

# Mathematikunterricht im Angesicht 'Digitaler Demenz'

---

Wäre der Computer doch nie erfunden worden...

Ulrich Kortenkamp, 22. November 2012

**CERMAT**

Centre for Educational Research in  
Mathematics and Technology



MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT  
HALLE-WITTENBERG



## Moderne Whiteboards lösen die traditionellen Kreidetafeln ab

In Reinickendorf werden dieses Jahr **225.000 Euro** investiert, um alle Grund- und Sonderschulen mit insgesamt 104 elektronischen Whiteboards auszustatten. Die Oberschulen sind nächstes Jahr an der Reihe.

In Reinickendorf werden die Kreidetafeln knapp: **225.000 Euro** investiert der Bezirk nach Angaben von Bildungsstadträtin Katrin Schultze-Berndt (CDU) in diesem Jahr, um alle Grund- und Sonderschulen mit insgesamt 104 elektronischen interaktiven Whiteboards auszurüsten. Dies komme beispielsweise den körperbehinderten Schülern besonders zugute, die nicht ohne weiteres an Kreidetafeln arbeiten könnten. Die anderen Oberschulen folgen laut Stadträtin Schultze-Berndt nächstes Jahr. Einen Schritt voraus ist die Hermsdorfer Carl-Bosch-Sekundarschule: Sie erhielt am Montag 22 Whiteboards und kann damit alle Klassenräume ausrüsten. Die Mittel dafür kamen je zur Hälfte vom Bezirk und vom Land, weil die Bosch-Schule Modellschule im Projekt „Pädagogische Schulentwicklung“ für eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen ist.

So bietet sie besondere Förderkurse für Legastheniker an und ist rollstuhlgerecht ausgestattet. Bildungs-Staatssekretärin Claudia Zinke verwies bei der Übergabe der Tafeln auf Studien, wonach „die Arbeit mit digitalen Medien an den multimedialen Tafeln zur Steigerung der Motivation im Lernprozess beiträgt und die Lehrer entlasten kann“.

## Smartboard-Initiative

## - Lehren durch Medien der Gegenwart-

„Mit dem SMART Board erkennen die Schüler, dass es eine virtuelle Welt und eine reale Welt gibt und sie lernen, dass sie die virtuelle Welt als Hilfsmittel nutzen können, um die reale Welt zu verstehen.“

*(Her Köpck (Leiter des Lessing-Gymnasiums 2009))*

Alle Fachbereiche, alle Klassen, die Geldmittel für ein Smartboard aufbringen können, finanzieren ein zweites aus Mitteln der Senatsverwaltung. Jeder Sponsorenlauf, jedes Konzert, jeder Basar, jede Auktion kann die Ausstattung erweitern. Jede Öffentlichkeits-Initiative, jede Großsponsoren-Suche realisiert ein Teilziel, lenkt zukunftssträchtige Investitionen an unsere Schule und stellt unsere Schule als erstes Gymnasium im Bezirk ohne Kreideeinsatz in positives, öffentlichkeitswirksames Licht.

Allen Einzelspendern und Firmen kann der Verein der Freunde der Goetheschule

**(Konto Nummer 397 258 200 0 bei der Berliner Bank, BLZ 100 200 00)**

entsprechende Spendenbescheinigungen ausstellen und damit steuermindernd wirken. Natürlich will der Verein über diese Initiative auch langfristig motivieren und notwendige neue Mitglieder gewinnen. Wichtig ist, dass als Verwendungszweck "Smartboard-Initiative" evtl. auch für eine bestimmte Klasse eingesetzt wird.



**Statt Gebäudesanierung lieber  
„intelligente Tafeln“?**

**Ist Technologie-gestützter  
Unterricht wirklich besser?**

**Falsche Frage!**

# Wie können wir die vorhandenen digitalen Werkzeuge in der Schule sinnvoll nutzen? \*

\*Tagungsthema 2011 des Arbeitskreis  
Mathematikunterricht und Informatik

Lehrplan\* sagt:  
Wir können Zeit sparen!

**Zeitersparnis ist kein Ziel des  
Mathematikunterrichts**

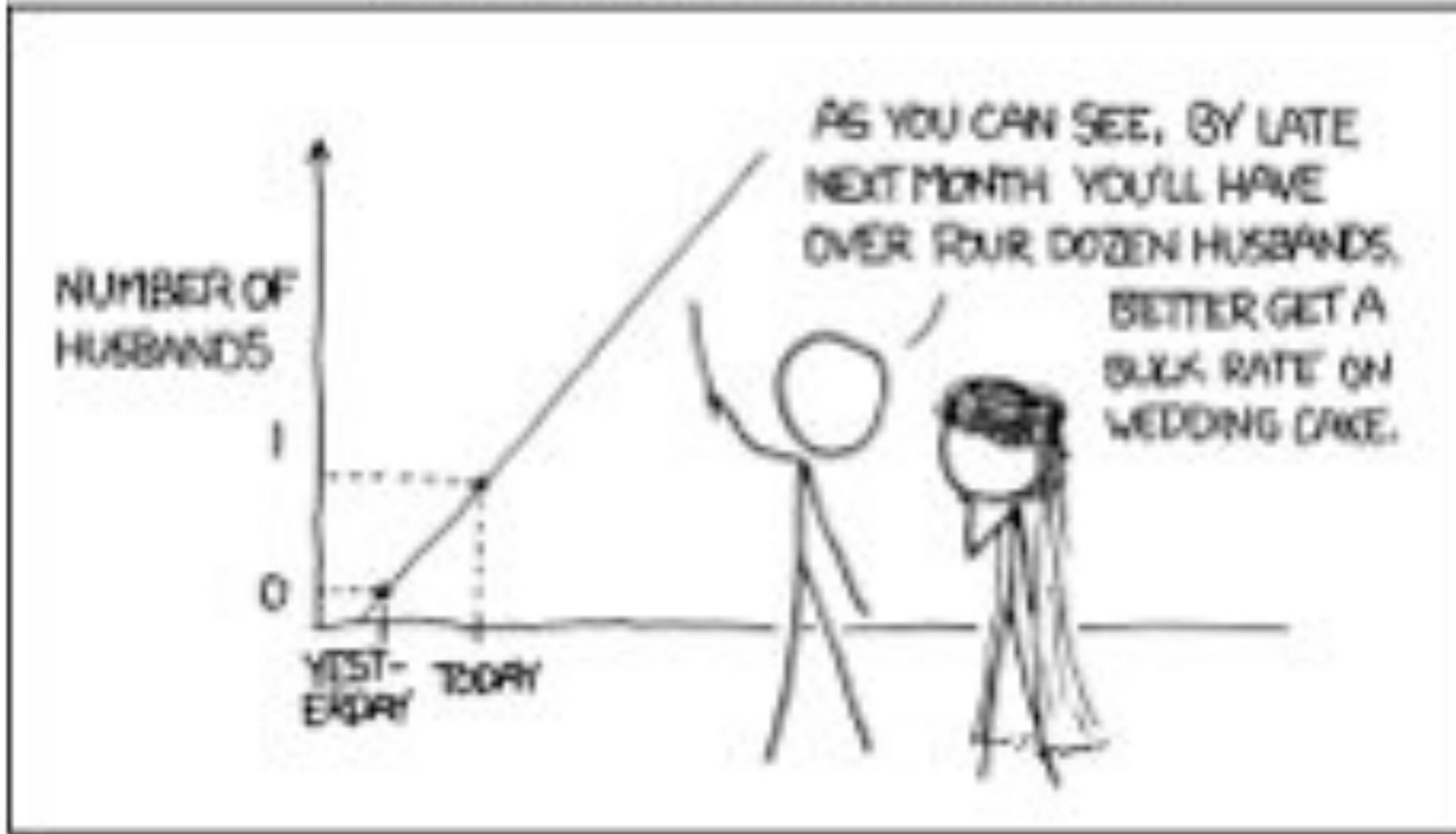
\*zumindest in B-W und B



Cheap GPS.

(Quelle: xkcd.com)

# MY HOBBY: EXTRAPOLATING



(Quelle: xkcd.com)

WITH THE COLLAPSE OF THE DOLLAR, THE GOVERNMENT  
HAS ENDORSED AN ALTERNATE CURRENCY.

