachbereiche Mathematik der PH Zürich und der ETH Zürich soll vorgestellt werden, was für den Mathematikunterricht aller Stufen wesentlich ist – theoretisch fundiert und praktisch illustriert. Diese Veranstaltung richtet sich an Lehrpersonen aller Stufen sowie an Mathematikunterricht Interessierte.

**Donnerstag, 11. September 2014 in Zürich**

**17:15 bis 18:30 Uhr Vortrag mit anschliessendem Apéro** (Eintritt frei)

**Colin Wright (Port Sunlight, England)**

**Jonglieren und Mathematik – eine verblüffende Verbindung!**

*Bitte beachten Sie: Der Vortrag findet in englischer Sprache statt, wird aber simultan übersetzt. Der Vortrag ist auch für Schulklassen geeignet, welche dem Vortrag in englischer Sprache folgen können (z.B. gymnasiale Immersionsklassen).*

Jonglieren fasziniert Menschen seit Jahrhunderten. Der Schwerkraft trotzend hält der Jongleur Bälle oder andere Gegenstände in der Luft, in immer wieder wechselnden Bahnen und Anordnungen.

In diesem Vortrag zeigt Colin Wright eine Reihe von Jongliermustern und entwickelt – gleichzeitig! – eine einfache Methode, wie diese Jongliermuster mathematisch beschrieben werden können. Die mathematische Beschreibung wiederum kann genutzt werden, um neue, noch unbekannte Muster zu entdecken.

Am Beispiel der Verbindung von Jonglieren und Mathematik stellt Colin Wright dar, was Mathematik ist, worauf es in der Beschäftigung mit Mathematik ankommt und was dies für den Mathematikunterricht bedeutet.



**Dr. Colin Wright** schloss 1982 sein Mathematikstudium an der Monash University in Melbourne (Australien) ab und doktorierte 1990 an der Cambridge University (England). In Cambridge lernte er auch Feuerspucken, Jonglieren und Gesellschaftstanz. Heute arbeitet er als forschender Mathematiker, Programmierer und Hardware-Designer und trägt weltweit über Jonglieren und Mathematik vor. In seiner Freizeit spielt er Bridge und segelt, hat dies allerdings noch nie gleichzeitig versucht.

*Herzlich laden ein*

Norbert Hungerbühler (ETH Zürich) und  
René Schelldorfer (PH Zürich)

### Veranstaltungsort

**ETH Zürich, Hauptgebäude  
Rämistr. 101, 8092 Zürich  
Auditorium Maximum F 30**



Tram Linie 6 oder 10 ab HB bis «ETH/Unispital»,  
Linie 9 ab Bellevue bis «ETH/Unispital»,  
Polybahn ab Central

# DIE NEUEN VERNIER-PRODUKTE JETZT BEI EDUCATEC BESTELLEN

[shop.educatec.ch/vernier](http://shop.educatec.ch/vernier)

## GO WIRELESS TEMP



Der Vernier GO Wireless Temp ist ein robuster, vielfältig einsetzbarer, drahtloser Temperatursensor, der wie ein Thermometer verwendet wird. Seine stabile Bauweise und sein Messbereich machen ihn mit der drahtlosen Übertragung zu einem perfekten Sensor für verschiedenste Aufgaben.

Dieser Sensor kommuniziert mit Geräten wie dem iPad, iPhone und iPod. Die Unterstützung für Android-Geräte ist in Vorbereitung.



## NODE

Node ist eine drahtlose Sensorplattform, die durch ein mobiles Gerät, z.B. ein iPad, gesteuert wird. Schüler können damit Themen aus der Umweltwissenschaft, Physik oder Geowissenschaft bearbeiten. Die NODE+ Sensorplattform enthält ein 3-Achsen-Gyroskop, einen Beschleunigungssensor und ein Magnetometer. An zwei Erweiterungsplätzen können weitere Sensoren montiert werden.



## EMISSIONS SPECTROMETER



Das perfekte Werkzeug für Emissionsanalysen. Das Vernier Emissions-Spektrometer erfasst Emissionsspektren von Glühlampen, Gasentladungsröhren oder der Sonne. Es wird mit einem Standard-USB-Kabel an den Computer oder das LabQuest angeschlossen und erlaubt präzise Messungen im Bereich von 350 bis 900 nm. Das Spektrometer arbeitet mit oder ohne Lichtleiter.



Möchten Sie mit uns in Kontakt bleiben und über unsere neusten Aktivitäten informiert werden? Dann registrieren Sie sich unter [www.educatec.info](http://www.educatec.info) für unseren Newsletter.

**Alle unsere Kataloge finden Sie online unter [shop.educatec.ch/werbematerial](http://shop.educatec.ch/werbematerial)**

### EducaTec AG

Altes Schulhaus, Kanzleigasse 2  
Postfach, 5312 Döttingen

T +41 56 245 81 61, F +41 56 245 81 63  
[contact@educatec.ch](mailto:contact@educatec.ch), [www.educatec.ch](http://www.educatec.ch)



Martin Lieberherr, MNG Rämibühl, 8001 Zürich

## Einleitung

Während meiner täglichen Lektüre bin ich auf einen Artikel [1] zur Absolutmessung von magnetischen Dipolmomenten gestossen. Dort wird die “Kelvin-Spule” erwähnt, welche eine alternative Messung von magnetischen Momenten erlaubt. Das wollte ich unbedingt selber ausprobieren.

Besser bekannt ist das Helmholtz-Spulenpaar. Es besteht aus zwei gleichen, runden Flachspulen mit Radius  $r$  und Windungszahl  $N$ , die im Abstand  $d = r$  koaxial aufgestellt und vom gleichen Strom  $I$  in gleicher Richtung durchflossen werden. Bei diesem Abstand der zwei Spulen ist das Feld im Inneren näherungsweise homogen, siehe Abbildung 1. Die Anordnung ist offen und wird deshalb gerne verwendet.

