

*Ich kann freilich nicht sagen, ob es besser werden wird,
wenn es anders wird; aber so viel kann ich sagen, es
muss anders werden, wenn es gut werden soll.*
Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799)

Über die *Zukunft* des Geometrie-Unterrichts

Heinz Schumann
PH Weingarten
Fak. II, Mathematik/Informatik

schumann@ph-weingarten.de

Anmerkung: Intern verlinkte Präsentation!

Prolog (Projekt „CEIBAL“)



Besitz eines Laptops mit Standardprogrammen und freiem Internetzugang für alle Schüler und Schülerinnen ist eine notwendige Voraussetzung für eine sinnvolle Computernutzung in der Schule.

Probleme

Nutzung ab welchem Alter und in welchem Umfang?
Vorbeugung des Missbrauchs?
Welche Integrationskonzepte in welchem Fach?
Wie Arbeitsergebnisse verfügbar machen und bewerten?
Welche Lehrerbildung und -fortbildung?
...

Zur Entwicklung des GU in den vergangenen 150 Jahren

2. Hälfte des 19. Jhdts.

Loslösung vom methodischen und thematischen
Dogma des GU nach Euklids Elementen (Buch I-VI)

Ersatz durch Planimetrie und Trigonometrie,
Projektive Geometrie, Sphärische Trigonometrie
Ende des Reformprozesses mit der Preußischen
Lehrplanreform 1922-1925.

„Auf den **Gymnasien** ist vorzugsweise Geometrie
zu lehren und nur soviel von Arithmetik und
Algebra, als zum Verständnis jener notwendig ist.“
ZMNU XVI, 1885, S. 18 ff

*„Bei der Beweisführung ist das Verfahren durch
Messung und Bewegung (Verschieben, Umliegen,
Drehen) gegenüber dem durch bloße Schluß-
folgerung (dem Euklidischen) zu bevorzugen.“*
(Richtlinien zur Aufstellung von Lehrplänen,
Volksschule, 1922)

Los von Euklid!

Eine Raumlehre für den Arbeitsunterricht,
durchgehend auf Bewegung gegründet, von

Wilhelm Kufferow.

Mit 561 Figuren im Text



Leipzig · Dürschke Buchhandlung · 1928

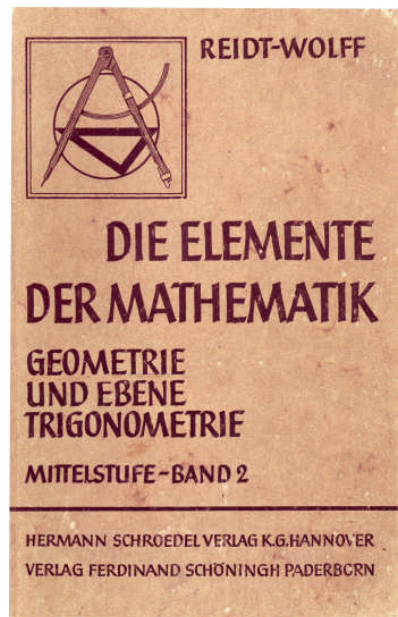
„Dynamische“ Geometrie 1911

„Als einer der Hauptunterschiede altgriechischer und neuzeitlicher
Geometrie gilt das, daß in jener die Figuren sämtlich als starr und fest
gegeben angenommen werden, in dieser als beweglich und gewis-
sermaßen fließend, **in stetem Übergang von einer Gestaltung zu
anderen** begriffen. ... **Der Auffassung der Figuren als starrer
Gebilde kann und muß in verschiedener Weise entgegen gearbeitet
werden.**

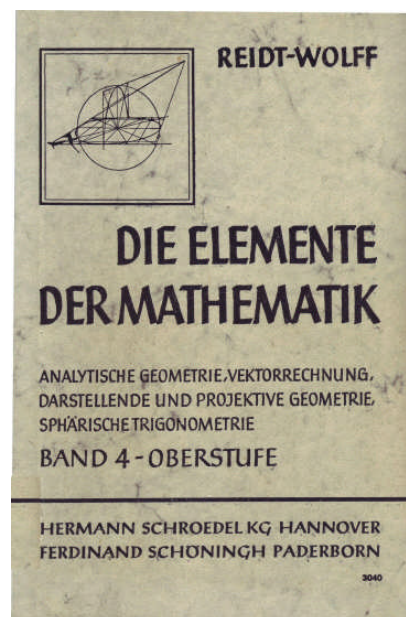
Das eine hierzu Erforderliche ist **das Beweglichmachen der Teile
einer Figur.**

**... Das Bewegen nicht bloß der Figurenteile gegeneinander,
sondern das Bewegen der ganzen Figur, sei's in der Ebene, sei's
im Raum. ...“**

Treutlein, Peter (1911): Der geometrische Anschauungsunterricht als Unterstufe eines
zweistufigen geometrischen Unterrichtes an unseren höheren Schulen.



1954, 5. Aufl.



1961, 6. Aufl.

Bedeutungsverlust des Geometrie-Unterrichts ab der 60er Jahre: Ursachen

- Algebra ist eine schwierige Sprache und deshalb übungsintensiver als Geometrie
- Geometrie ist voraussetzungsloser als die streng hierarchisch strukturierte Algebra
- Algebra ist prüfungsrelevanter als Geometrie
- Geometrie stellt nur die Figuren für die Berechnungsaufgaben in Prüfungen bereit.

- Algebraisierung der Geometrie
- Geringschätzung der Elementargeometrie durch Fachmathematiker (Bourbakismus: Elementargeometrie kann strukturell nicht gut erfasst werden. Dieudonné: **Das Dreieck ist tot!**)

Aber heute: Bedeutungszuwachs durch Computergrafik, Computational Geometry, ...

Inhaltliche, methodische und mediendidaktische Reformansätze in den 70er Jahren

- Lineare Algebra (Sek. Stufe II)
- Geometrische Abbildungsgruppen, Spiegelungsgeometrie (Sek. Stufe I)
- Abbildungsgeometrische versus euklidische Beweismethode (Sek. Stufe I)
- Schulfernsehen

Ansätze einer Medienreform ab der 80er Jahre

Das Vordringen des PC führt zur Nutzung von Programmiersystemen und von Ingenieur-Programmen wie CAS und CAD oder Programmen für das verwaltungstechnische Rechnen wie TKS im MU mit dem Anspruch eines didaktischen „Mehrerts“ (Reinforcement, Enrichment Reorganisation, Prototyping etc.)

Allein das LOGO-Programmieresystem (1980) und DGS (Cabri 1988) werden als Werkzeugsoftware für den Unterricht entwickelt. Eine Vielzahl von Übungsprogrammen für einzelne Themen (geschlossene Unterrichtssoftware) kommen auf den „Nachmittagsmarkt“.

Hinzu tritt die Nutzung des multifunktionalen Internets (Information, Kommunikation, ..., Geometry Wars)

2000/2004: Dynamische Raumgeometrie-Systeme

Eine der gesellschaftlichen Bedeutung entsprechende unterrichts-praktische Realisierung unterbleibt im Wesentlichen und führt nicht zu der von den Geometrie-/Mathematik- Didaktikern erhofften Integration Neuer Medien in den GU/MU-Unterricht.

Ursachen für das generelle Scheitern der Integration Neuer Medien in den GU/MU

- Finanzierung der Medienausstattung durch die jeweiligen Kommunen
- Nicht professionelle Beschaffung, Wartung und Organisation der Technik
- Schnelle Innovationszyklen der Technologie (Hardware und Software)
- Keine (und nicht zu erwartende) Standardisierung von Benutzeroberflächen.
- Mangelhafte und nicht „flächendeckende“ Lehrerausbildung und -fortbildung
- Infragestellung des traditionellen Lehrerselbstverständnisses
- Das Fach „Informationstechnologische Grundbildung“ (ITG)
- Unzureichende bzw. fehlende Integration Neuer Medien in die Lehrpläne und **Prüfungen** bzw. **Tests**
- Z. T. hohe Preise und Lizenzgebühren für Software
- Fehlen geeigneter Unterrichtsmaterialien (Datenkompatibilität, Kommerzialisierung, ...)
- Vielfalt der zu beherrschenden unterrichtsrelevanten Programme
- Fragwürdiger Nutzen hinsichtlich kognitiver Leistungen.

Prognose

Ohne praktikable Lösungen der genannten Probleme, wird es keine prinzipielle Änderung bei der Integration Neuer Medien in den Schulunterricht geben.

NCTM Standards 2000 Project

6 Principles for School Mathematics

- Equity
- Curriculum
- Teaching
- Learning
- Assessment
- **Technology**

<http://standards.nctm.org/document/chapter2/index.htm>

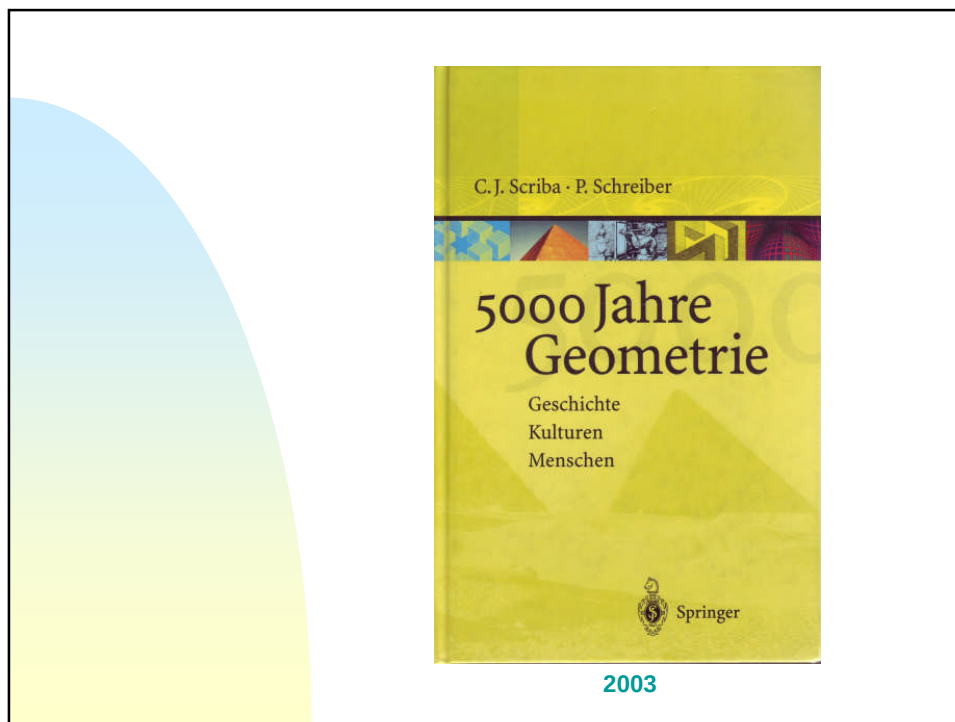
Zur Legitimation des Geometrie-Unterrichts

Die Geometrie in der Art der Elementargeometrie ist aus der Sicht der Adressaten **multifunktional** und aus didaktischer Sicht **multiperspektiv**.

Bei der Gestaltung des Geometrie-Unterrichts kann man **verschiedene Sichtweisen, Aktivitäten und Zugänge** benutzen.

Sichtweisen sind z. B.: Geometrie als

- Lehre vom geometrisierten und zu geometrisierenden Anschauungsraum
- Prototyp einer deduktiv arbeitenden Wissenschaft
- Bestandteil der Kulturgeschichte
- Werkzeug zur Visualisierung und zum visuellen Denken
- vielseitiges Modellierungswerkzeug
- Übungsfeld für das Problemlösen
- Hilfsmittel in anderen Schulfächern
- weltumfassende Sprache und Kommunikationsmittel
- Grundlage für Computergrafik
- Werkzeug in zahlreichen Berufen
- alltagstaugliches Hilfsmittel.
- Freizeitvergnügen.