YOUR MONETARY WORTH IS NOW DETERMINED BY THE  
NUMBER OF FUNNY PICTURES SAVED TO YOUR HARD DRIVE.



I HAVE BEEN PREPARING FOR THIS MOMENT MY WHOLE LIFE.

(Quelle: xkcd.com)

- 232,9 GB Hitachi HT5543225L9...
- Macintosh HD
- Seed Partition
- 258,0 TB WD**
- MATSHITA DVD-R UJ-868
- ebayToiCal.dmg
- AccelerometerGraph.dmg
- BubbleLevel.dmg
- ScreenFlow-1.2.dmg
- Parallels-Desktop-5584-Mac-e...
- TaskPaper.dmg

Schema:  
1 Partition



Informationen  
Name: Ohne Titel 1

Format: Mac OS Extended (Journaled)

Größe: 258,00 TB

Mac OS 9-Treiber installieren

Um die ausgewählte Festplatte zu partitionieren, wählen Sie ein Volume-Schema aus. Legen Sie Name, Format und Größe für jedes Volume fest und klicken Sie anschließend auf „Anwenden“.

Ein neues Volume wird erstellt.  
Größe: 258,0 TB

+ -

Optionen ...

Letzte Version

Anwenden



Festplattenbeschreibung: WD  
Verbindungs-Bus: FireWire  
Verbindungs-Typ: Extern  
Verbindungs-ID: 40718877631211552

Gesamtkapazität: 258,0 TB (283.678.261.313.536 Byte)  
Schreibstatus: Lesen/Schreiben  
S.M.A.R.T.-Status: Nicht unterstützt  
Partitionstabellen-Schema: Unformatiert



# Moore's Law

---

Falsche, aber spektakulärere Version!

Rechenleistung verdoppelt sich alle 18 Monate

Oder: Alle zwei Jahre wird alles  
**doppelt so gut!**

# Jahr

# Festplatte

# iPod

# MHz

# Speicher

# E-Mail



4

16.384

1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990  
1991  
1992  
1993  
1994  
1995  
1996  
1997  
1998  
1999  
2000  
2001  
2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010  
2011

60.000.000

25

1.048.576

432

465

400

868

1.472

60.000.000.000

450

536.870.912

1.364

2.007

120.000.000.000

5.000.000.000

4.667

800

1.073.741.824

2.762

4.250

1.670

8.621

13.271

320.000.000.000

16.000.000.000

3.660

14.780

3.221.225.472

17.684

1.000.000.000.000

4.800

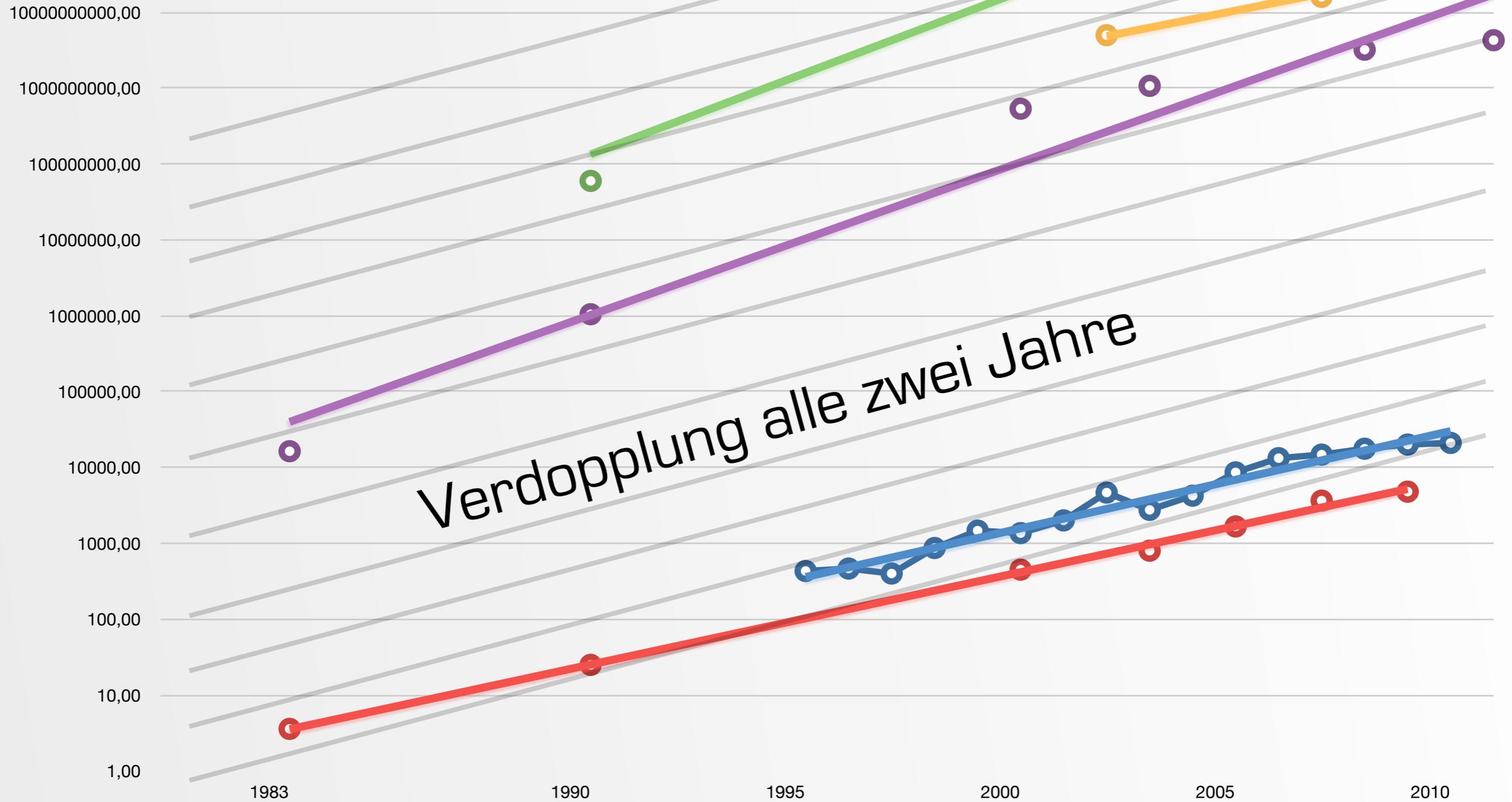
20.069

21.065

4.000.000.000.000

4.294.967.296

# Auf einer logarithmischen Skala ist die lineare Extrapolation korrekt!



Verdopplung alle zwei Jahre

Festplatte

iPod

MHz

Speicher

E-Mail

**4.000.000.000.000 Byte**

**283.678.261.313.536 Byte**

**Wir können das nicht verhindern.**

# Kleine, leistungsfähige Rechner werden der Standard sein



# **Kleine, leistungsfähige Rechner werden der Standard sein**

(a) Mobiltelefone: ca. 10 Jahre "hinter" Laptop

(b) Kinder übernehmen die Handys der Eltern

**(a) & (b) => 2030 werden alle SuS in der  
Klasse solch ein Gerät haben**

**(a) & (b)  $\Rightarrow$  2030 werden alle SuS in der Klasse solch ein Gerät haben**

**Dies wird das Lehren und Lernen von Mathematik verändern**

# Aufwärmphase

---

①

Einige Beispiele für Computer im MU

# Super-Werkzeug

Cinderella: DreiecksWunder.cdy (Euclidean View)