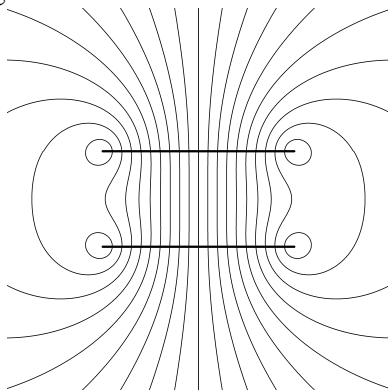


Abbildung 1: Magnet. Feldlinien einer Helmholtzspule (dicke Striche) in der Mittelebene.

Lässt man den Strom gegensinnig durch die Spulen fliessen (“Anti-Helmholtz”), verschwindet das Magnetfeld im Zentrum, dafür weist es einen annähernd konstanten Gradienten auf. Gradientenspulen werden beispielsweise in magneto-optischen Fallen für neutrale Atome oder in medizinischen MRI-Geräten verwendet. Der Bereich mit annähernd konstantem Gradienten in einer Anti-Helmholtz-Spule kann optimiert wer-

den, wenn der Abstand der Spulen auf  $d = \sqrt{3}r$  vergrössert wird. Diese Anordnung heisst dann Kelvin-Spulenpaar, siehe Abbildung 2.

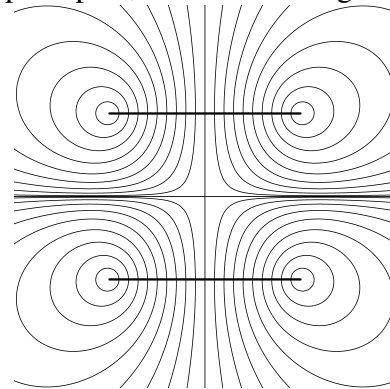


Abbildung 2: Magnetische Feldlinien eines Kelvin-Spulenpaares in der Mittelebene.

## Theorie

Die magnetische Flussdichte  $B_z(z)$  entlang der Rotationsachse  $z$  eines Kreisstromes lässt sich aus dem Biot-Savart Gesetz berechnen. Sei  $I$  die Stärke des elektrischen Stromes und  $r$  der Kreisradius. Der Mittelpunkt des Kreisstromes befinde sich bei  $z = 0$ . Dann gilt

$$B_z = \frac{\mu_0 I}{2r} \cdot \frac{r^3}{(r^2 + z^2)^{3/2}} \quad (1)$$

Bei einer runden Flachspule ist das Feld um die Windungszahl  $N$  der Spule grösser. Für  $z = 0$  erhält man die bekannte Formel aus [2].

Das Feld der Kelvinspule besteht aus zwei Kreisstromfeldern:  $B_z(z + d/2) - B_z(z - d/2)$ . In der Mitte ( $z = 0$ ) verschwindet die Flussdichte und deren zweite Ableitung aus Symmetriegründen. Fordert man, dass die dritte Ableitung verschwindet, so erhält man einen optimal konstanten Gradienten.

Die Forderung wird für  $d = \sqrt{3}r$  erfüllt. Der Gradient hat in der Mitte folgenden Wert [1]:

$$\frac{dB_z}{dz} = \frac{48\sqrt{3}\mu_0NI}{49\sqrt{7}r^2} \approx 0.6413\frac{\mu_0NI}{r^2} \quad (2)$$

Ein magnetischer Dipol mit Dipolmoment  $p_m$  erfährt dort eine Kraft der Stärke

$$F_z = p_m \cdot \frac{dB_z}{dz} \quad (3)$$

wenn der Dipol parallel zum Gradienten (parallel zur z-Achse) ausgerichtet ist.

## Experimente

Zuerst wollte ich mich von der Qualität des Gradientenfeldes überzeugen: Ein passendes Gerät aus unserer Sammlung hatte Spulendurchmesser  $2r = 167$  mm, Spulenabstand  $d = 145$  mm und Windungszahl  $N \approx 60$ . Ich beschickte sie mit dem Strom  $I = (4.0 \pm 0.1)$  A und mass mit einer Hallsonde die Flussdichte  $B_z$  entlang der Rotationsachse z. Die Messwerte sind in Abbildung 3 dargestellt und zeigen befriedigende Übereinstimmung mit dem erwarteten Verlauf.

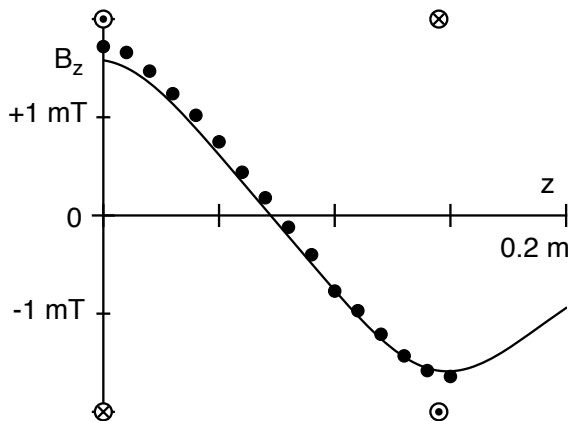


Abbildung 3: Gemessene (schwarze Punkte) und berechnete (Linie) magnetische Feldstärke  $B_z$  entlang der Symmetrieachse  $z$  eines Kelvin-Spulenpaares. Die Fehlerbalken wären nur leicht grösser als die schwarzen Punkte (2 mm, 0.1 mT). Die zwei Kreisströme (Spulenpaar) sind im Querschnitt angedeutet.

Sodann wollte ich die magnetische Kraft auf eine Kompassnadel im Feld der Kelvinspule messen. Die Messanordnung ist in Abbildung 4 dargestellt. Abbildung 5 zeigt das Ergebnis einer Messreihe. Die Kraft wächst proportional zum Strom, wie nach Gleichung (2) und (3) zu erwarten.