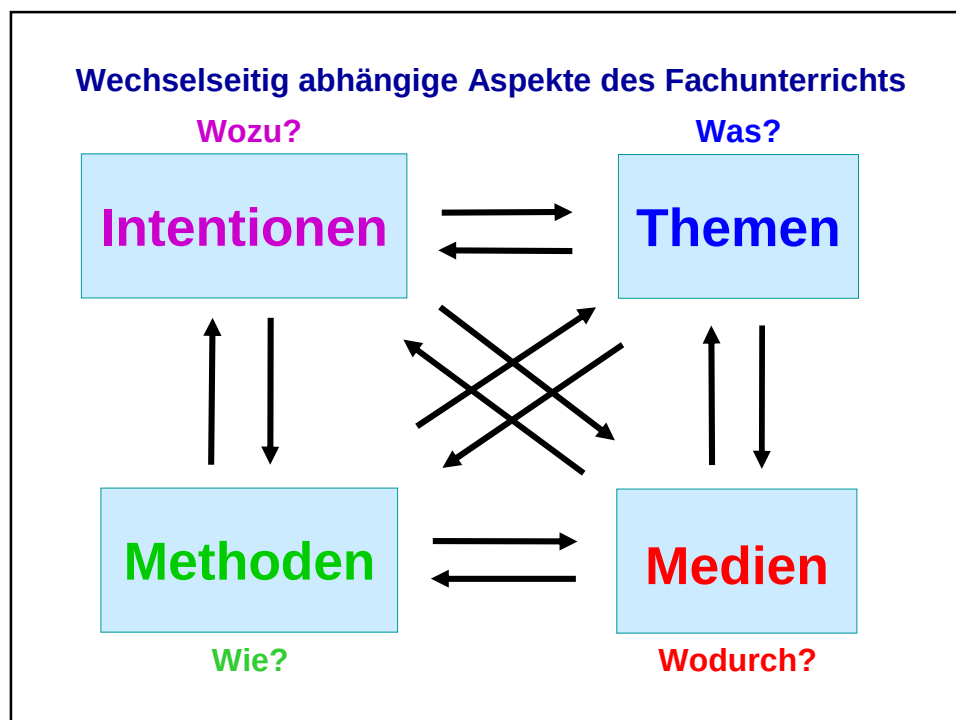


Einige weitere Vorzüge der Geometrie

- Geometrie ist holistisch – Algebra und Arithmetik sind sequentiell
- Geometrie bietet den mehr eidetisch veranlagten Schülern und Schülerinnen Möglichkeiten des Lernerfolgs, den sie in der Algebra nicht haben.
- Geometrie fasziniert durch ihre ästhetische Gestaltungskraft.
- Die Beschäftigung mit Geometrie kann zu einem lebenslangen Hobby führen.

Prognose

Die Legitimationsgründe für den Geometrie-Unterricht haben auch in der Zukunft Gültigkeit.



Soziokulturelle Rahmenbedingungen des Unterrichts

Die Schule ist eine vom Steuerzahler finanzierte Dienstleistungsinstitution zur Vergabe von Zertifikaten in einer weithin von konsumistischer, materialistischer und hedonistischer Lebensauffassung geprägten Gesellschaft.

Extremes Individualismusdenken und die postmoderne Devise „Anything goes!“ (Feyerabend) führen zu einem Anerkennungsverlust von Normen in vielen Lebensbereichen – auch in der Schule.

Anthropogene Rahmenbedingungen

...

„Omnes, omnia, omnium“ (Comenius)

Humboldtsches Bildungsideal

Materiale – formale Bildung Kategoriale Bildung (Klafki)

„Erziehung zum mündigen Staatsbürger“

Kognitive, affektive und psychomotorische Lernziele (Bloom)

Intentionen GU/MU

Raumvorstellungsfähigkeit, Funktionales Denken (Meraner Beschlüsse 1905)
Allgemeine Lernziele des MU (Winter)

Zentrale/Fundamentale Ideen der Geometrie/Mathematik (Bender, Schreiber, ...)

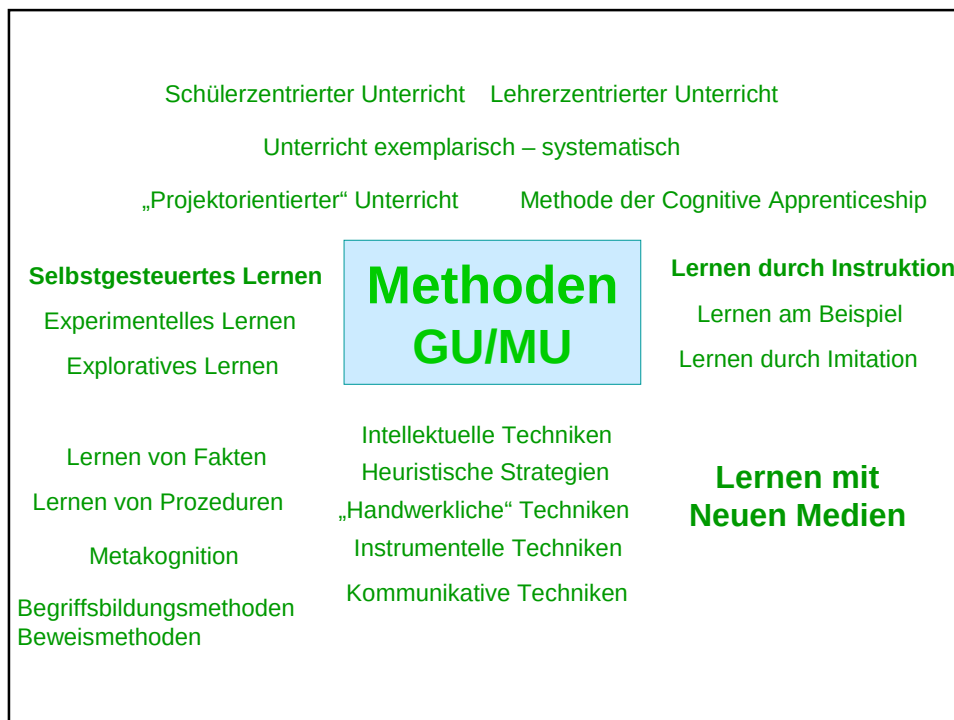
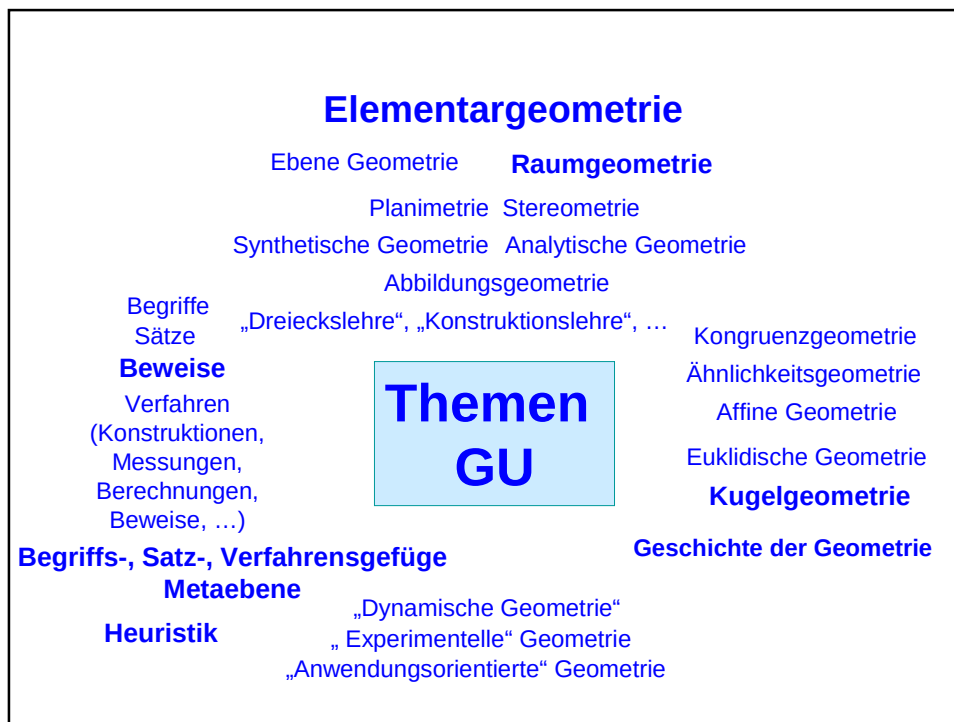
„Allgemeinbildung und Mathematik“ (Heymann und Winter)

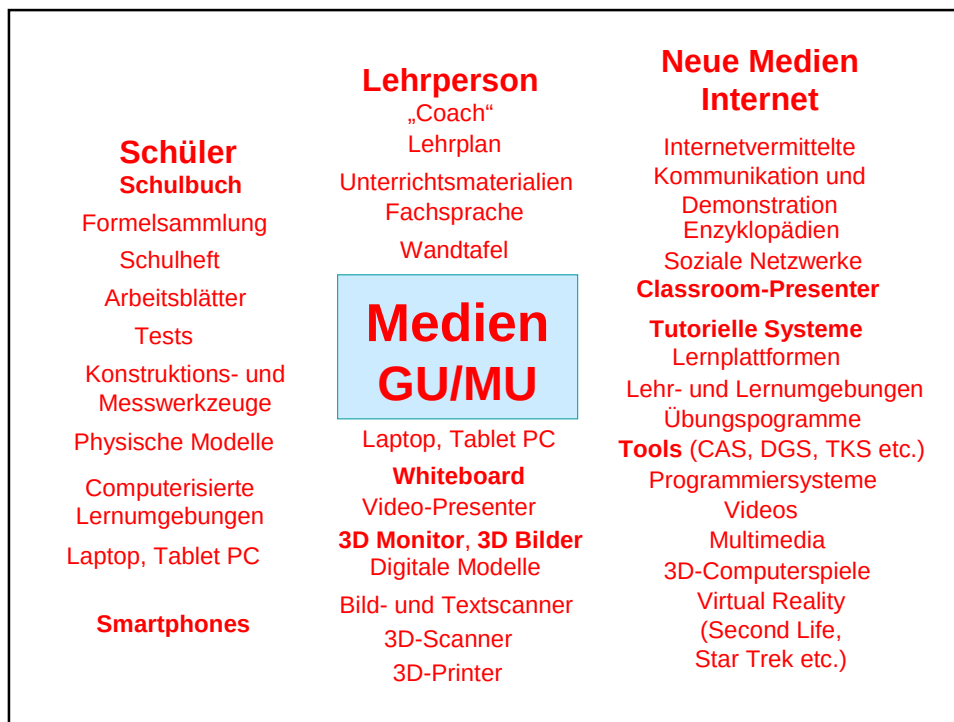
Allgemeine mathematische Kompetenzen im Fach Mathematik (KMK 2004)

Mathematische Leitideen

Common Core State Standards for Mathematics

„Medienkompetenz“





These über das ganzheitliche Lernen

Zu der noch jetzt und wohl auch künftigen Fixierung auf den Bildschirm und die damit verbundene einseitige Beanspruchung des Sehsinns und für die Delegation intellektueller Tätigkeiten an Computerwerkzeuge (Schüler/ Schülerin „lässt“ zeichnen, schneiden, verformen, ..., rechnen, umformen und lösen), ist für einen mehrere bzw. andere Sinne beanspruchenden Ausgleich zu sorgen, z. B. durch:

- Modellbau, Geometrie erfahren
- Geometrisches Skizzieren
- Konstruieren und Messen mit Analog-Instrumenten
- Geometrie mit physischer Manipulation (Mathematikum = Geometrikum?) und mit ganzkörperlichen Aktivitäten.