$a = 3 \text{ cm}$   
 $b = 4 \text{ cm}$   
 $c = 5 \text{ cm}$

**lösen!**

$\alpha = 59.7^\circ$     $\beta = 48.6^\circ$     $\gamma = 71.7^\circ$

1.0

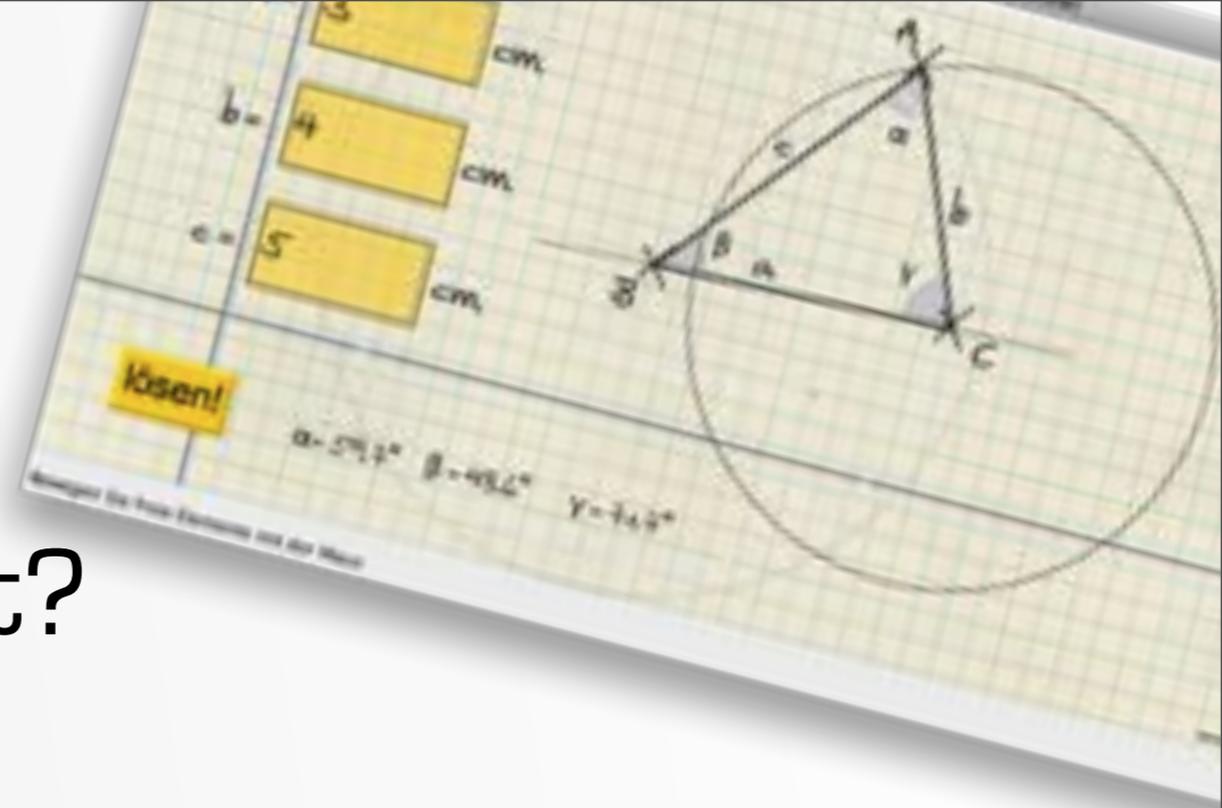
Bewegen Sie freie Elemente mit der Maus

Der Computer kann alles!

Wollen wir das überhaupt?

Wie können wir darauf reagieren?

- ▶ Was ist sinnvoller Werkzeugeinsatz?



# Dreiecksfläche

Dinderella: DreieckMessen.cdy (Euclidean View)

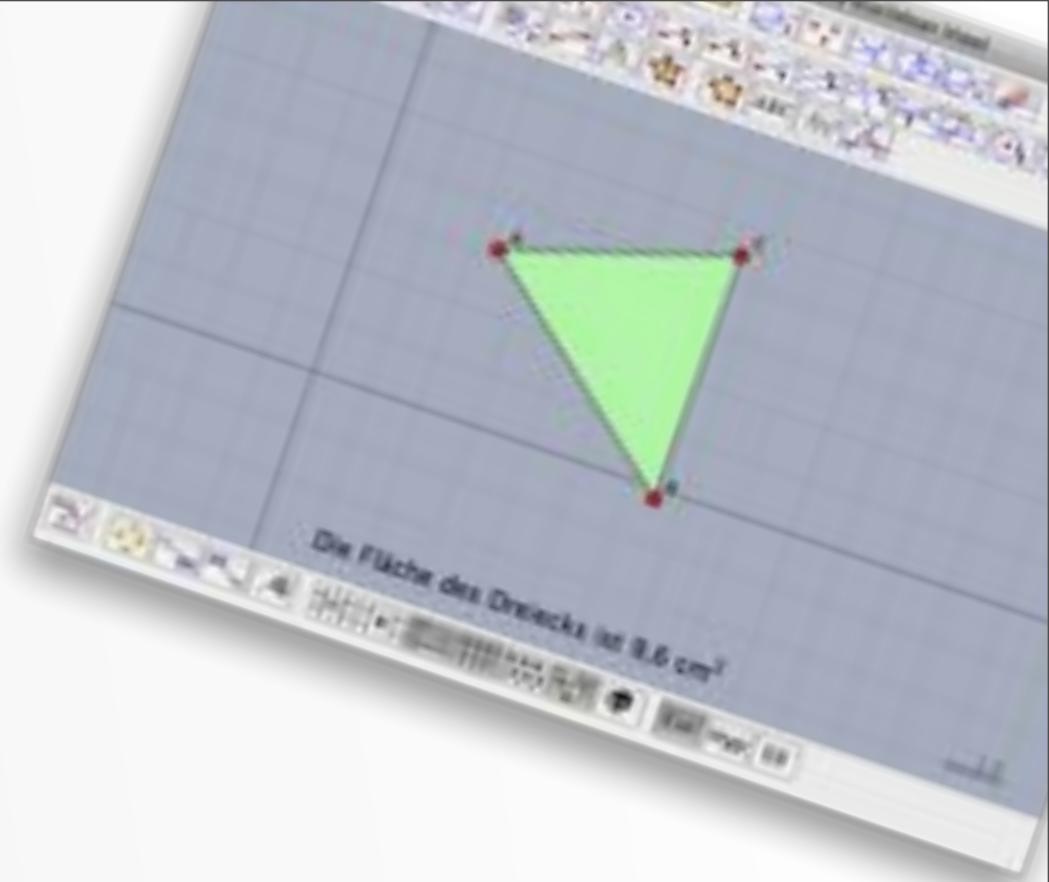
Die Fläche des Dreiecks ist  $9,6 \text{ cm}^2$

1.0

Etac Hyp Ell

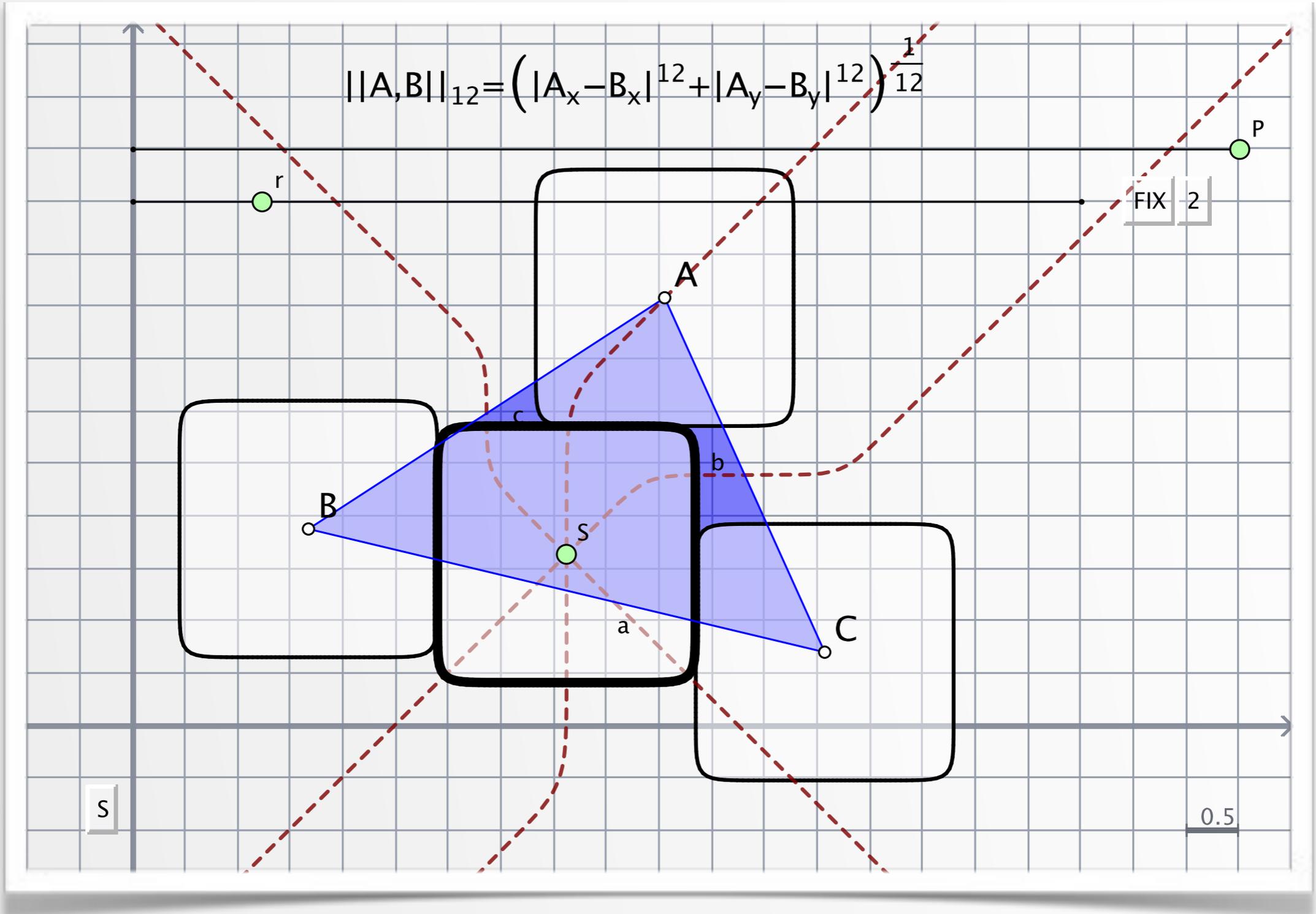
# Funktion des Computers:

- ▶ Informationsreduktion



Der Computer kann Lernumgebungen anbieten in denen man sich auf das Wesentliche konzentrieren darf/soll/kann.

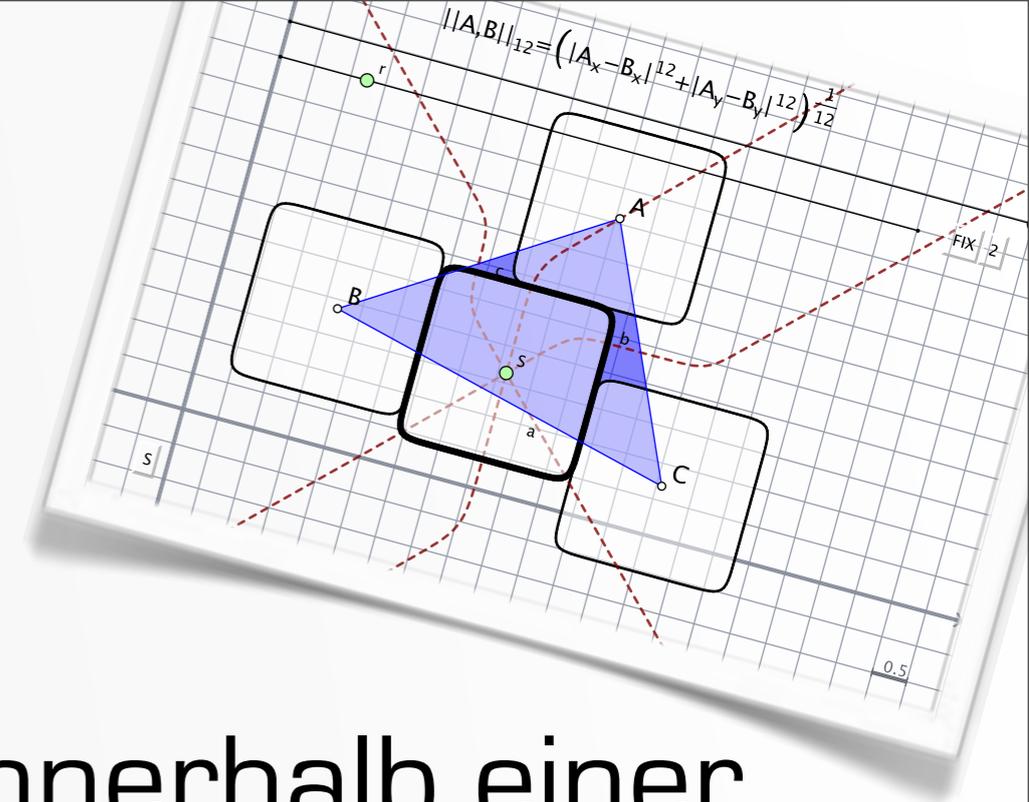
# Schnittpunkte im Dreieck



# Funktion des Computers:

## ► Metavariation

Wir können uns nicht nur innerhalb einer Situation orientieren, sondern die Situation als ganzes variieren.



# Hauptteil

---

②

Funktionen des Computers im  
Mathematikunterricht

# Golden Gate

PS: and for those of you who had a hard time understanding why it was a bit difficult for us to adjust to UK conditions, please see attached picture of our **FIRST DAY** back in the US, **NOVEMBER 15th!!**







# DEMO

Siehe auch: Kortenkamp, U. & Richter-Gebert, J.  
**Cinderella.2 - Geometrie und Physik im Dialog.**  
 In: Fachgruppe Computeralgebra (Hrsg.):  
 Computeralgebra-Rundbrief 2008

<http://kortenkamps.net/papers/2008/Rundbrief-CA-Kortenkamp.pdf>

**Cinderella.2 – Geometrie und Physik im Dialog**  
 Ulrich Kortenkamp  
 Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd

Jürgen Richter-Gebert  
 Technische Universität München  
 kortenkamp@cinderella.de  
 richter@cinderella.de



**Zusammenfassung**

Dynamische Geometriensysteme sind nicht nur für den Mathematikunterricht geeignet. Das DGS Cinderella bietet in seiner neuesten Version 2.0 auch einen Simulationsmodus, mit dem einfache physikalische Experimente durchgeführt werden können. Dabei kommt die Geometrie aber auch nicht zu kurz, wie wir in diesem Artikel darstellen.

---

**Geometrie und Realität**

Geometrie ist nicht nur ein spannender Teil der Mathematik, sondern war schon seit der Antike die Grundlage der Architektur. Vor über 2000 Jahren erfand GASPARD MONGE die darstellende Geometrie, um dadurch eine mathematische Grundlage für den Bau von Festungsanlagen zu haben. Viele Rechen- und Darstellungsmethoden, wie zum Beispiel Homogene Koordinaten, die aus dem *Baryzentrischen Calcul* von August Ferdinand Möbius [1] hervorgingen, sind heute unentbehrlich für CAD-Programme, ohne die wiederum die moderne Architektur nicht denkbar wäre. Daher dürfen diese Grundlagen im Architekturstudium nicht fehlen [2].

Das Geometrieprogramm Cinderella [3] ist seit Anfang darauf ausgelegt, eine saubere und stabile mathematische Grundlage für dynamische Geometrie zu liefern, die auch mit Ausnahmesituation wie „unendlich fernen Punkten“ oder (für die Schule) ungewöhnlichen mathematischen Modellen, zum Beispiel hyperbolischer Geometrie, umgehen kann. Dies alles dient aber nicht nur Mathematikern, sondern ist auch für den Schulunterricht geeignet, wie zum Beispiel die mit Cinderella gestalteten Webseiten <http://www.geomouse.ch> zeigen.

Die neueste Version, Cinderella.2 [4], geht in vielen Aspekten über die ursprünglichen Ansätze hinaus. Zum Einen sind diese Erweiterungen im klassischen Geometrieteil zu finden: So werden zum Beispiel Abbildungen

nicht nur – wie gewohnt – dynamisch aktualisiert, sondern stehen als eigene Objekte zur Verfügung, die wiederum miteinander verknüpft werden können.

Wesentlich spannender sind allerdings die gänzlich neuen Teile *Simulationen (CindyLab)* und *Algorithmen (CindyScript)*. In diesem Artikel stellen wir nur eine kleine Anwendung des Simulationsteils vor, weitere Informationen zu den anderen Teilen finden sich auf der Cinderella-Homepage <http://cinderella.de>, und auch im (derzeit leider nur auf Englisch verfügbaren) Handbuch <http://doc.cinderella.de>.

Die Einführung eines Simulationsmoduls, mit dem physikalische Experimente durchgeführt werden können, ist Teil der Bestrebungen der Autoren, die in der Schule oft eher abstrakt oder (über eingekleidete Aufgaben) nur bedingt realitätsnah behandelte Geometrie wieder an echte Probleme heranzuführen. Das im folgende vorgeführte Experiment ist ein Beispiel dafür, dass man mit Geometrie-Software auch fächerübergreifend mehr als bisher erreichen kann.