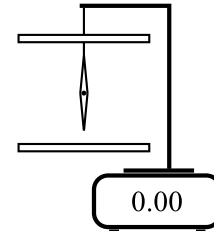


Abbildung 4: Die Kompassnadel wird an einem Faden in der Mitte einer Kelvinspule aufgehängt. Die magnetische Kraft auf die Magnetnadel wird mit einer Digitalwaage gemessen (und in Gramm angezeigt).

Für einen Strom von 4.0 A erhält man aus Gleichung (2) einen Gradienten von 27.7 mT/m, aus Abbildung 5 eine Kraft von 3.59 mN und aus Gleichung (3) ein Dipolmoment  $p_m = (0.13 \pm 0.02)$  A · m<sup>2</sup>

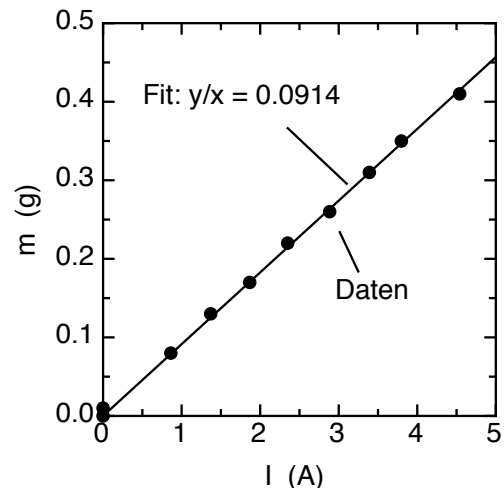


Abbildung 5: Anzeige der Waage als Funktion des Stromes für eine Messung nach Abbildung 4. Die Anzeige (schwarze Punkte) wächst proportional zum Strom. Eine Regression liefert den Proportionalitätsfaktor 0.0914 g/A.

Zur Kontrolle habe ich die Kompassnadel im Erdmagnetfeld schwingen lassen. Die handgestoppte Schwingungsdauer betrug  $(4.3 \pm 0.5)$  s. Die Fehlerschranke ist wegen der Dämpfung so gross.

Für kleine Auslenkungen ist die Schwingungsdauer einer Kompassnadel, die in einer horizontalen Ebene frei schwingen kann

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{p_m B_H}} \quad (4)$$

Die horizontale Komponente des Zürcher Erdmagnetfelds beträgt  $B_H = 21.295 \mu\text{T}$  [2]. Das Trägheitsmoment [3] einer Kompassnadel (schlanker Rhombus der Länge  $l$  und Masse  $m$ ) ist

$$J = \frac{1}{24} l^2 m. \quad (5)$$

Die rautenförmige Magnetnadel aus Stahl hat eine Masse von  $(2.0 \pm 0.2)$  g, ist 100 mm lang und 9.7 mm breit (und etwa 0.5 mm dick). Es folgt  $J = 8.33 \cdot 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  mit den genannten Zahlen und damit aus Gleichung (4)  $p_m = (0.08 \pm 0.03) \text{ A} \cdot \text{m}^2$ . Die zwei Messwerte für das Dipolmoment passen also knapp innerhalb der Fehlerschranken zusammen.

## Literatur

- [1] D.A. Van Baak “Re-creating Gauss’s method for non-electrical absolute measurements of magnetic fields and moments” *Am. J. Phys.* 81 (10), Oct. 2013, 738-744
- [2] DMK, DPK, DCK, *Formeln Tabellen Begriffe*, Orell Füssli Verlag, Zürich, 2009, ISBN 978-3-280-04059-1
- [3] “Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch”, 28. Auflage, Verlag von W. Ernst & Sohn, Berlin, 1955

21. März 2014, M. Lieberherr

## Wer möchte Beobachtungserfahrungen mit dem 'Stellarium Gornergrat' sammeln?

→ Wiederholung eines Einführungskurses, dieses Mal in der Romandie ←

Auf Gornergrat, vis-à-vis des Matterhorns, entsteht zurzeit ein neuartiges astronomisches Observatorium für Bildungszwecke – das 'Stellarium Gornergrat'. Es wird für Schulen kostenlos zugänglich sein und kann via Internet gesteuert werden.



Die professionelle Einrichtung in der Kuppel über dem Südturm des Hotels Kulm beinhaltet fünf verschiedenartige Beobachtungsinstrumente. Diese werden Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufen I und II über eine Webplattform auf Himmelskörper und Konstellationen richten können. Dabei werden die Instrumente Messdaten und Bildaufnahmen direkt ins Klassenzimmer bringen.

Das „Stellarium Gornergrat“ ist ein Projekt der Universitäten Bern und Genf sowie der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg. Es wird zurzeit in Zusammenarbeit mit der Stiftung Hochalpine Forschungsstationen Jungfrauoch und Gornergrat (HFSJG) sowie der Burgergemeinde Zermatt realisiert. (Siehe auch: <http://stellarium-gornergrat.ch/> )

Nun möchte die Schweizerische Kommission für die hochalpine Forschungsstation Jungfrauoch der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) mithelfen, dieses Projekt bei Lehrkräften *schweizweit* bekannt zu machen.

Für Herbst 2014 planen wir eine eintägige Einführung in der Suisse Romande für Lehrkräfte der Sekundarstufen I und II in den Fächern Mathematik, Physik und Informatik.

Sie wird in Zusammenarbeit mit dem „Physicope“ der Universität Genf organisiert.

**Lehrkräfte aus der Suisse Romande sind eingeladen, sich mit der Bedienung des Stellariums Gornergrat vertraut zu machen.** Im Laufe des Jahres 2015 wird dann die Benutzung des Stellarium Gornergrat zusammen mit Schülerinnen und Schülern möglich sein.

Zudem könnte 2015 ein weiterer Kurs folgen, diesmal in Zermatt. Dabei würden Lehrkräfte gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern Beobachtungen über das Internet mit dem Stellarium durchführen und auswerten können, und sogar vor Ort auf Gornergrat das Stellarium zur direkten Beobachtung mit den Teleskopen benutzen können.