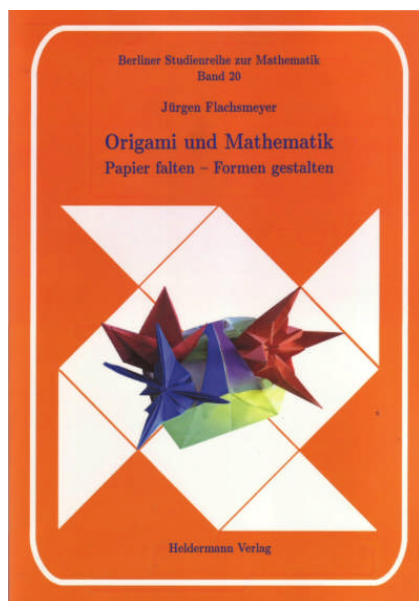
Aber: **Manipulieren und beobachten heißt noch nicht verstehen!**

- Kopfgeometrie, Geometrische Denkaufgaben („Vor dem geistigen Auge!“)

These über eine alternative Aufgabenkultur

Es sind Aufgaben zu behandeln und zu entwickeln, die nicht mit dem Computer lösbar sind!

Eine entsprechende geometrische „Aufgabenkultur“ fehlt.

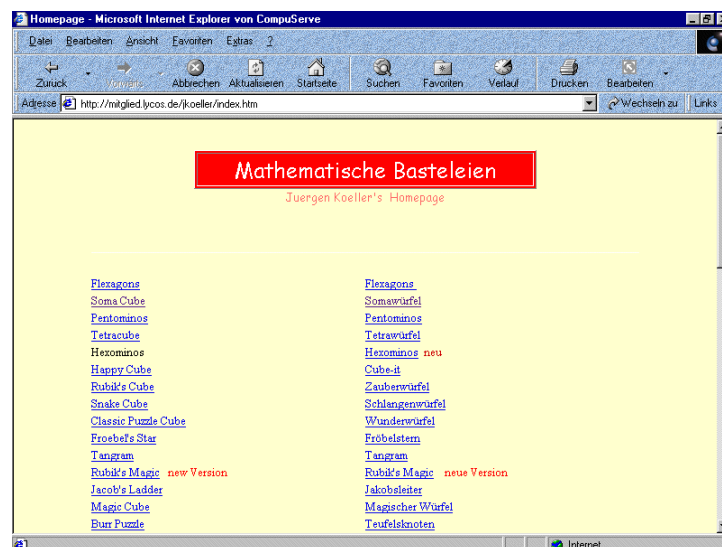


2008



1992

Raumgeometrische Basteleien!



2005, 3. Auflage

Bewertung der physischen Modellierung

Vorteile bei Verwendung der Klickies:	Nachteile bei Verwendung der Klickies
- Man hat was in der Hand „Echte“ räumliche Körper - Räumlich anschaulicher - Anschaulichkeit - Struktur erkennbar - Verbessern die räumliche Vorstellungskraft - Anordnung variabel - Sind schnell zusammenzubauen „Be-greifen“ - Be-Greifen, Anschaulichkeit - Gute Vorstellung durch eigenes Zusammenbauen - Lernen durch eigenes Handeln, Wirken, Konstruieren - Anfassen und Fühlen → Lernen durch Sinneswahrnehmung - Körper durch Anfassen und Eigenbau kennenlerbar - Kreativität wird gefördert - Möglichkeiten und Grenzen sichtbar und greifbar	- Eingeschränkte Variabilität - Falsche Schlussfolgerungen möglich (Konstruierbarkeit) - Zu wenig Einzelteile für jeden - Schwer zusammensetzbar - Begrenzte Zusammensetzbarkeit - Nicht alles baubar

Bewertung der computergrafischen Modellierung

Vorteile bei Verwendung des Computers	Nachteile bei Verwendung des Computers
- Man wird an den PC herangeführt - Jeder kann selbst alles ausprobieren - Körper zerschneidbar - Schnelle Konstruktion des Objekts - Ausleben der uneingeschränkten Kreativität - Körper verkleinerbar / vergrößerbar - Große beliebig variierbar - Mehr Möglichkeiten in weniger Zeit durchführbar - Schritte - Größere Variabilität, nicht nur an Formen festgemacht (Schritte) - Alles geht schneller → ? - Dauerhaft speicherbar - Arbeitsvereinfachung (z. B. Zeichnung von Graphen)	- Einarbeitung notwendig - Man muss das Programm können / verstehen - Problem der Bedienung nicht im Körper - Zuerst Programmerkennnisse aneignen - Man muss meist mehrere Schritte durchführen - Nur 2-dimensionale Darstellung - Verzerrungen bei Körpern in 2D-Fläche - Räumliches Sehen schwer - Nicht räumlich - Räumliche Darstellung nicht gut - Teuer, kann nicht jeder bedienen

BAUWAS

für Windows

Konzept und Betreuung:
Helmut Meschenmoser

Autoren: Manfred Gusen,
Frank Krugmann,
Harald Quentel,
Eberhard Schmidt,
Monika Windhaus

Projektleitung:
Wolfgang Zikoll
Berlin 1998
by MACH MIT e.V

Konstruktionsprogramm zur Entwicklung von Raumvorstellung

Kopieren und Weitergabe an Dritte untersagt! © MACH MIT e.V
cio Marianne Handke, Trachenberggring 8, D 12249 Berlin

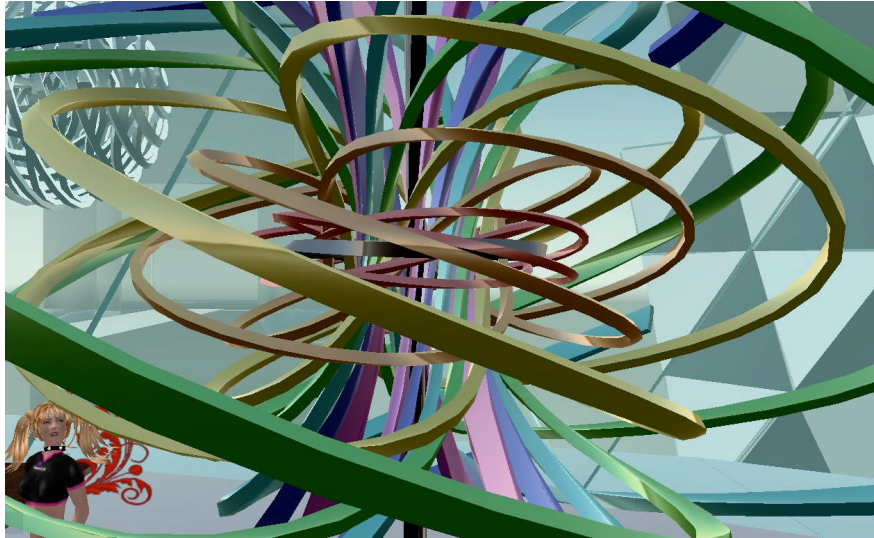
**Softwarekomponente eines Verbundsystems
der drei medienspezifischen Repräsentationsarten:
Physische, Print-, computergrafisches Medium**



These über Multimodale Lernumgebungen

Es sind multimodale Lernumgebungen zu schaffen, in denen sowohl die Vorteile der physischen als auch die Vorteile der neuen Medien zum Tragen kommen.

Der damit verbundene Organisationsaufwand im Unterricht ist beträchtlich.



„Der Geometrielerner agiert als Cybernaut (heute: Avatar) in einer virtuellen Welt der geometrischen Formen z.B. in einer zum Erforschen von Polyedern. Er geht zwischen den Körpern spazieren, betrachtet diese aus der Frosch- oder der Vogelperspektive, klettert auf den Körpern herum, spürt die spitzen Ecken und die scharfen Kanten, rutscht die glatten Körperflächen herunter, dringt in die Körper ein und betrachtet sie von innen; er bewegt die Körper, baut sie zusammen, entfaltet sie in die Ebene, verändert ihre Größe, deformiert sie nach Belieben und nimmt an ihren Operationen vor, z.B. Schnittoperationen oder er 'spielt' selbst einen Körper und 'erlebt' z.B. das Rollen desselben usw.“

Wie wird eine derart im virtuellen Raum repräsentierte Geometrie das 'Bild' von Geometrie bei den Schülern und Schülerinnen prägen?

Wie wird sich ihre Beziehung zu der sie umgebenden real-physischen Welt verändern?

Schumann 1995



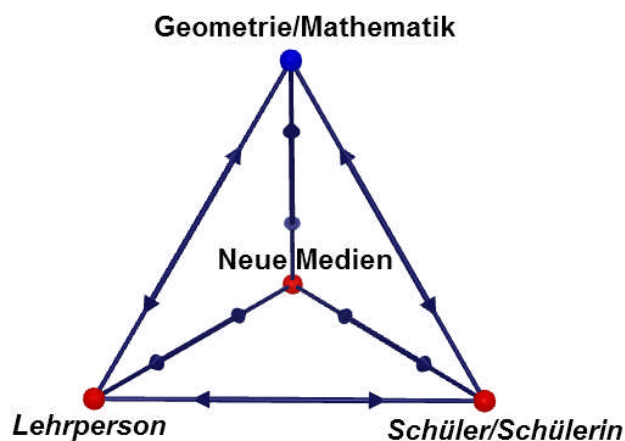
"Es ist schlimm genug," [...], "daß man jetzt nichts mehr für sein ganzes Leben lernen kann. Unsre Vorfahren hielten sich an den Unterricht, den sie in ihrer Jugend empfangen; wir aber müssen jetzt alle fünf Jahre umlernen, wenn wir nicht ganz aus der Mode kommen wollen."

Aus J. W. v. Goethe: „Die Wahlverwandtschaften“

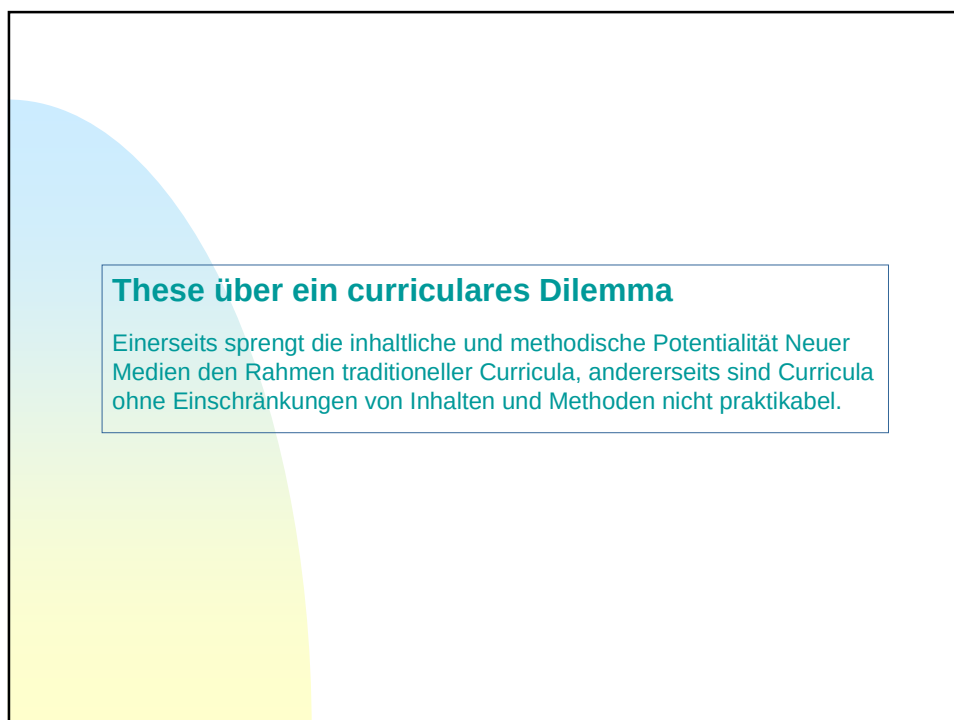
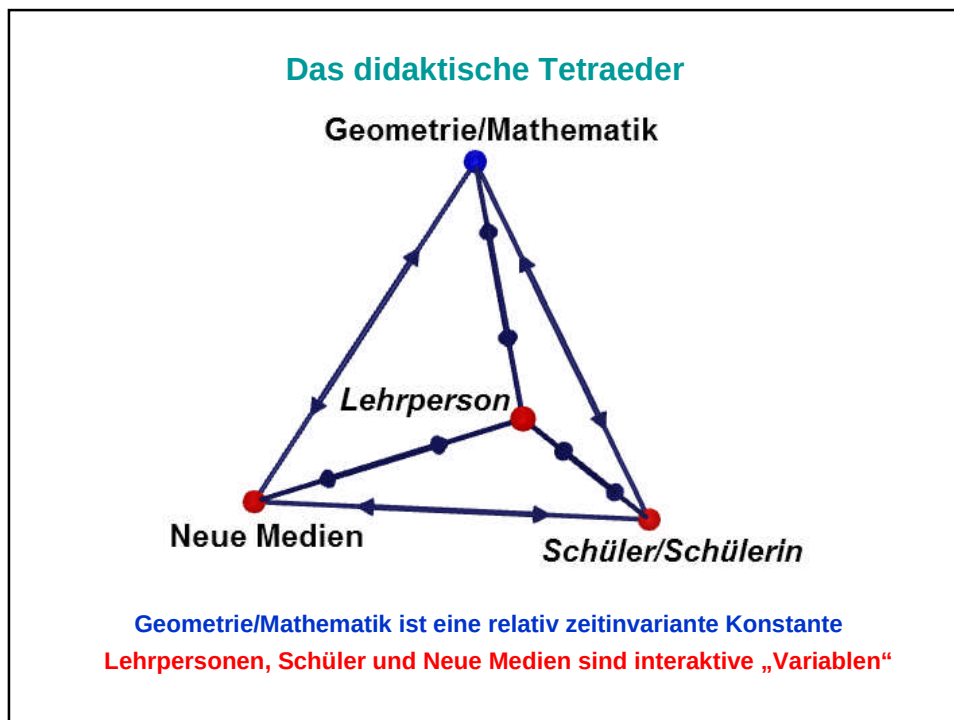
Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