---

**Die Golden Gate Bridge**

Ausgangspunkt unseres Geometrie-Experiments ist die Golden Gate Bridge in San Francisco. Als eine der längsten Hängebrücken der Welt gehört sie zu den bedeutendsten architektonischen Wahrzeichen der Vereinigten Staaten von Amerika.



Die Golden Gate Bridge. Fotografie: Aaron Logan, <http://www.lightmatter.net/gallery/albums.php>

1

Am 10.2.06 habe ich an der Veranstaltung im Landesinstitut für Schulentwicklung teilgenommen.

Zu meiner Person:

Ich bin Physiklehrer Sek. I und II und Mathematiklehrer Sek. I.

[...] Am Wochenende habe ich [...] ihr Beispiel "Golden-Gate-Bridge" nachvollzogen, da mich dies besonders fasziniert hat.

[...] Heute habe ich dann mit meinen AG-Leuten gleich experimentiert und

einen Versuch mit

Ergebnis mit  $C_{in}$

Als "vertrauensb

aufgenommen und

Transformation d

Der krönende Abs

Golden-Gate-Brid

Ich schicke die

Daten: 6 Schraub

entspannten Zust

die angehängten

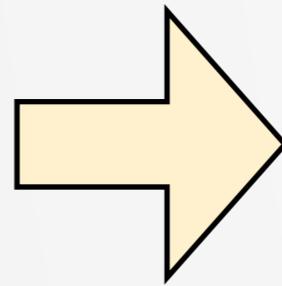
Die Aufhängepunk  
[...]

Werner Hausmann



Notwendiger Schritt:

**Vom „schönen Beispiel“ hin zu konkretem Unterricht!**



Wie kann man Unterricht mit dem Computer gestalten?

Am 10.2.06 habe ich an der Veranstaltung im Landesinstitut für Schulentwicklung teilgenommen.

Zu meiner Person:

Ich bin Physiklehrer Sek. I und II und Mathematiklehrer Sek. I.

[...] Am Wochenende habe ich [...] ihr Beispiel "Golden-Gate-Bridge" nachvollzogen, da mich dies besonders **fasziniert** hat.

[...] Heute habe ich dann mit meinen AG-Leuten gleich experimentiert und einen Versuch mit Federn und Massen aufgebaut, fotografiert und das Ergebnis mit Cinderella **simuliert** und über das Hintergrundfoto gelegt. Als "**vertrauensbildende Maßnahme**" habe ich den Versuch von der Seite her aufgenommen und den Schülern gezeigt, dass man mit einer entsprechenden Transformation die simulierte Kurve auf das Schrägbild abbilden kann. Der krönende Abschluss dieser Aktion war dann ihr Beispiel mit der Golden-Gate-Bridge.

Ich schicke die Aufnahmen des Versuchs im Anhang mit.

Daten: 6 Schraubenfedern  $D = 3\text{N/m}$  Eigenmasse  $m = 16,1\text{ g}$ , Länge im entspannten Zustand  $L = 13,0\text{ cm}$

die angehängten Wägestücke hatten eine Masse vom  $m = 20\text{ g}$

Die Aufhängepunkte hatten einen Abstand von  $120\text{ cm}$ .

[...]

Werner Haussmann, Georgii-Gymnasium Esslingen

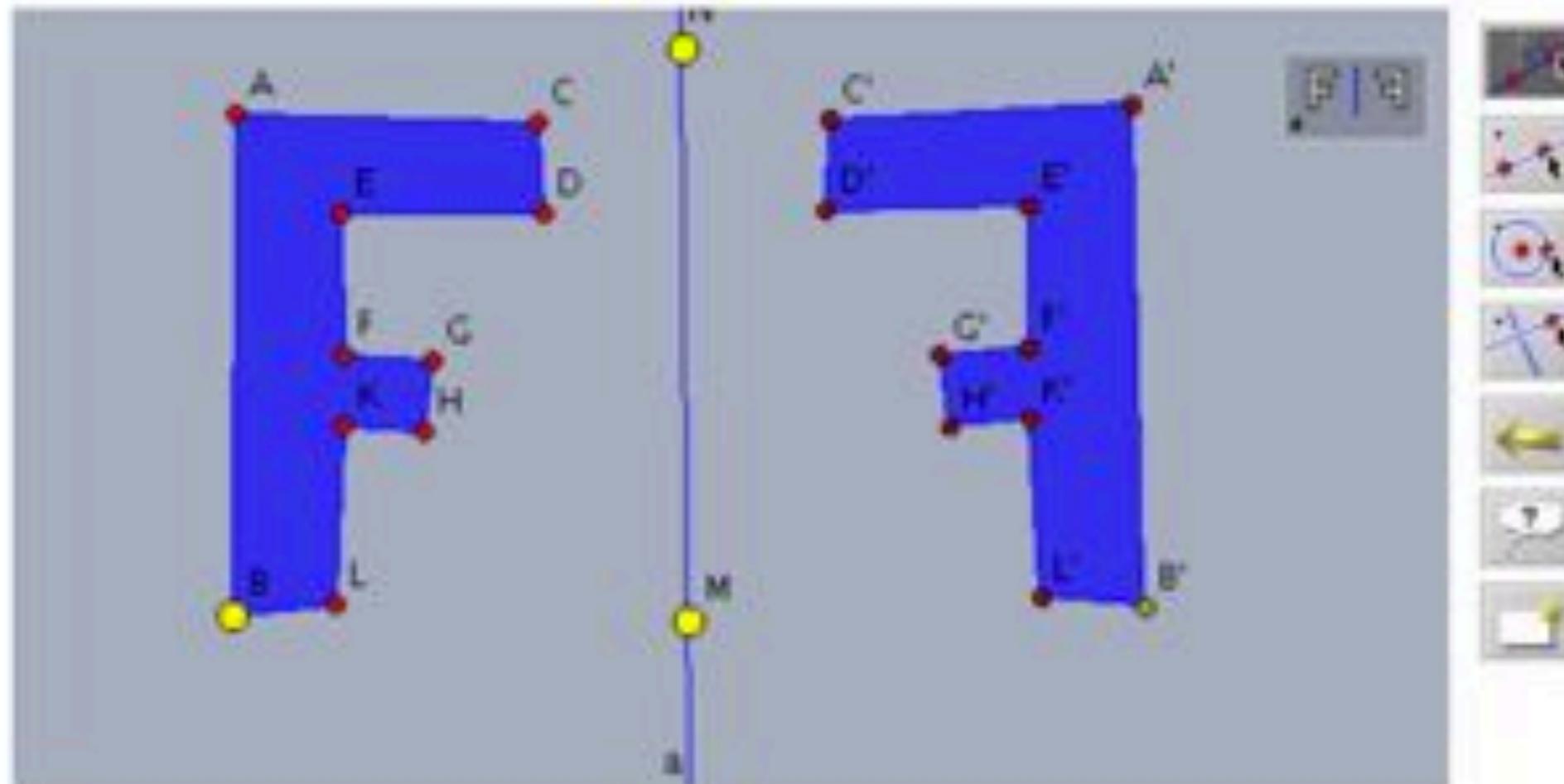
Wir müssen auf die **Funktionen** des Computers im Unterricht blicken!