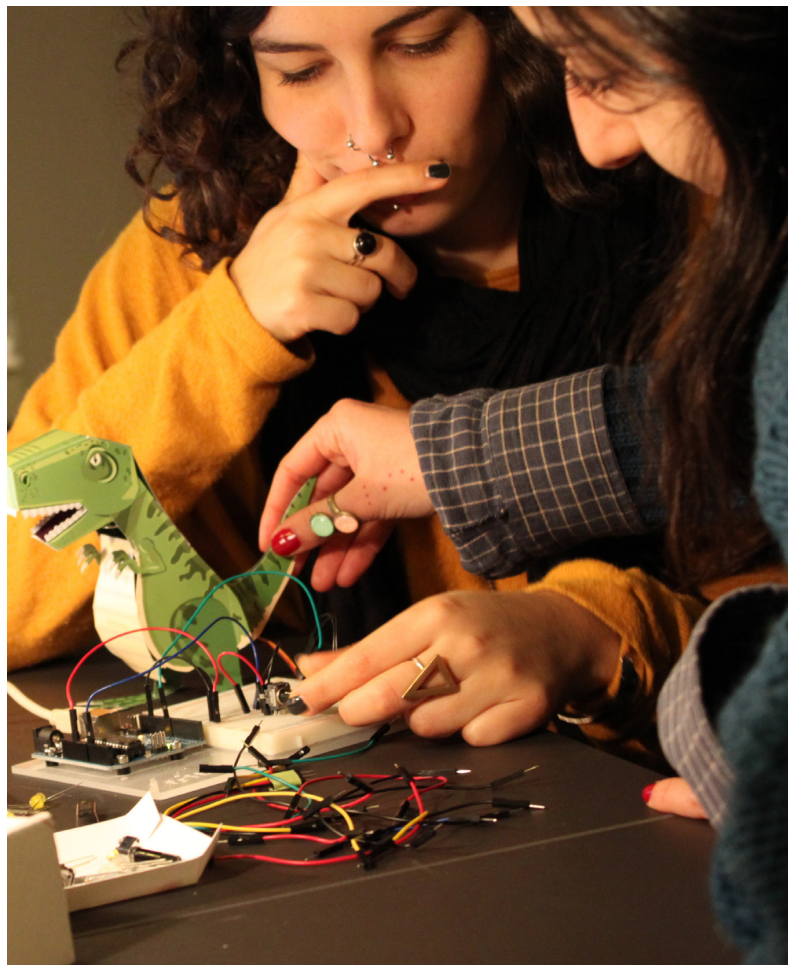
**Lehrkräfte, die an der Veranstaltung im Herbst 2014 teilnehmen möchten, sind gebeten dies bis Ende Juni Stéphane Gschwind am Institut de Formation des Enseignants (IUFE), Universität Genf ( [Stephane.Gschwind@unige.ch](mailto:Stephane.Gschwind@unige.ch) ) mitzuteilen.**

Bemerkungen und Anregungen sind willkommen.

Mittlerweile gibt es viele Möglichkeiten, wie Lehrkräfte ihren Schüler/-innen Unterrichtsinhalte greifbar und praktisch nahebringen. Lange vorbei sind die Zeiten, in denen Wissen nur aus Lehrbüchern bezogen werden konnte und man sich Vorgänge lediglich mittels Beschreibungen vorstellen musste, anstatt sie in Videos zu sehen. Doch Visualisierung durch Internet und Videos sind nur ein erster Schritt in die richtige Richtung: Am besten lernt man schließlich immer noch, wenn man selbst fragt, ausprobiert und herausfindet, kurzum, seine Neugier einsetzt und wieder zum Entdecker wird!

## Neue Entdecker braucht die Schule!

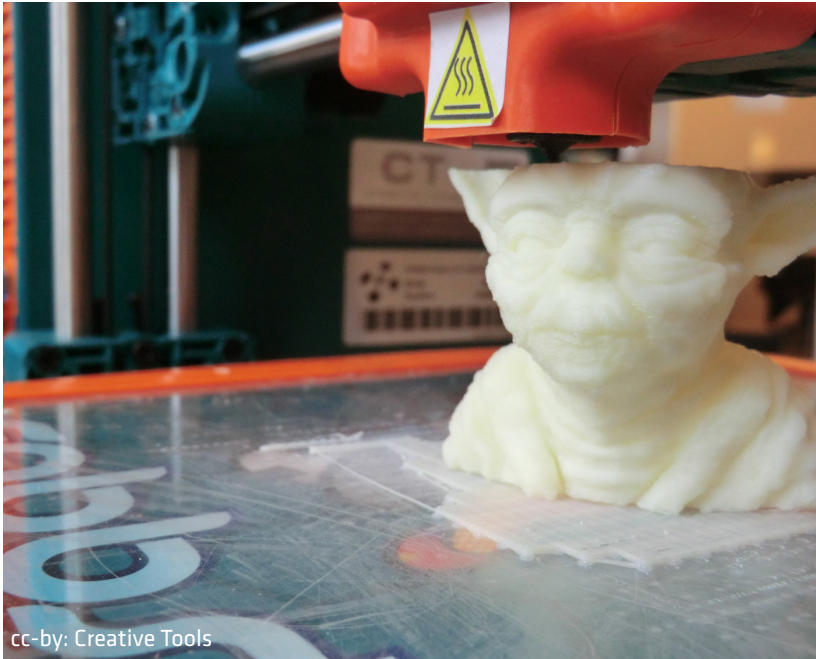
von Fritzing



Schulen kommen mittlerweile immer mehr von der Methode ab, nur eine einzige Lösung als richtig gelten zu lassen. Vielmehr soll so lebendig, vielseitig, praxisnah und anwendbar wie möglich unterrichtet werden und zwar so, dass man dem jeweiligen Entwicklungsstand des/der Schülers/-in mit Rücksicht begegnet. Doch wie ist das möglich bei 20 bis 30 Schülern und Schülerinnen in einer Klasse?