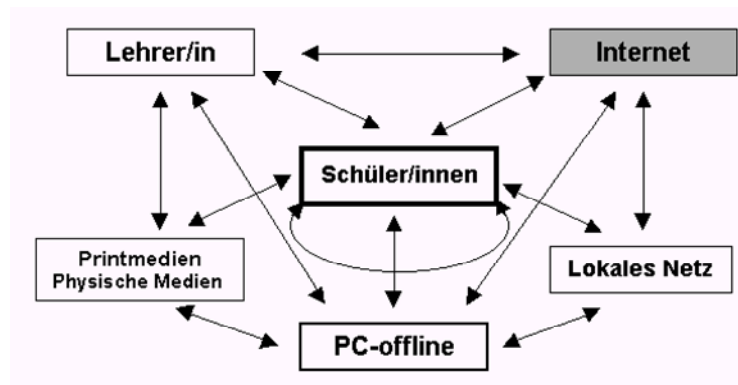
Ergänzung des didaktischen Dreiecks



Neue Medien als potente Mittler zwischen Lehrer und Schüler, Lehrer und Geometrie/Mathematik, Schüler und Geometrie/Mathematik.
„Umwegcharakter“ der Neuen Medien: Erst muss man die Technologie lernen, um die Sache zu lernen.



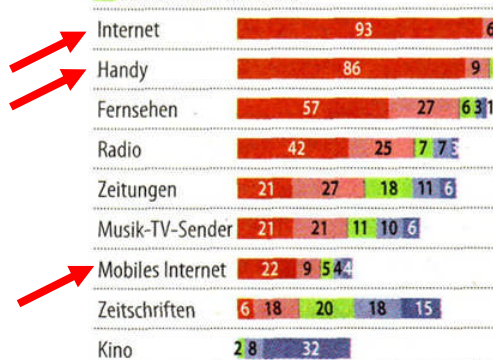
Relative Bedeutung des Internets im Rahmen einer computerintegrierenden Lernumgebung



Wie Jugendliche* Medien nutzen

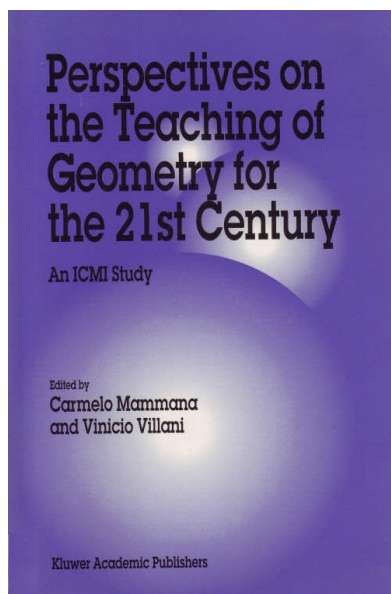
Nutzungshäufigkeit (in Prozent)

■ jeden Tag ■ mehrmals im Monat
■ mehrmals in der Woche ■ etwa einmal im Monat
■ etwa einmal in der Woche



Quelle: VZnet/iq digital

* 14- bis 29-Jährige



1998

These über die nicht absehbare Medientechnologie-Entwicklung

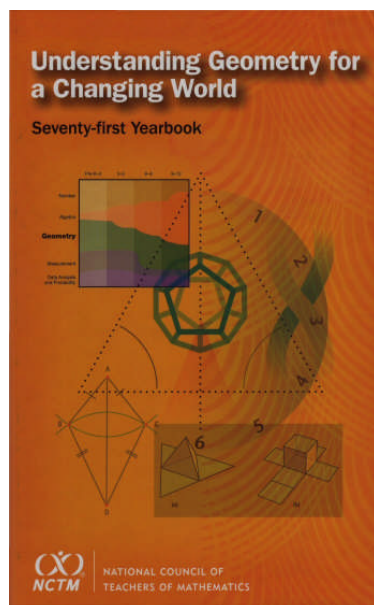
Es waren nicht vorauszusehen:

- Dynamische Raumgeometriesysteme
- Relationale bzw. bidirektionale DGS
- Funktionalität und Bedeutung des Internet.

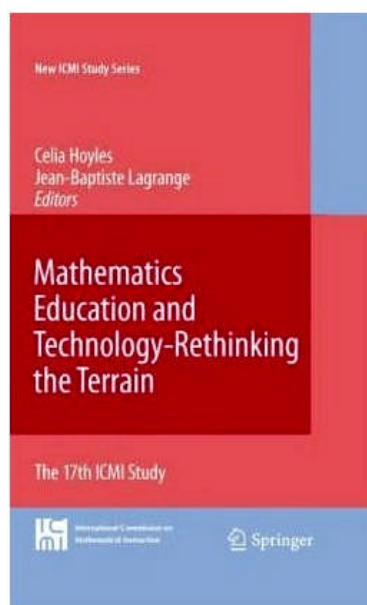
These über die technologische Methodenimplikation

Der jeweilig aktuelle medientechnologische Entwicklungsstand impliziert als NON PLUS ULTRA gepriesene Methoden des Lernens.

Die zahlreichen so medientechnologisch orientierten didaktischen Forschungsergebnisse bleiben nahezu ohne Einfluss auf die Unterrichtspraxis.

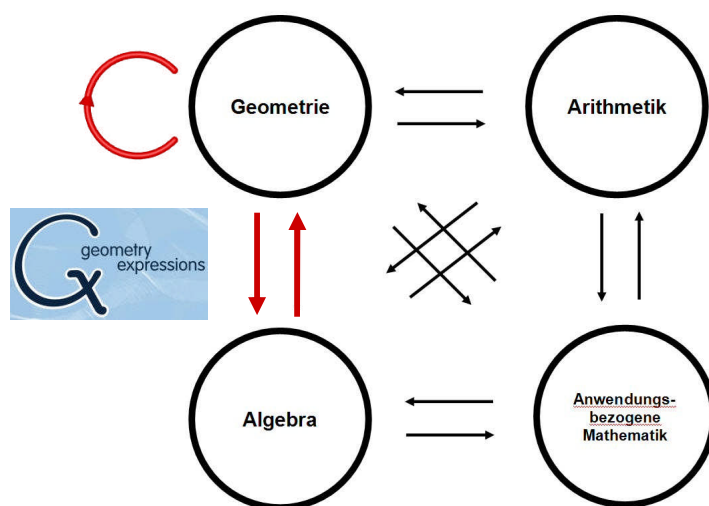


2009

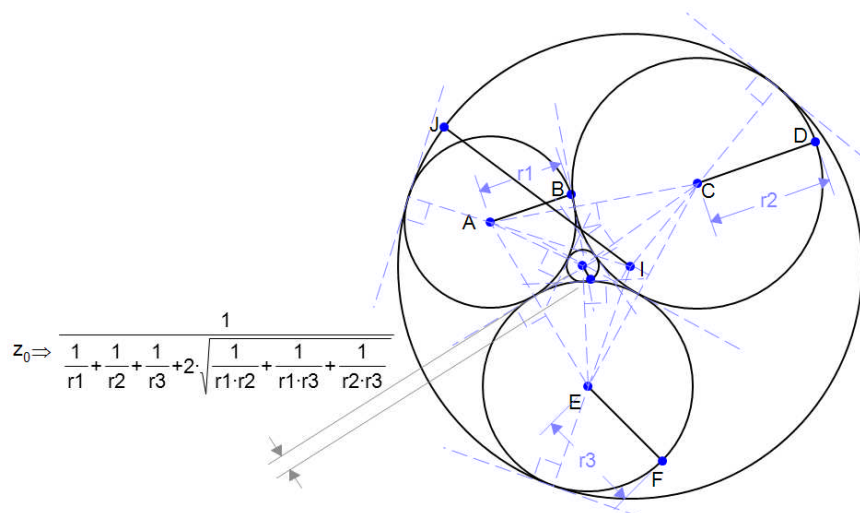


2009

**Die vier interdependenten Stoffbereiche („Stoffsäulen“)
der Schulmathematik in der Sekundarstufe I**



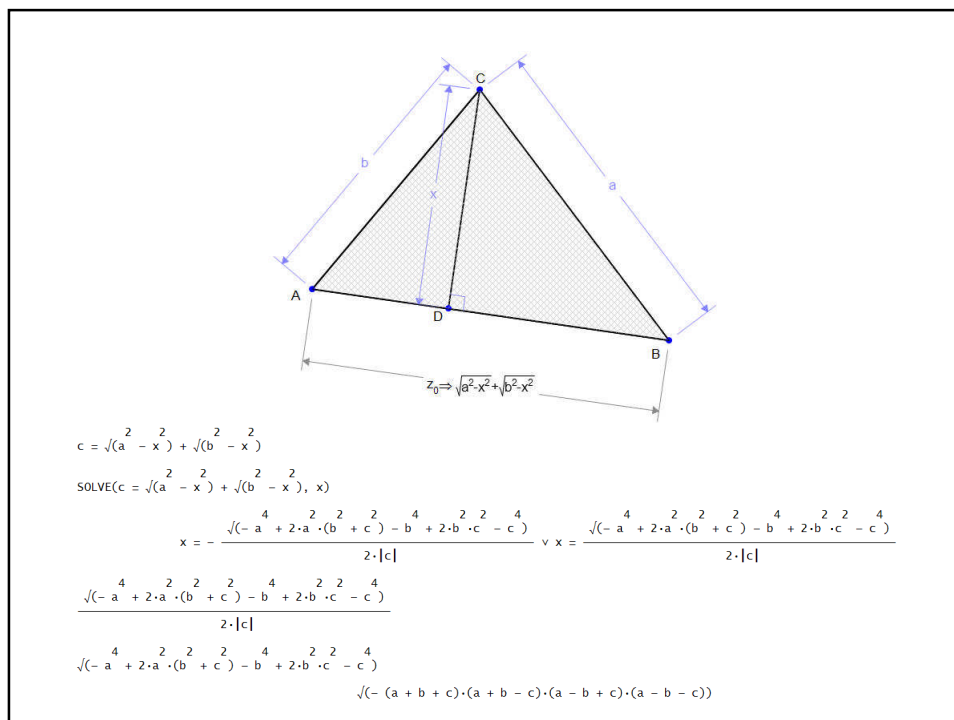
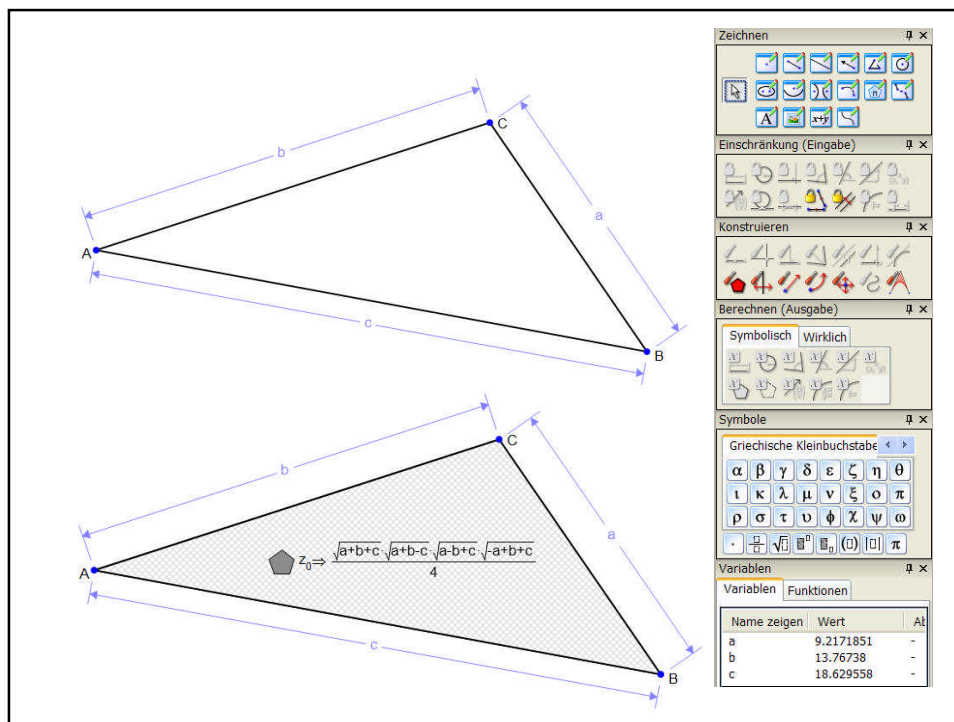
Apollonius lässt grüßen !