- ▶ Motivation / Faszination
- ▶ Simulation / Experiment
- ▶ Vertrauensbildende  
Maßnahme
- ▶ Informationsbeschaffung  
(J. Engel, AKMUI 2009)
- ▶ Informationsreduktion  
(Dreiecksbeispiel)
- ▶ Metavariation (p-Norm)

# Punkt- und Achsenspiegelung

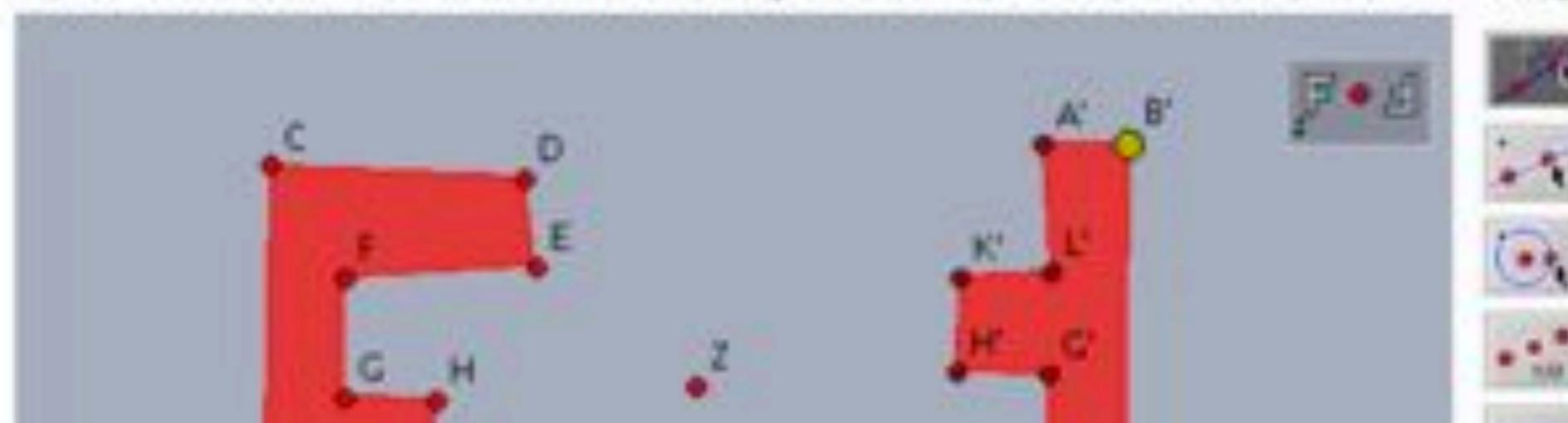
## Achsenspiegelung

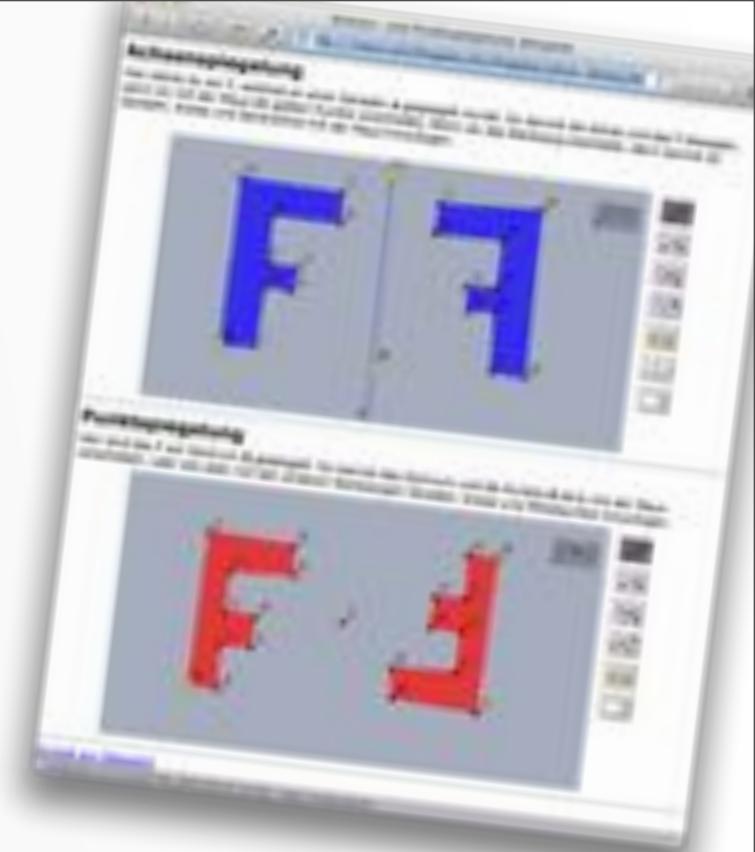
Hier siehst du ein F, welches an einer Geraden  $a$  gespiegelt wurde. Du kannst die Achse und das F bewegen, wenn du mit der Maus die gelben Punkte verschiebst. Wenn du das Werkzeug wechselst, dann kannst du Geraden, Kreise und Senkrechte mit der Maus hinzufügen.



## Punktspiegelung

Hier wird das F am Zentrum  $Z$  gespiegelt. Du kannst das Zentrum und die Punkte **A** bis **L** mit der Maus verschieben, oder wie oben mit den anderen Werkzeugen Geraden, Kreise und Mittelpunkte hinzufügen.





# DEMO

Siehe auch: Kortenkamp, U.  
**Punkt- und Achsenspiegelungen mit DGS.**  
In: Beckmann, A. (Hrsg.) Ausgewählte  
Unterrichtskonzepte im Mathematikunterricht in  
unterrichtlicher Erprobung, Franzbecker,  
Hildesheim 2007

<http://www.lehrer-online.de/url/spiegelungen>

## Punkt- und Achsenspiegelungen mit DGS

Ulrich Kortenkamp  
Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd

### 1. Einleitung

Dynamische Geometrie-Systeme sind ohne Zweifel eine Bereicherung für den Mathematik-Unterricht. Ein erfolgreicher Einsatz der Software setzt aber auch eine andere Aufgabenkultur – seien es Übungs-, Prüfungs- oder Hausaufgaben – voraus. Das vorliegende Beispiel einer Stunde, die in einer siebten Klasse der Realschule Heubach durchgeführt wurde, soll zeigen, wie der technologische Fortschritt auch in einen methodischen Fortschritt umgesetzt werden kann. Das verwendete elektronische Material liegt inzwischen (mit einer Erweiterung auf zwei Unterrichtsstunden) unter <http://www.lehrer-online.de/url/spiegelungen> vor und kann für den eigenen Unterricht übernommen oder adaptiert werden.

### 2. Voraussetzungen

Da die Unterrichtsstunde im Rahmen des Tagesfachpraktikums durchgeführt werden sollte, konnte nicht einfach auf die Infrastruktur der Schule zurückgegriffen werden. Weiterhin war keine Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf den Computereinsatz möglich – es musste also in 45 Minuten sowohl der grundlegende Einsatz der Software als auch der eigentliche Unterrichtsinhalt – Punkt- und Achsenspiegelungen im Vergleich – vermittelt werden. Diese erschwerten Bedingungen machen allerdings auch das eigentliche Material interessant, da es, falls es sich als geeignet erweist, dann auch in anderen Klassen ohne größeren Aufwand eingesetzt werden könnte. Ein großer Vorbehalt gegen den Einsatz von DGS im Unterricht – „zu aufwändig, nur nach langen Einführungen möglich“ – wäre damit entkräftet.

Der Computerraum der Schule wurde nicht benutzt, stattdessen wurde der an der Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd vorhandene Pool von 15 Tablet-PCs (zwei Schülerinnen und Schüler pro Gerät) verwendet. Wie im folgenden beschrieben bot der Einsatz der Tablet-PCs durch die stiftbasierte Bedienung einen Vorteil für die

Wir müssen auf die **Funktionen** des Computers im Unterricht blicken!

- ▶ Motivation / Faszination
- ▶ Simulation / Experiment
- ▶ Vertrauensbildende  
Maßnahme
- ▶ Informationsbeschaffung  
(J. Engel, AKMUI 2009)
- ▶ Informationsreduktion  
(Dreiecksbeispiel)
- ▶ Metavariation (p-Norm)
- ▶ Begriffe erfahrbar machen

# Müllabfuhr

# Modellieren, Simulieren, Optimieren: Die Müllabfuhr

Was hat Mathematik mit der Müllabfuhr zu tun?



Eine Lerneinheit für den computergestützten Mathematikunterricht.

Verwendete Software: **Visage** - Visualisierung von Algorithmen mit Geometrie. Entwickelt auf der Basis von *Cinderella* am DFG-Forschungszentrum Matheon, Berlin.

Cinderella ist ein Projekt von Jürgen Richter-Gebert, TU München, und Ulrich Kortenkamp, TU Berlin



# DEMO

Siehe auch: Geschke, A., Kortenkamp, U., Lutz-Westphal, B., Materlik, D.