Gerade bei Oberstufenschüler/-innen ist es nicht einfach, Interesse am Unterrichtsgeschehen zu wecken, wenn so vieles Andere außerhalb der Schule spannender scheint. Eine neue Möglichkeit, Schüler/-innen in einen anregenden Lernprozess einzubinden, bietet die sich immer mehr entwickelnde *Makerszene*. Diese hat es sich zum Ziel gesetzt, im *Do-It-Yourself-Stil* technische Probleme zu lösen oder Produkte zu realisieren, ohne auf die teuren Spezialgeräte der Industrien angewiesen zu sein oder mit Mindestanzahl produzieren zu müssen. Diese neue *industrielle Revolution*, die meist auf dem *Open-Source*-Gedanken aufbaut, soll mittels erschwinglicher Technik, die man schnell und ortsunabhängig nutzen kann ermöglicht werden. Anleitungen, Baupläne, Programmiercodes werden kostenlos über das Internet ausgetauscht.

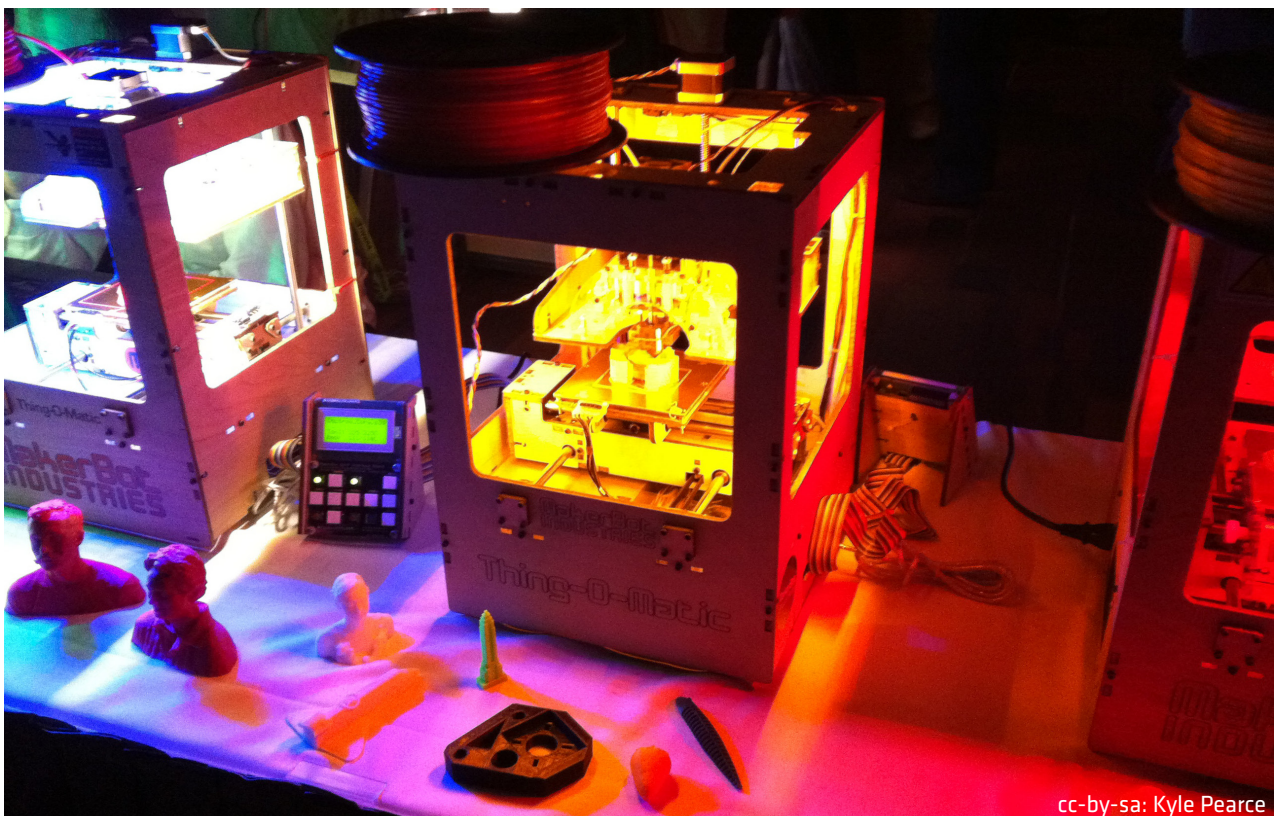
Bereits vor sieben Jahren entwarf Adrian Bowyer mit dem *RepRap* einen der ersten Open-Source 3D Drucker, den man über eine online gestellte Bauanleitung selbst zusammenbauen konnte. Die zugehörige Software stellte er ebenfalls zur Verfügung. Mittlerweile gibt es unzählige verschiedene Modelle von unterschiedlichen Anbietern, die man sich auch gleich fertig montiert nach Hause bestellen kann. In zahlreichen Städten sind inzwischen Hackerspaces und FabLabs aus dem Boden geschossen, in denen man gegen eine geringe Gebühr an 3D Druckern, Fräsen, Laser-Cuttern, usw. werkeln kann. Dieser neue Zugang zu Wissen und Technologie im Hardware-Bereich bietet unzählige Möglichkeiten: Sei es, um kostengünstig Prothesen anzufertigen, kompostierbare Toiletten zu fertigen, Ersatzteile herzustellen, die sonst sehr teuer wären oder eben den Unterricht durch *Hands-on*-Herumprobieren mit Elektronik etc. aufzupeppen.