“Über die Zukunft des Geometrie-Unterrichts”

Prof. Dr. Heinz Schumann

PH Weingarten



Die Beschränktheit der Nutzung von Computerwerkzeugen

- Wirksames experimentelles und exploratives Arbeiten mit Computerwerkzeugen kann sich erst in einem „offenen“ Unterricht entfalten; diesem steht schon der beschränkte Zeitrahmen entgegen.
- Mit Unterstützung von Computerwerkzeugen lassen sich viele, aber nicht alle geometrischen Probleme lösen.
- Die Nutzung von Computerwerkzeugen kann sich kontrapositiv auf die Entwicklung von Lösungsstrategien beim geometrischen Problemlösen auswirken.
- Es besteht die „Gefahr“, nur solche geometrischen Probleme auszuwählen und zu behandeln, die gut mit Computerwerkzeugen lösbar sind.
- Der Black-Box-Charakter von Computerwerkzeugen induziert Verstehensprobleme.

Wieviele verschiedene Computerwerkzeuge mit unterschiedlichen Oberflächen muss eine Lehrperson/ein Schüler benutzen lernen, um damit Geometrie/Mathematik zu lernen?

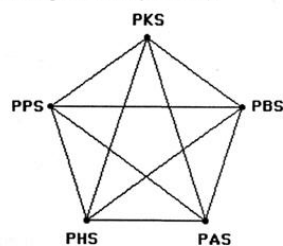
These über Schaffung eines interaktiven Schulgeometrie-Systems

Aus „Schulgeometrisches Konstruieren mit dem Computer“ (Schumann 1991)

Bemerkung 2 (Eine Entwicklungsperspektive für ein planimetrisches Werkzeug):
Wünschenswert aus der Sicht der Gestaltung von Lernumgebungen wäre ein flexibles, interaktives und modulares Werkzeug, das die Bearbeitung aller Gegenstände der (schulischen) Planimetrie zulässt. Einander kompatible System-Module könnten sein (vgl. Schema 11.1):



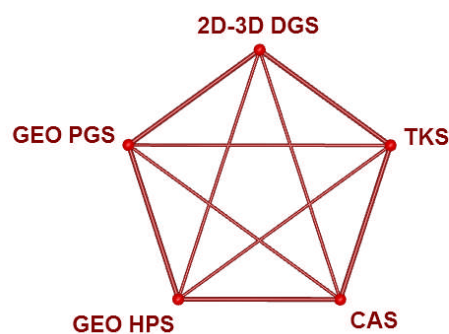
- ein Planimetrisches Konstruktionssystem (optional: menügesteuert/kommandogetrieben)
- ein Planimetrisches Berechnungssystem (numerischer Modul - auch kompatibel mit dem Zug-Modus des Konstruktionssystems)
- ein Planimetrisches Algebrasystem (symbolverarbeitender Modul mit einer Schnittstelle zum Berechnungssystem, der Generalisierungen zulässt)
- ein Planimetrisches Hypothesen-Prüfsystem (etwa im Sinne des "Mechanical Geometry Theorem Proving")
- ein Planimetrisches Programmiersystem (in der Art einer komfortablen grafischen Benutzersprache mit den Ausdrucksmöglichkeiten für die direkte Manipulation grafischer Objekte usw.).



Schema 11.1

S. 119/120

Interaktives Schulgeometrie-System modular und webbasiert



2D-3D DGS: Dynamisches Geometriesystem für die Ebene und den Raum

TKS: Tabellenkalkulationssystem

CAS: Computeralgebra-System mit Numerik- und Grafikkomponente

GEO HPS: Geometrisches Hypothesen-Prüfungssystem

GEO PGS: Geometrisches Programmiersystem

2D-3D DGS mit den üblichen Eigenschaften; auch mit

- optionalem Relations- oder Konstruktionssystem
- Erzeugung von Konfigurationen mit Kommandos aus natürlich-sprachlichen Phrasen
- Konstruktion in Ebene übertragbar auf beliebige Ebene
- Begehrbarkeit Räumlicher Konfigurationen
- Ausgabe von Termen aus Eigenschaftsvariablen geometrischer Objekte
- 3D-Print und 3D-Scan (?)

CAS mit den üblichen Eigenschaften; auch ansatzorientiertes Lösen von geometrischen Berechnungsaufgaben mittels algebraischer Gleichungssysteme

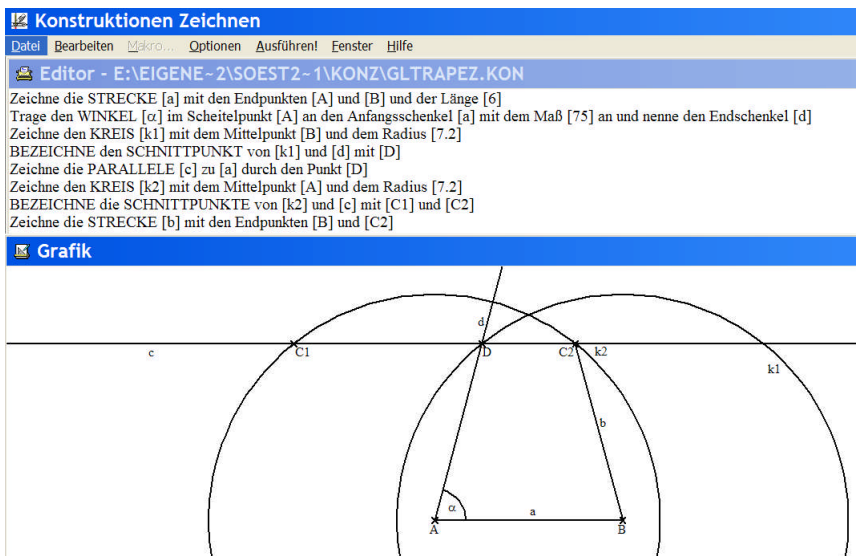
GEO HPS: Überprüfung von konstruktionsrepräsentierten Aussagen mit Methoden des Mechanical Theorem Proving; auch Generierung von Gegenbeispielen

GEO PGS: Objektorientierte Programmierung geometrischer Konfigurationen

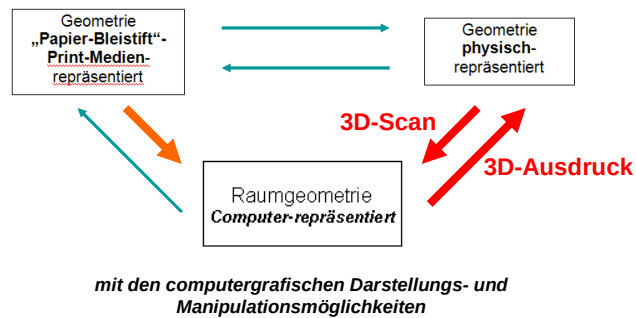
Konfigurierbar für Nutzergruppen (z.B. nach Alter und Leistungsfähigkeit), Einzelprobleme und Problemfelder

Einfaches Autorensystem für die Gestaltung von interaktiven Lernumgebungen

Von der Konstruktionsbeschreibung zur Figur



Verbesserung der Schnittstelle zwischen physisch repräsentierter und computer-repräsentierter Geometrie



Ansatzorientiertes Lösen von Berechnungsaufgabe

Gegeben: $V = 50 \text{ (cm}^3\text{)}$, $O = 100 \text{ (cm}^2\text{)}$. Gesucht: a , h .

Ansatz

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} G \cdot h && \text{(Volumenformel Pyramide)} \\ O &= G + M && \text{(Oberflächenformel Pyramide)} \\ G &= a^2 && \text{(Flächeninhaltsformel Quadrat)} \\ M &= 4 \cdot D && \text{(Flächeninhaltsformel Mantel)} \\ D &= \frac{1}{2} \cdot a \cdot h_D && \text{(Flächeninhaltsformel Dreieck)} \end{aligned}$$

$$h_D^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + h^2 \quad \text{(Satz des Pythagoras)}$$

Auflösen nach a , h ; eliminieren: G , M , D , h_D .

NLoesePositiv $\{V = 50, O = 100,$

$$V = \frac{1}{3} G h,$$

$$O = G + M,$$

$$G = a^2,$$

$$M = 4 D,$$

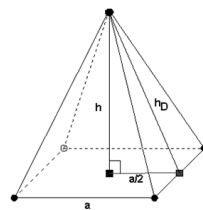
$$D = \frac{a}{2} h_D,$$

$$h_D^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + h^2,$$

$$\{a, h\},$$

$$\{G, M, D, h_D\}]$$

$$\{(h = 3.92375, a = 6.18294), (h = 12.7429, a = 3.43092)\}$$



$$\text{Loese} \left[\left\{ V = \frac{1}{3} G h, \right. \right.$$

$$O = G + M,$$

$$G = a^2,$$

$$M = 4 D,$$

$$D = \frac{a}{2} h_D,$$

$$h_D^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + h^2,$$

$$\{a, h\},$$

$$\{G, M, D, h_D\}]$$

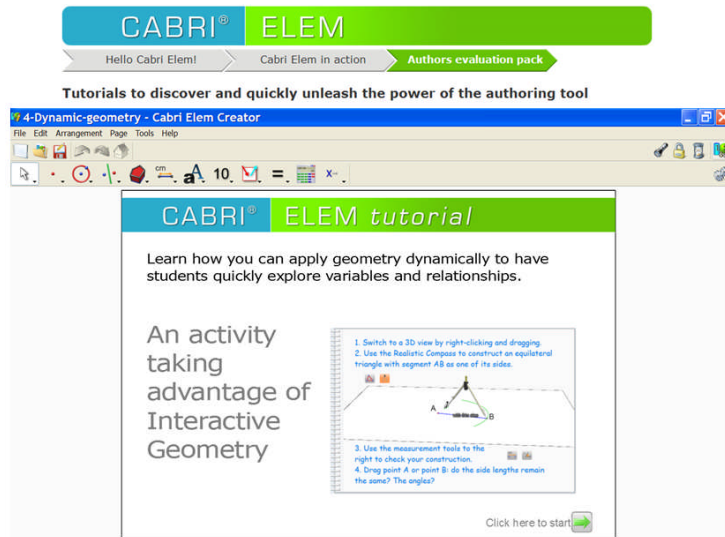
$$\left\{ \left\{ h = \frac{0^4 - \sqrt{0^4 - 2880 \sqrt{2}}}{24 \sqrt{2}}, a = -\frac{\sqrt{0^4 + \sqrt{0^4 - 2880 \sqrt{2}}}}{2 \sqrt{0}} \right\}, \right.$$

$$\left\{ h = \frac{0^4 - \sqrt{0^4 - 2880 \sqrt{2}}}{24 \sqrt{2}}, a = \frac{\sqrt{0^4 + \sqrt{0^4 - 2880 \sqrt{2}}}}{2 \sqrt{0}} \right\},$$

$$\left\{ h = \frac{0^4 + \sqrt{0^4 - 2880 \sqrt{2}}}{24 \sqrt{2}}, a = -\frac{\sqrt{0^4 - \sqrt{0^4 - 2880 \sqrt{2}}}}{2 \sqrt{0}} \right\},$$

$$\left\{ h = \frac{0^4 + \sqrt{0^4 - 2880 \sqrt{2}}}{24 \sqrt{2}}, a = \frac{\sqrt{0^4 - \sqrt{0^4 - 2880 \sqrt{2}}}}{2 \sqrt{0}} \right\} \}$$