## Visage – Visualization of Algorithms in Discrete Mathematics

Zentralblatt für Didaktik der Mathematik **37** (5), 2005, S. 395-401

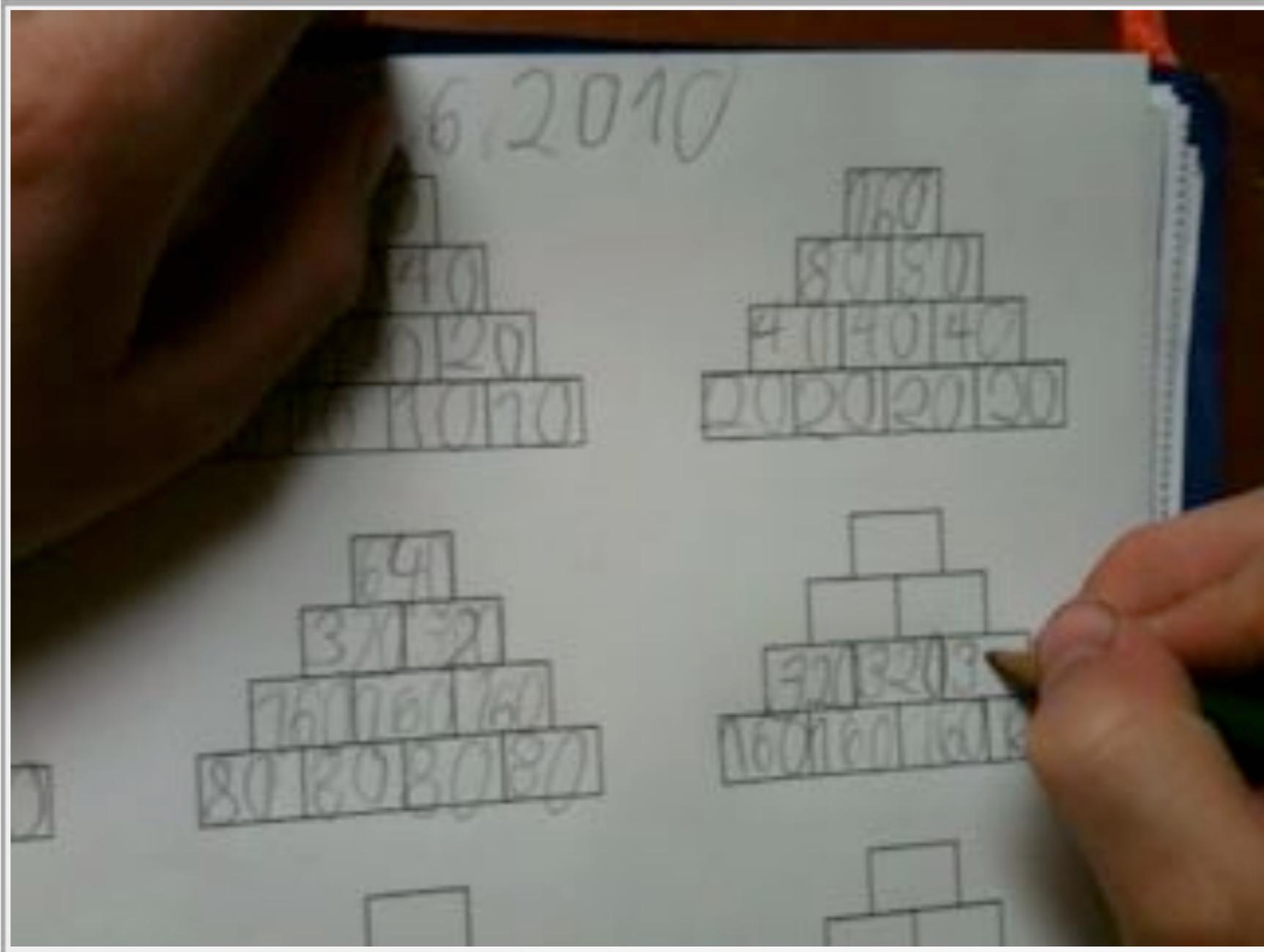
<http://cinderella.de/visage>



Wir müssen auf die **Funktionen** des Computers im Unterricht blicken!

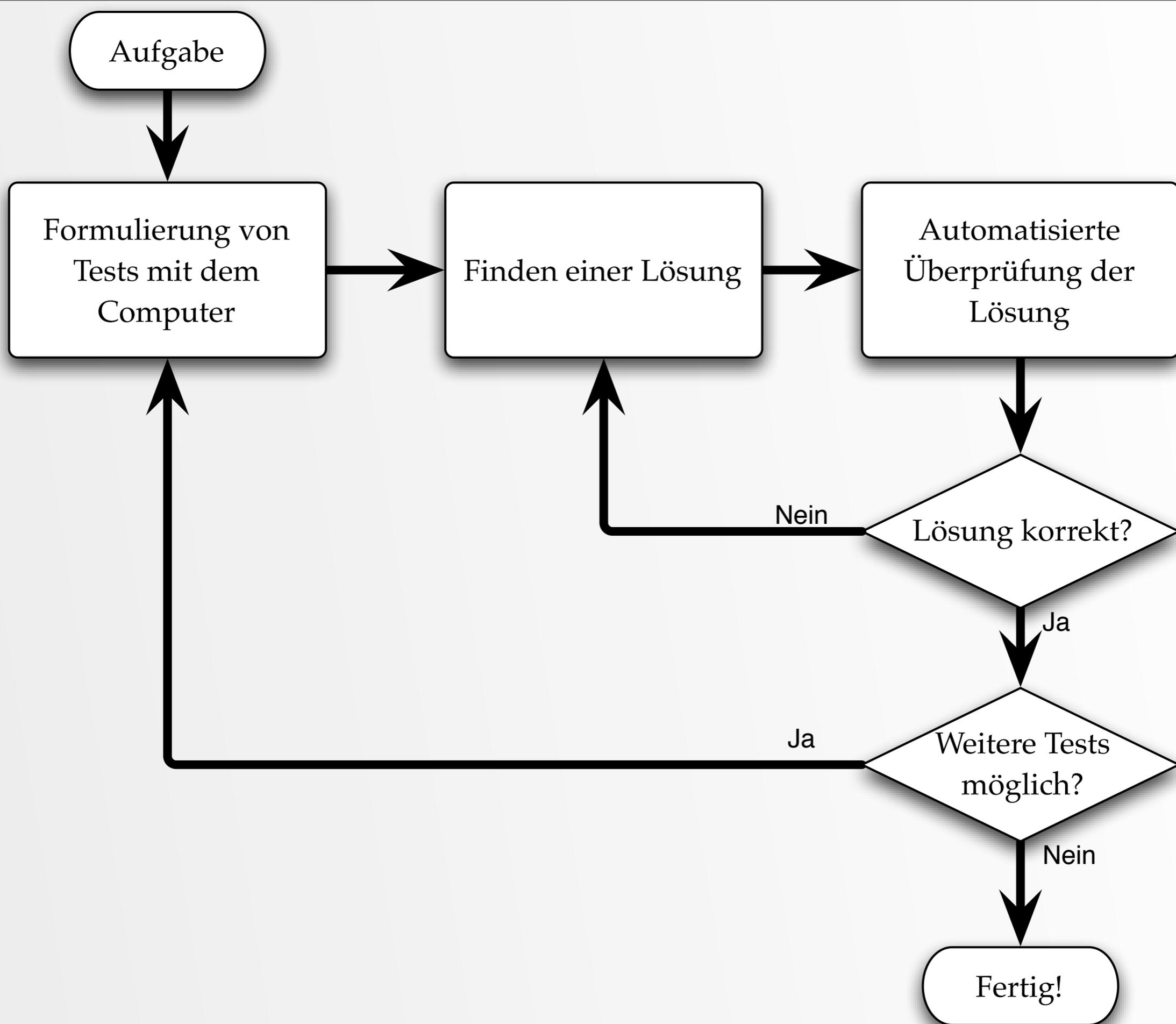
- ▶ Motivation / Faszination
- ▶ Simulation / Experiment
- ▶ Vertrauensbildende Maßnahme
- ▶ Informationsbeschaffung (J. Engel, AKMUI 2009)
- ▶ Informationsreduktion (Dreiecksbeispiel)
- ▶ Metavariation (p-Norm)
- ▶ Begriffe erfahrbar machen
- ▶ Realitätsbezug herstellen
- ▶ Visualisieren
- ▶ Einschränken!
- ▶ Freiheit geben
- ▶ Schiedsrichter
- ▶ Hinweise und Führung
- ▶ Sprachhilfe
- ▶ Herausforderung

# MUNIT - Math Unit Testing



# Grundidee

- ▶ Nutzung des Rechners statt zur Lösung zur Verifikation
- ▶ Formulierung von Berechnungen ("Tests") zur Kontrolle im CAS **bevor** die Lösung erarbeitet wird
- ▶ Erst **danach** Lösungsversuch
- ▶ Aufgabe ist dann gelöst, wenn alle Tests erfüllt werden und keine neuen Tests mehr formuliert werden können



Beispielaufgabe:

Finde den Schnitt der beiden Geraden

$$y = 2x + 3 \text{ und } y = 8 - 3x!$$

Mit Computeralgebra-System (CAS) gibt es den **solve**-Befehl

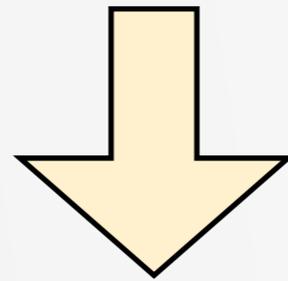
Lösung der Aufgabe also trivial ?!