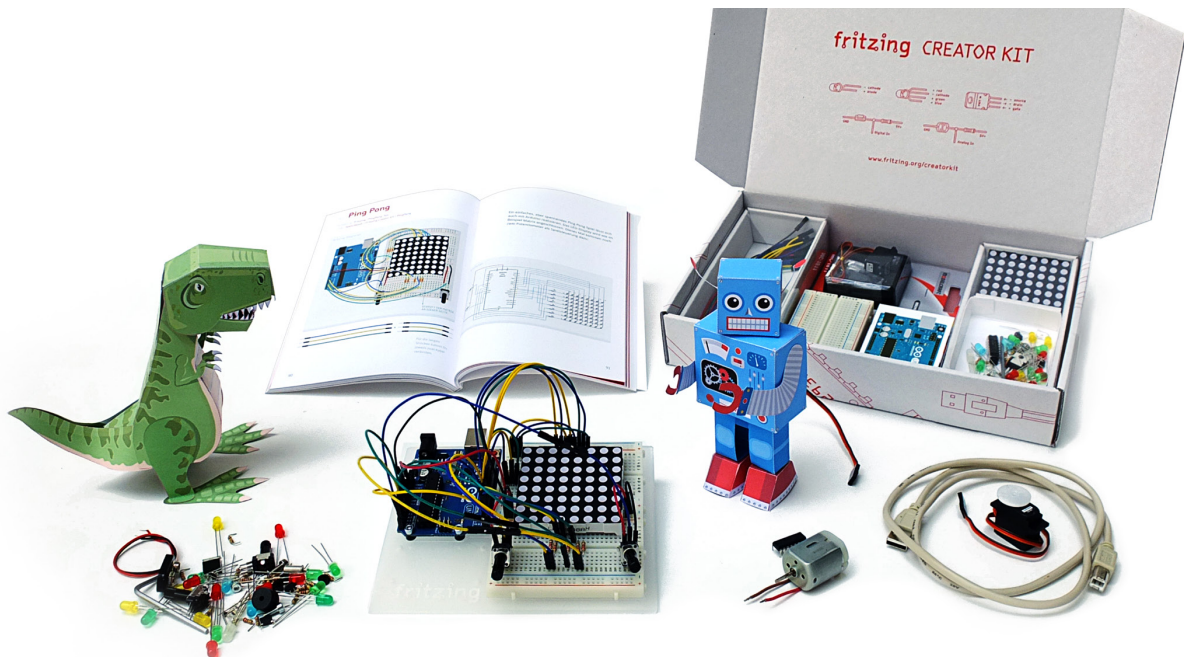
Microsoft will nach dem Motto „A factory on every desk“ 3D Drucken direkt mit Windows ermöglichen und somit massentauglich machen und auch die Schulen wollen nicht abgehängt werden; weltweit werden sie inzwischen mit Makerbots & Co ausgestattet. Laut dem britischen Minister für Bildung, Michael Gove, soll ab September 2014 in Großbritannien 3D Drucken, die Arbeit mit Laser Cuttern, Robotern und Mikroprozessoren im Lehrplan enthalten sein: „3D Drucker werden zum Standard in Britischen Schulen gehören - eine Technologie, die die Herstellung und Wirtschaft verändern wird.“

Warum ist es wichtig, dass Schüler/-innen diese Skills entwickeln? Seien es nun 3D Drucker oder Elektronikbaukästen, fest steht: Diese Arten der *Home-DIY-Geräte* bringen in Schulen den unschlagbaren Nutzen die Schüler/-innen auf das Berufsleben in verschiedensten Branchen vorzubereiten. In der Automobilindustrie, in der Architektur, im Ingenieurwesen, im Design oder in der Medizin - überall werden diese Techniken angewandt. Dies sind die Technologien der Zukunft! Man mutmaßt sogar, diese neue *industrielle Revolution* werde die Fabrikation in Asien stilllegen.

Hierdurch sieht man, dass gerade das praxisbezogene und interaktive Denken wichtig ist, um die Schüler/-innen realitätsnah auf die Zukunft in Berufen vorzubereiten, in denen man nicht mehr nur eine einzige Aufgabe hat, sondern viele unterschiedliche auf einmal.



cc-by-sa: Kyle Pearce



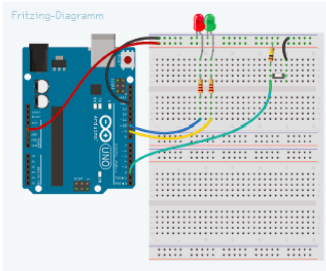
Oft belassen die Lehrkräfte es im Unterricht bei der Theorie. Für einen Schüler/-in ist es schwer verständlich, was man damit in der *alltäglichen* Welt anfangen kann. Kurz gesagt, der Bezug zur Anwendung wird vernachlässigt. Gerade bei für Schüler/-innen schwer greifbaren Themen wie Stromstärke, Spannung etc. oder der Berechnung von Widerständen kann das der Fall sein.

Wir haben das *Fritzing Creator Kit* entwickelt, um gerade Anfängern die Angst vor Elektronik zu nehmen. Es ermöglicht einen schnellen und vor allem unterhaltsamen Einstieg in die Welt der interaktiven Elektronik, bei dem spielendes Lernen im Vordergrund steht. Schüler und Schülerinnen können mit den Kits einfach und mit Spaß lernen, wie Schaltkreise aufgebaut, was die Unterschiede zwischen Spannung, Strom und Leistung sind, wie Widerstände und Verstärker funktionieren und vieles mehr. Das Kit beinhaltet, neben vielem Anderen (z.B. verschiedenste Sensoren und einen Servomotor), eine LED-Matrix, auf

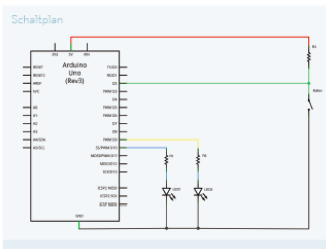
### #4: Flip Flop

Schaltung: Fritzing / FlipFlop.fzz  
Code: Sketchbook / Fritzing Creator Kit / FlipFlop

Fritzing-Diagramm



Schaltplan



56

**\*Taster**  
Ein Taster (im Gegensatz zu einem Schalter) schließt einen Stromkreis, solange er gedrückt wird. Lässt man ihn los, öffnet er sich wieder.

Um etwas Interaktion hinzuzufügen, nutzen wir die digitale Eingabe. Digitale Eingaben können alle Eingaben sein, die zwei Zustände annehmen können. Ein Schalter z.B. ist geschaltet oder nicht, ein Taster\* ist gedrückt oder nicht.