Neues Geometrie-Autorensystem



These über die Lerner-Adaptivität und -Kontrolle in tutoriellen Systemen

Es sind tutorielle Systeme für die Geometrie zu entwickeln, die sich, ähnlich wie die Lehrperson, dem aktuellen Kenntnisstand und dem Fehlerverhalten des Lernalters anpassen und lernprozessorientierte Lernkontrollen vornehmen.

Ein Kanon für den Geometrieunterricht in den Sekundarstufen

Leitmotive:

- innermathematischer Beziehungsreichtum
- Bedeutung in Alltag, Wissenschaften, allgemeiner Kultur
- Herausforderung des heuristischen und analytischen Denkens
- ästhetische und historische Aspekte

Alle Inhalte des Winterschen Kanons sind effektiv unterstützbar mit 2D/3D-DGS !

Der Raum ist das Medium des Menschen !

Gründe für den Mangel an Raumgeometrie im GU

- Fehlende bzw. schwierige Darstellungsmöglichkeiten für Raumgeometrie mit traditionellen Medien.
- Traditionelle Einteilung der Geometrie nach den Euklids Elementen in ebene Geometrie (Buch I-VI) und räumliche Geometrie (Buch XI-XIII).
- Die angehenden Lehrpersonen haben selbst fast keine raumgeometrische „Sozialisierung“ in der Schule erfahren.
- Inhalte der Geometrievorlesung für das Lehramt im Wesentlichen auf ebene Geometrie oder n-dimensionale Geometrie beschränkt, falls es überhaupt eine solche Veranstaltung gibt.

Über den Verfall raumgeometrischer Qualifikation (Beispiel 1)

Was ist ein Tetraeder?

- Mathematik, Kl.9 (Bayern), S.168:

"Eine Pyramide, die von vier gleichseitigen Dreiecken begrenzt wird, heißt Tetraeder."

- C.C. Buchner, delta 9, S.178:

"... gerade dreiseitige Pyramide mit lauter gleich langen Kanten ..."

- Cornelsen, Fokus Mathematik 9, S.65:

"Eine dreiseitige Pyramide mit gleichlangen Kanten heißt Tetraeder."

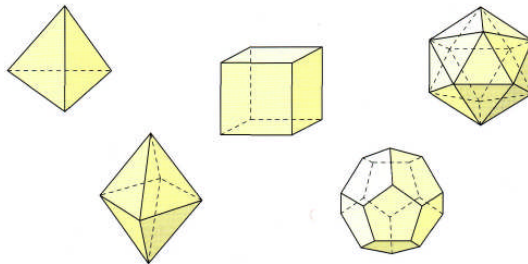
- neuer Lambacher Schweizer Kl.5 (Klett-Verlag), S.85:

"Eine Dreieckspyramide, bei der alle Kanten gleich lang sind, heißt Tetraeder."

Also: Ein Tetraeder (Vierflächner) mit gleichlangen Kanten heißt Tetraeder !!!

Da weint der Geometer und der gebildete Laie wundert sich !

Über den Verfall raumgeometrischer Qualifikation (Beispiel 2)

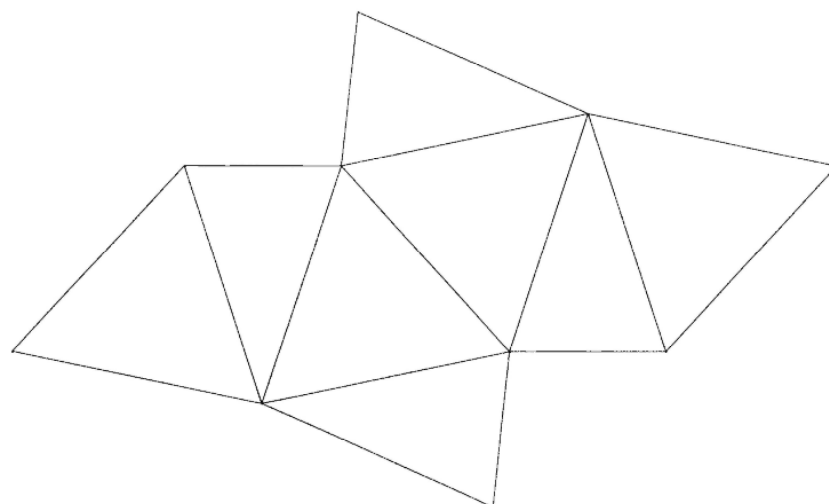


Warum es nur fünf platonische Körper gibt

Kannst du dich noch an die platonischen Körper erinnern? Das sind die Körper, die von gleichen regelmäßigen Vielecken begrenzt werden. An jeder Ecke des Körpers stoßen die Ecken der Begrenzungsflächen zusammen. Damit sich ein Körper ergibt, müssen mindestens drei Vielecke zusammenstoßen. Außerdem muss die Summe der aneinander stoßenden Winkel kleiner als 360° sein, da man sonst kein räumliches Gebilde erhält. Deshalb gibt es auch keine platonischen Körper aus Sechsecken. Drei Sechseckwinkel ergeben nämlich schon 360° . Man kann also drei, vier oder fünf gleichseitige Dreiecke aneinander stoßen lassen (Tetraeder, Oktaeder und Ikosaeder) oder drei Quadrate (Würfel) oder drei regelmäßige Fünfecke (Dodekaeder). Andere Möglichkeiten gibt es nicht.

Über den Verfall raumgeometrischer Qualifikation (Beispiel 3)

**Zu jedem Netz eines konvexen Polyeders
gibt es genau ein solches Polyeder ?**



Intentionen

Themen

Methoden

**NEUE
Medien**

**Welche Änderungen von Methoden, Themen und
Intentionen bewirken die Neuen Medien?**

Klassische raumgeometrische Themen erfahren durch die Nutzung von DRGS eine neue Behandlung und Bewertung im Kontext des Geometrie-Unterrichts:

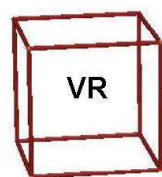
- **Körpergeometrie, insbesondere die Geometrie der Polyeder** (z. B. der Platonischen Körper und ihrer Derivate)
- **Konzept und Lagebeziehungen geometrischer Objekte** (z. B. von Punkten, Geraden, Ebenen)
- **Räumliche Konstruktionsaufgaben** (z. B. mit Planeal und Kugelszirkel oder mit räumlichen Kongruenzabbildungen)
- **Räumliche Abbildungen** (z. B. die Kongruenzabbildungen)
- **Räumliche Analogisierung von Begriffen und Sätzen der ebenen Geometrie** (z. B. die Analogisierung der Dreiecksgeometrie zur Tetraedergeometrie)
- **Räumliche Behandlung der Kegelschnitte** ihrem Namen gemäß
- **Analytische Raumgeometrie** (Aufgabenlösen)
- **Darstellende Geometrie** (z. B. Parallel- und Zentralprojektion)
- **Nichteuklidische Raumgeometrien** (z. B. Kugelgeometrie)



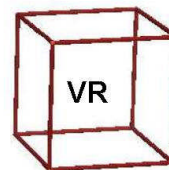
Das Lösen raumgeometrischer Konstruktionsaufgaben

Raumgeometrische
Konstruktionsaufgaben

Raumgeometrische
Konstruktionsaufgaben:
Lösung

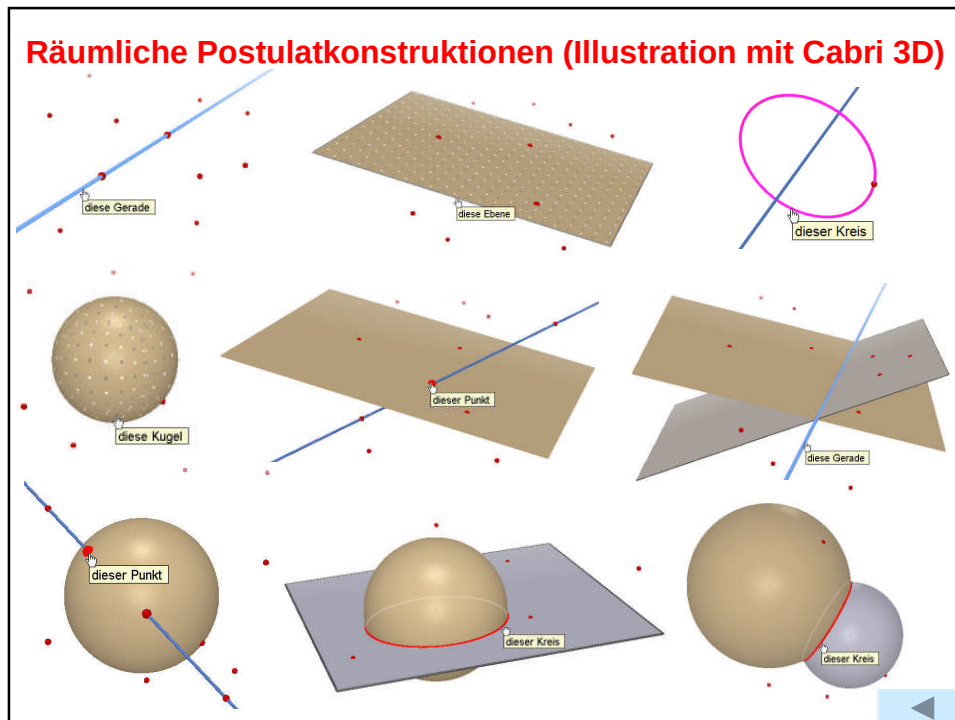


Lösen
mit den
raumgeometrischen
Konstruktions-
werkzeugen



Für raumgeometrisches Konstruieren
gibt es keine Analoginstrumente und
damit keine Primärerfahrung!