Eigentliches Verständnis: ein Punkt, der auf beiden Geraden liegt, muss beide Gleichungen erfüllen!

▶ Beispielaufgabe:

Finde den Schnitt der beiden Geraden

$$y = 2x + 3 \text{ und } y = 8 - 3x !$$



Formuliere Tests für folgende Aussagen

- ▶  $(x;y) = (4;1)$  ist keine Lösung
- ▶  $(x;y) = (2;2)$  ist keine Lösung
- ▶  $(x;y)$  ist keine Lösung

# Wir müssen auf die **Funktionen** des Computers im Unterricht blicken!

- ▶ Motivation / Faszination
- ▶ Simulation / Experiment
- ▶ Vertrauensbildende Maßnahme
- ▶ Informationsbeschaffung (J. Engel, AKMUI 2009)
- ▶ Informationsreduktion (Dreiecksbeispiel)
- ▶ Metavariation (p-Norm)
- ▶ Begriffe erfahrbar machen
- ▶ Realitätsbezug herstellen
- ▶ Visualisieren
- ▶ Einschränken!
- ▶ Freiheit geben
- ▶ Schiedsrichter
- ▶ Hinweise und Führung
- ▶ Sprachhilfe
- ▶ Herausforderung
- ▶ Probe
- ▶ ...
- ▶ ...
- ▶ Zeitersparnis

# Schluss

---

③

Zusammenfassung und Fazit

Auf einer logarithmischen Skala ist die lineare Extrapolation korrekt!

### Modellieren, Simulieren, Optimieren: Die Müllabfuhr



Wie viel Mathematik hat der Müllabfuhr zu tun?

Eine Lernarbeit für den computergestützten Mathematikunterricht.

Verwendete Software: *Winge* - Visualisierung von Körpern mit Geometrie, Erweitert auf der Basis von *Chorella* am DFG-Forschungszentrum Mathematik, Berlin.

*Chorella* ist ein Projekt von Jürgen Richter-Oberst, TU München, und Ulrich Kortenkamp, TU Berlin.

Geometrie: Dreieckswinkelsumme und Umkreis

$a = 3$  cm  
 $b = 4$  cm  
 $c = 5$  cm

**Übersicht:**  $a^2 + b^2 = c^2$   $r = 1,5$

**Arbeitsanweisung**

**Punktsymmetrie**

Kannst du diesen Graphen so erklären, dass er ...  
 Gibt das immer? Oder kann es Graphen geben, bei denen das nicht ...  
 Kannst du ...

$$\|A, B\|_{12} = \left( |A_x - B_x|^{12} + |A_y - B_y|^{12} \right)^{\frac{1}{12}}$$

A  
 B  
 C  
 S  
 a  
 b  
 c  
 r  
 P  
 FIX 2  
 M lz Sp  
 0.5





# Wen auf die **Funktionen** des Computers im Unterricht blicken!

▶ Motivation / Faszination

▶ Simulation / Experiment

▶ Vertrauensbildende  
Maßnahme

▶ Informationsbesitz

▶ (Engel, AKMUI 2009)

▶ Informationsreduktion

▶ Metavariation

▶ Begriffe erfahrbar machen

▶ Realitätsbezug herstellen

▶ Visualisieren

▶ Einschränken!

▶ Freiheit geben

▶ Schiedsrichter

▶ Hinweise und Führung

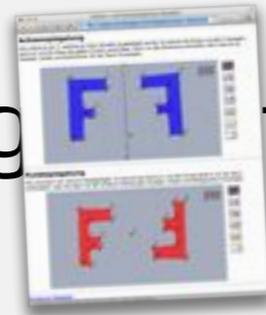
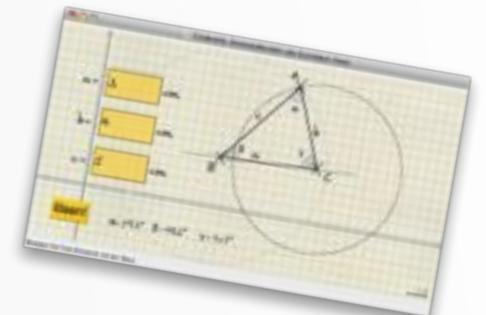
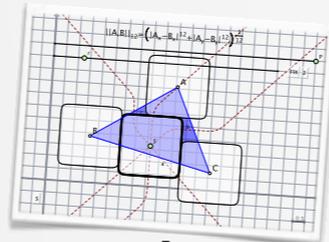
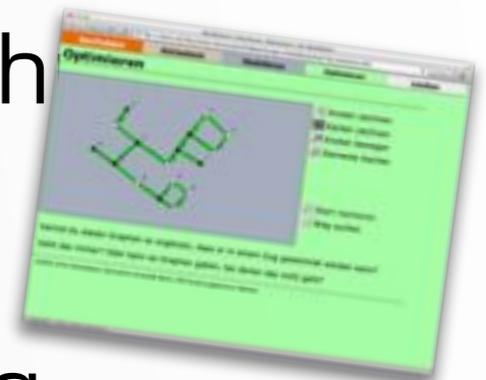
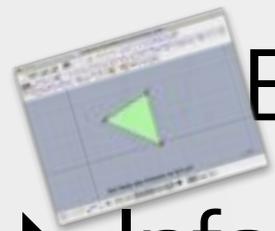
▶ Sprachhilfe

▶ Herausforderung

▶ Probe

▶ Zeitersparnis

▶ Unterrichtsvorbereitung



# Unterrichtsvorbereitung

## ▶ [i2geo.net](http://i2geo.net)

EU-Projekt mit > 3000 „Ressourcen“

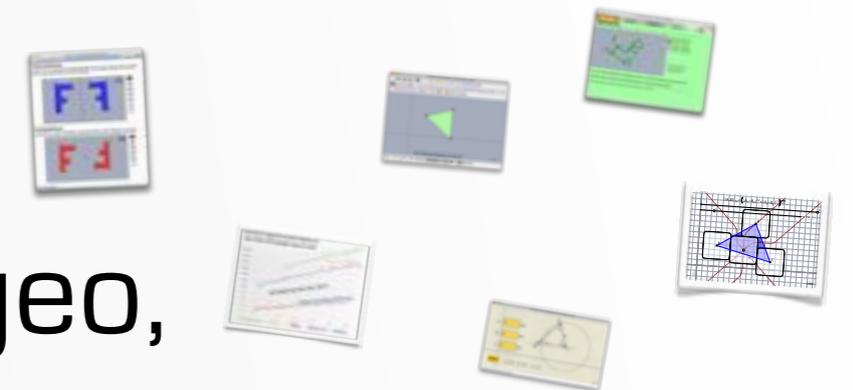
## ▶ [opendiscoveryspace.eu](http://opendiscoveryspace.eu)

im Aufbau, Integration von i2geo,  
zusätzlich:

**Stundenentwürfe**  
und „community“

## ▶ [dzlm.de](http://dzlm.de)

im Aufbau, zusätzlich Fortbildungsmaterial



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Weitere Informationen

- ▶ <http://cermat.org>
- ▶ <http://kortenkamp.net>
- ▶ [kortenkamp@cermat.org](mailto:kortenkamp@cermat.org)

**CERMAT**

Centre for Educational Research in  
Mathematics and Technology



MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT  
HALLE-WITTENBERG