Digitale Eingaben wie ein Taster werden mit dem GND und einem digitalen Pin des Arduino verbunden. Gleichzeitig wird an die Leitung zum Arduino noch ein Widerstand (Pull-Up-Widerstand) zwischen dem digitalen Pin und dem 5V+ angeschlossen. Er leitet elektrische Störungen ab, wenn der Taster nicht gedrückt ist. Wird der Taster gedrückt, liegt der GND am Arduino-Pin an (LOW), ist er geöffnet, besteht über den Widerstand eine Verbindung zum 5V+ (HIGH).

Die Schaltung besteht aus zwei LEDs mit Vorwiderständen und einem Taster mit Pull-Up-Widerstand.

57

```

Programmtext
int tasterPin=2;
int greenLED=9;
int redLED=10;

void setup(){
  pinMode(tasterPin, INPUT);
  pinMode(greenLED, OUTPUT);
  pinMode(redLED, OUTPUT);
}

void loop(){
  if (digitalRead(tasterPin)==LOW){
    digitalWrite(greenLED, HIGH);
    digitalWrite(redLED, LOW);
  } else {
    digitalWrite(greenLED, LOW);
    digitalWrite(redLED, HIGH);
  }
}

```

Der Pin, mit dem der Taster verbunden ist, wird als Eingang (INPUT) deklariert.

**if-Abfrage**  
Die if-Abfrage prüft, ob die Bedingung in den Klammern stimmt und führt dementsprechend den Inhalt der geschweiften Klammern aus. Für die Prüfung muss das doppelte Gleichheitszeichen benutzt werden (==).

Der Befehl digitalRead(tasterPin) ist LOW, wenn der Taster gedrückt ist. Ist der Taster geöffnet, ist er HIGH.

Ist die Bedingung falsch, kann die else-Anweisung genutzt werden, um alternative Funktionen auszuführen. Sie wird nur ausgeführt, wenn die Bedingung in der if-Abfrage falsch ist.

**Übung**

1. Schreibe ein Programm mit der man die LEDs hin und her schalten kann, ohne den Knopf gedrückt halten zu müssen. Geschafft:

Lösung:  
Sketchbook / Fritzing Creator Kit / Übung4\_1

58
59

der Ping-Pong gespielt werden kann. So können Schüler und Schülerinnen ganz leicht physikalisches und elektronisches Wissen sammeln, ausprobieren und auf einfache Weise in die Welt interaktiver Elektronik eintauchen. Ein umfassendes, illustriertes Begleitbuch mit physikalischen und elektronischen Erklärungen sowie vielen kreativen Anleitungen zum Werkeln ist im Kit enthalten.

Parallel dazu bietet Fritzing eine kostenlose Open-Source Software an, die es ermöglicht, die entstandenen elektronischen Layouts zu dokumentieren und daraus PCBs entstehen zu lassen. Aus einem Forschungsprojekt der FH Potsdam entstanden, war die Software der eigentliche Anfang von Fritzing, der letztendlich zur Gründung der Initiative führte. Das *Fritzing Creator Kit* wurde unter anderem mit Schülern und Lehrenden entwickelt. Hergestellt wird es in Berlin-Kreuzberg.

Eben diese Methode des *Fritzing Creator Kits* ist ein weiteres Beispiel für *modernes Lernen*. Es nimmt Laien die Scheu sich einem neuen Wissensgebiet zu nähern. Wir laden Sie herzlich ein, sich selbst einen Eindruck zu verschaffen. Besuchen Sie unsere Website: <http://fritzing.org>.

[fritzing.org/fritzing-creatorkit/](http://fritzing.org/fritzing-creatorkit/)

**Fritzing**  
**Paul-Lincke-Ufer 39/40**  
**10999 Berlin**  
**Germany**  
**Tel.: +49 (0)30-27577662**

**Mail: [info@fritzing.org](mailto:info@fritzing.org)**

Das *Fritzing Creator Kit* kann in der Schweiz auch bezogen werden über:  
 satshop.ch, techmania.ch, topd.ch, digital-artikel.ch oder über shop.boxtec.ch.



Swiss Physical Society  
Schweizerische Physikalische Gesellschaft  
Société Suisse de Physique



Dear Colleagues,

The Swiss Physical Society SPS is the communication platform of all physicists in Switzerland. SPS is a collective member of the Swiss Academy of Sciences (SCNAT), the Swiss Academy of Technical Sciences (SATW) and of the European Physical Society (EPS). Since the SPS is embedded into the Swiss Academy of Sciences, we dispose of a direct channel to the state secretariat for science and education. At present about 1200 physicists are individual members of our society, whilst a total of 18 universities, research centres and industrial partners take part as associate members. More recently the Young Physics Forum, regrouping most of the Swiss student organisations, became a commission of SPS. The various domains of physics that the society is representing are currently organised in 10 sections, one of them called "Education and Promotion of Physics". We would like to point out that the SPS offers its network also to all physics teachers.

One of the main events of the society is the Annual SPS Meeting with order 300 participants from all fields of physics that come together for a professional and private exchange. In more than 100 years of SPS history the main audience initially came from academia and is steadily attracting an increasing number of participants from industry and from the public sector. An industrial exhibition takes place at every annual plenary meetings allowing for exchanges of ideas, discussing innovative products and possible careers for young talents. SPS annual meetings offer also a perfect platform for teachers interested in keeping in touch with physics research in academia and industry, and offering vivid encounters with other colleagues involved in physics education. The SPS secretariat helps establishing contacts to physicists in academia and industry, and offers support for special learning events, school projects or any other kind of collaboration. Registration to the annual SPS Meeting is available for members as well as non-members until 1 June via [www.sps.ch](http://www.sps.ch), or later directly at the conference venue (involving an additional fee).

The SPS supports participations in international physics competitions and topical meetings like the International Physics Olympiads (IPO) and the International Young Physicist's Tournament (IYPT). We support also the local organisation of such events in both, a national and an international context. Last but not least, the SPS is lobbying for good conditions of physics teaching in Switzerland and stays in contact with the federal authorities.