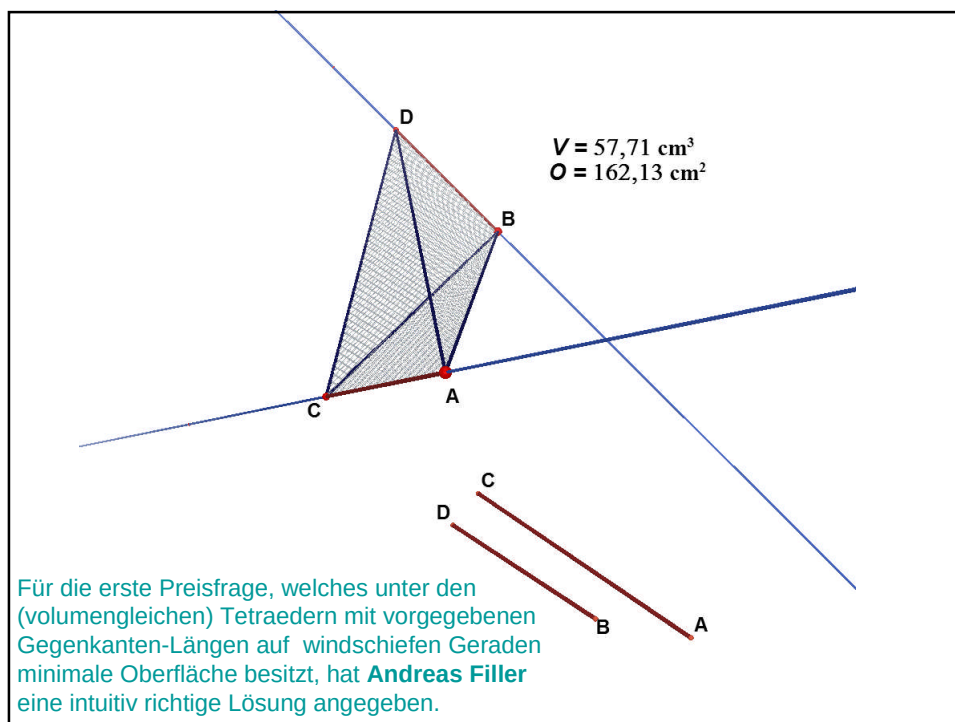
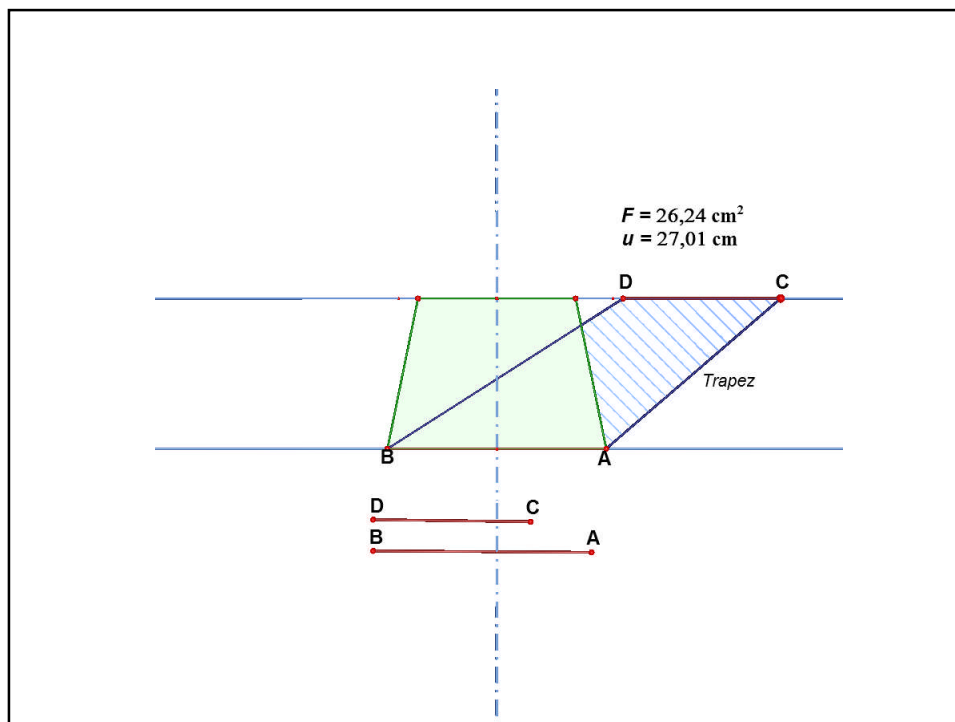
Felix Klein (1849 - 1925)

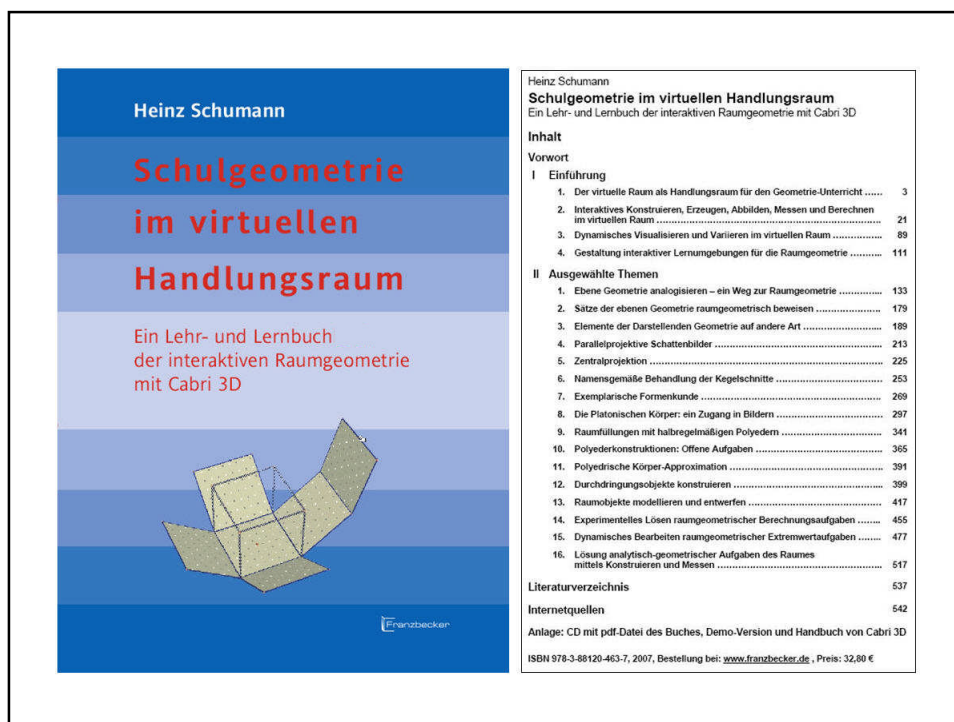
„Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus“ 2. Band, Geometrie, 1. Aufl. 1909!



„Es ist nämlich von altersher auf der Schule wie auf der Universität üblich, erst die Geometrie der Ebene und dann ganz abgesondert davon die des Raumes zu behandeln; dabei kommt die Raumgeometrie aber leider oft zu kurz, und das edle Organ der Raumschauung, das wir von Hause aus besitzen, verkümmert. Demgegenüber wollen die „Fusionisten“ von vornherein **Ebene und Raum gleichzeitig nebeneinander behandeln**, um unser Denken nicht erst künstlich auf zwei Dimensionen zu beschränken.“

Aus: „Einleitung“

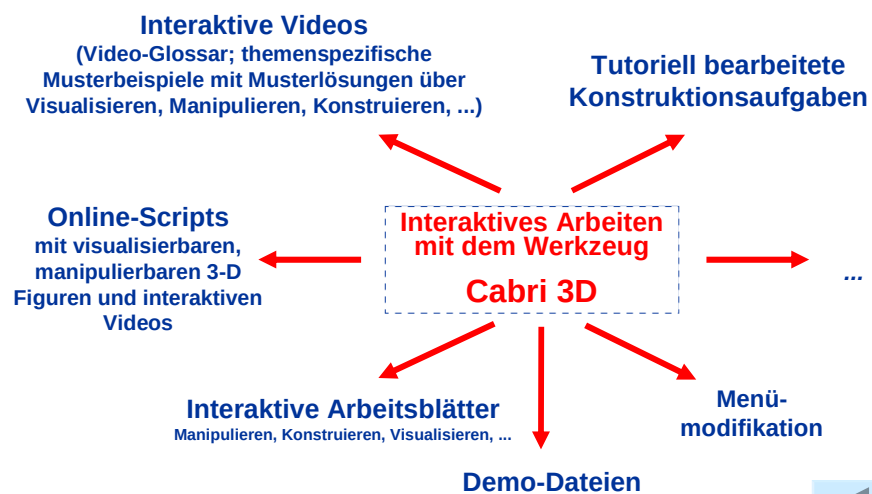






Komponenten einer interaktiven Lernumgebung für die Raumgeometrie

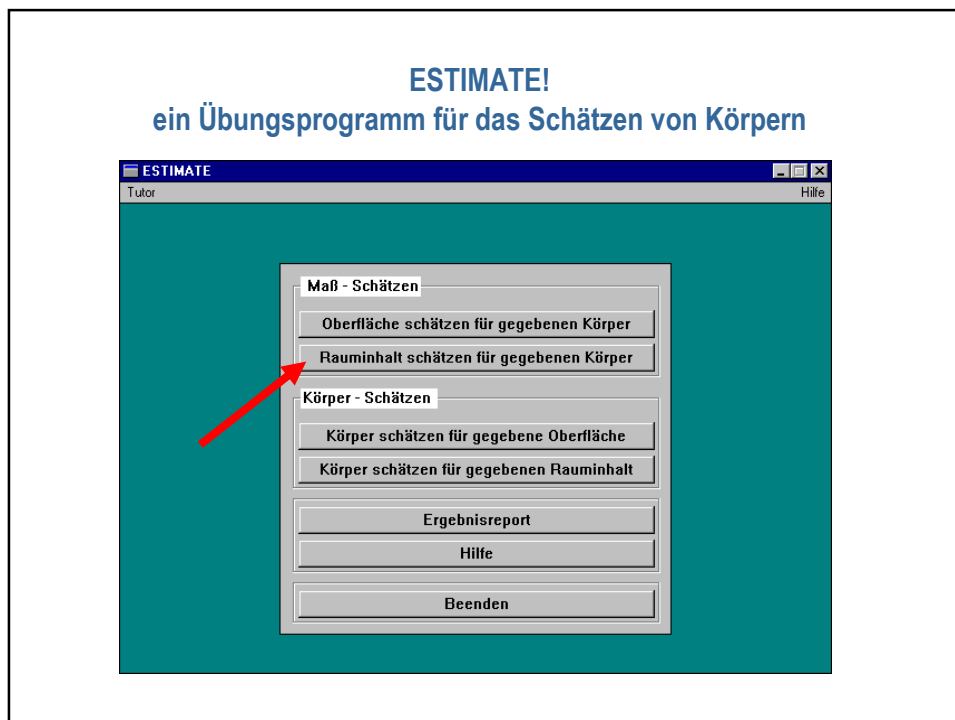
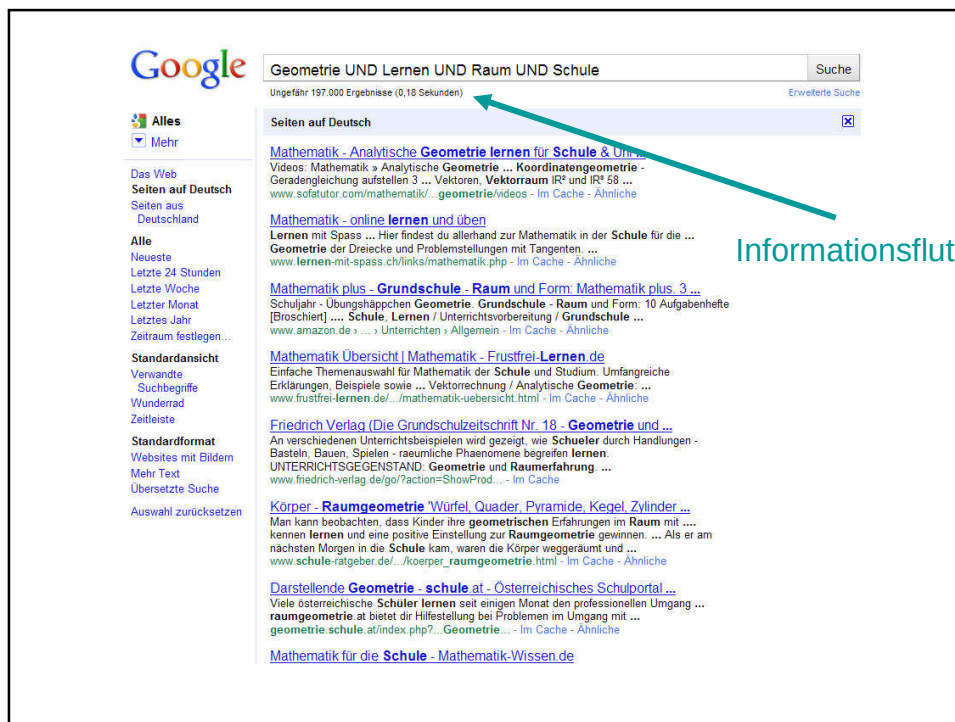
Hilfswerkzeuge: TurboDemo, Screencorder, Mediator, PowerPoint, Cabri Elem, ...