As far as this year's SPS events are concerned, we would like to draw your attention in particular to the SPS Annual Meeting in Fribourg that will take place from 30 June till 2 July (see up-to-date information at [www.sps.ch](http://www.sps.ch)) and the two "Lehrerfortbildung"-events in modern physics, one on "Advances in Condensed Matter Physics" at PSI, Villigen on 27-28.11.2014 and one on "Advances in Particle Physics" at CERN, Geneva from 21-22.11.2014. More information is available at <http://www.sps.ch/events/lehrerfortbildung>.

With best regards,

Andreas Schopper, SPS President

Mail: [andreas.schopper@cern.ch](mailto:andreas.schopper@cern.ch)

Hans Peter Beck and Tibor Gyalog, SPS Education and Promotion of Physics

Mail: [hans.peter.beck@cern.ch](mailto:hans.peter.beck@cern.ch) and [tibor.gyalog@unibas.ch](mailto:tibor.gyalog@unibas.ch)

Ja - Oui - Sì

Ich möchte Mitglied des Vereins Schweizerischer Mathematik und Physiklehrkräfte (VSMP) sowie des Vereins Schweizerischer Gymnasiallehrerinnen undlehrer (VSG) werden.

J'aimerais devenir membre de la Société Suisse des Professeurs de Mathématique et de Physique (SSPMP) et de la société suisse des professeurs de l'enseignement secondaire (SSPES).

Desidero diventare membro della Società Svizzera degli Insegnanti di Matematica e Fisica (SSIMF) e della Società Svizzera degli Insegnanti delle Scuole Secondarie (SSISS).

Beitrag/Montant/Quota: Fr. 120.- (VSG -SSPES - SSISS) + Fr. 40.- (SSIMF - SSPMP - VSMP)

Frau/Mme/Sig.ra  Herr/M./Sig.  Prof.  Dr.

Name/Nom/Cognome: .....

Vorname/Prenom/Nome: .....

Adresse/Indirizzo (privat/privato): .....

Plz-Ort/NP-Ville/CAP -Luogo: .....

(Land/Pays/Paese): .....

Email: ..... (Tel): .....

(Geburtsdatum/Date de naissance/Data di nascita): .....

Sprache/Langue/Lingua: D  F  I.

Schule/école/scuola: ..... Kanton/canton/cantone: .....

Kategorie/Catégorie/Categoria: activ/actif/attivo  passive/passif/passivo

Student/in, étudiant(e), studente/ssa.

Einsenden an/envoyer à/inviare a:

VSG -SSPES -SSISS, Sekretariat (Frau Doris Lazzeri), 3000 Bern

oder per Internet: [www.vsg-sspes.ch](http://www.vsg-sspes.ch)

Herausgeber — *Éditeur*

VSMP – SSPMP–SSIMF

Korrespondenz — *Correspondance*

Franz Meier                      franz.e.meier@bluewin.ch  
 Alpenquai 44                      Tel. 079 79 89 770  
 6005 Luzern

Layout — *Mise en page*

Samuel Byland                      samuel.byland@mng.ch  
 Rain 14                              Tel. 032 512 50 84  
 5000 Aarau

Inserateverwaltung — *Publicité*

Stefan Walser                      stefan.walser@alumni.ethz.ch  
 Weinbergstrasse 3                      Tel. 055 410 62 36  
 8807 Freienbach

Bestimmungen für Inserate und Beilagen

— *Tarifs pour les annonces et les annexes*

Inserate:

ganzseitig                      Fr. 500.–  
 halbseitig                      Fr. 300.–

Beilagen:

bis 20 g                              Fr. 500.–  
 über 20 g                              nach Vereinbarung

Adressänderungen — *Changement d'adresse*

VSMP Mitglieder — *Membres de la SSPMP:*

VSG – SSPES – SSISS

Sekretariat (Frau Doris Lazzeri)

3000 Bern

Tel. 056 443 14 54 / Fax. 056 443 06 04

information@vsg-sspes.ch

übrige Abonnenten — *autres abonnés:*

Franz Meier                      franz.e.meier@bluewin.ch  
 Alpenquai 44                      Tel. 079 79 89 770  
 6005 Luzern

Auflage — *Tirage*

900 Exemplare  
 erscheint dreimal jährlich

Präsident VSMP — SSPMP — SSIMF

Arno Gropengiesser                      groppi@bluewin.ch  
 Via Vincenzo d'Alberti  
 6600 Locarno                      Tel. 091 751 14 47

Deutschscheizerische Mathematikkommission

Daniela Grawehr                      grawehr@kfanet.ch  
 Schützenstrasse 36                      Tel. 041 810 49 88  
 6430 Schwyz

Deutschscheizerische Physikkommission

Christian Stulz                      christian.stulz@gymburgdorf.ch  
 Marienstrasse 21                      Tel. 031 534 66 74  
 3005 Bern

Commission Romande de Mathématique

José Luis Zuleta                      joseluis.zuletastrugo@epfl.ch  
 Avenue de Rumine 42                      Tél. 021 624 25 46  
 1005 Lausanne

Commission Romande de Physique

Stéphane Davet                      davet.stephane@lyca.eduvs.ch  
 Av. Plantaud 28B                      Tél. 024 471 21 83  
 1870 Monthey

Commissione di Matematica della Svizzera Italiana

Luca Rovelli                      lucarovelli@ticino.com  
 Via Pedmunt 10                      Tel. 091 825 76 69  
 6513 Monte Carasso

Redaktionsschluss (Erscheinungsdatum)

— *Délais de rédaction (de parution)*

Nr. 126                              31.07.2014 (20.09.2014)  
 Nr. 127                              31.11.2014 (20.01.2015)  
 Nr. 128                              31.03.2015 (20.05.2015)

Druck und Versand — *Imprimerie*

Niedermann Druck AG  
 Rorschacherstrasse 290  
 9016 St. Gallen