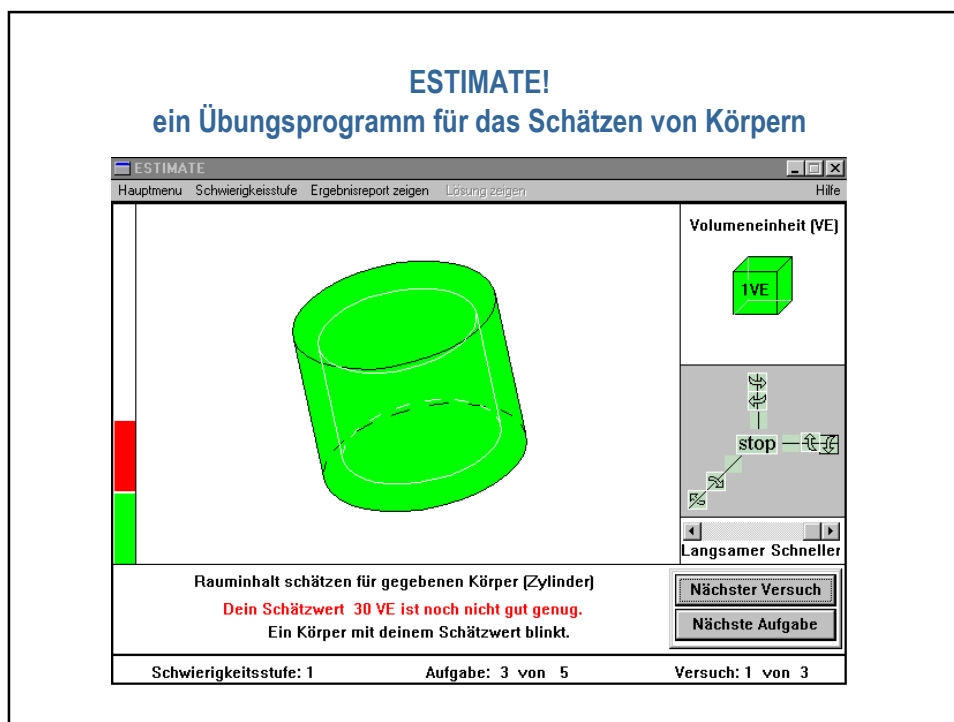


“Über die Zukunft des Geometrie-Unterrichts”

Prof. Dr. Heinz Schumann

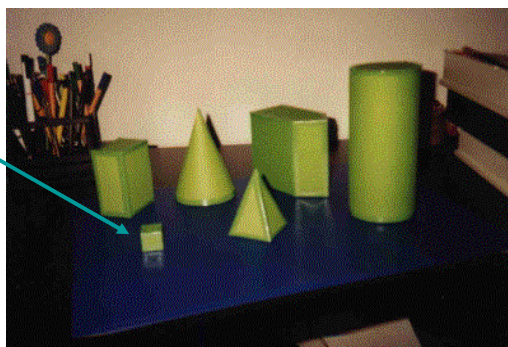
PH Weingarten





Eine Evaluation von Estimate! für das Volumen-Schätzen

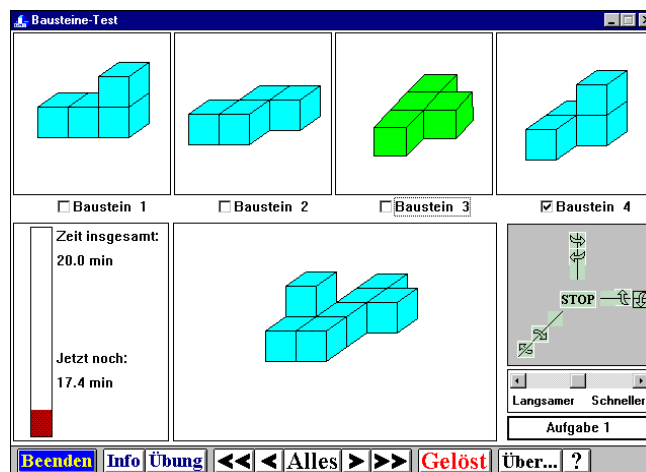
Die fünf Flächenmodelle,
die mit einem Würfel zu
schätzen sind.



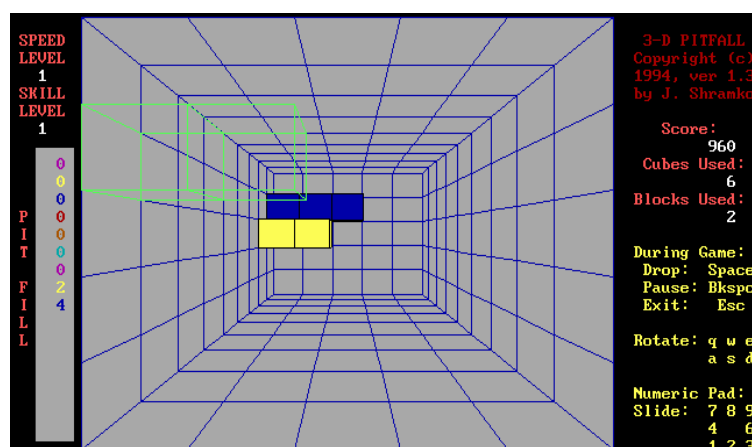
Durch die Übung mit ESTIMATE! wird eine signifikante Verbesserung der Fähigkeit,
das Volumen von physischen Körpern zu schätzen, erreicht.

Siehe „Beiträge zum Mathematikunterricht 2001“, S. 548-551

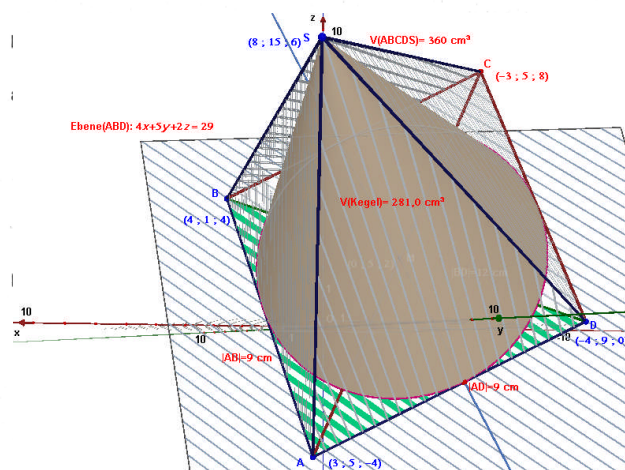
BAUSTEINE-Test



Blockout

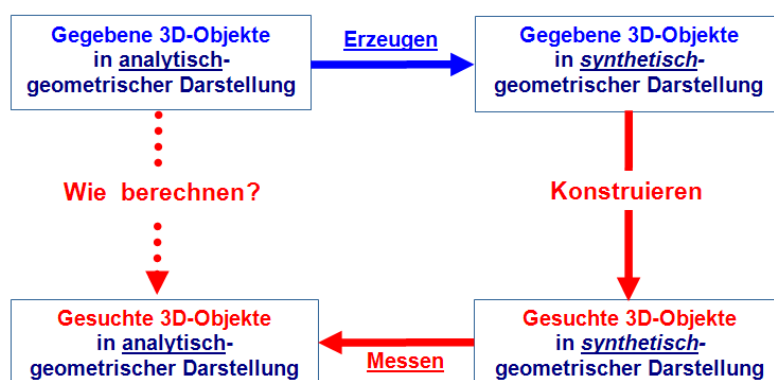


Zur Behandlung von Aufgaben der analytischen Raumgeometrie



Konstruktive Lösung der Berechnungsaufgabe

Konstruktives Lösen von Berechnungsaufgaben



Thesen zur Analytischen Raumgeometrie

These 1

Synthetische Raumgeometrie als Voraussetzung für analytische Raumgeometrie ist mittels Nutzung geeigneter interaktiver 3D-Computergrafik in das Curriculum zu integrieren.

These 2

Die Behandlung der analytischen Raumgeometrie mittels interaktivem Konstruieren und Messen bedarf der Veränderung herkömmlicher und der Entwicklung neuer Aufgaben.

These 3

Das Lösen von Aufgaben der analytischen Raumgeometrie mittels interaktivem Konstruieren und Messen bildet einen neuen Lösungsstandard. – In Form eines Vorkurses kann diese Art des Lösens das vektorielle Lösen vorbereiten.

Mittels Vektorrechnung macht man dann z. B. mit Computer-Algebra transparent, was sich unter der Oberfläche des interaktiven 3D-Tools an analytischer Geometrie beim interaktiven Lösungsvorgang „abspielt“.

Prognose

Unter dem Eindruck beschränkter unterrichtlicher Zeitressourcen und der Schwerpunktsetzung auf Prüfungen durch Tests und der damit verbundenen Reduktion anspruchsvollerer Inhalte des Mathematikunterrichts, ist eine medientechnologische Integration neuer (alter) Raumgeometrie-Themen nicht zu erwarten.

Allenfalls finden solche Themen Verwendung in

- Schulcurricula,
- Projekten,
- individualisierten Leistungsüberprüfungen,
- Facharbeiten

oder bei extra-curricularen Aktivitäten.

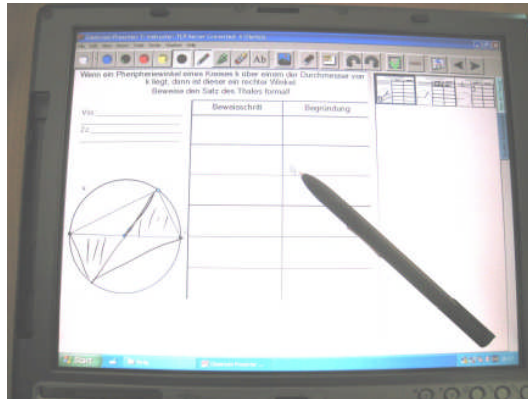


„Schule der Zukunft“ (?)

nach Spannagel, orientiert am Einsatz von **Tablet-PC mit Classroom-Presenter**

<http://cspannagel.wordpress.com/2010/07/23/classroom-presenter-in-...>

Ich bin Serious Comedy Scientist, antiintellektueller Wissenschaftspopulist,
Groupie-Blogger und besser als mein Ruf.



„Jeder Schüler hat einen Bildschirm vor sich auf dem Tisch liegen und bearbeitet die Aufgaben, die der Lehrer vorher über das Netz verteilt hat. Hat jemand eine Frage, so muss er sich nicht mehr bemühen die Aufmerksamkeit des Lehrers durch Heben des Zeigefingers auf sich zu lenken, sondern schreibt diese einfach auf und schickt sie ihm über das Netz zu. Im Zeitalter unserer „Schule der Zukunft“ haben die Schüler also die Möglichkeit anonym Fragen zu stellen, ohne sich vor den Reaktionen der Mitschüler und Lehrer fürchten zu müssen. Sie können sich also mitteilen, ohne Angst zu haben, dass sie jederzeit ausgelacht werden könnten. Außerdem herrscht in der „Schule der Zukunft“ kein Papierchaos mehr, denn mit einem „Klick“ verschickt der Lehrer die Aufgaben digital an seine Schüler. Die Schüler schicken die Lösungen zurück. Jeder kann sich alles auf einem Speichermedium sichern, mit nach Hause nehmen, damit lernen, Aufgaben bearbeiten oder, wer mag, auch einfach ausdrucken und abheften.“

Text: Herausgeber Spannagel

<http://cspannagel.wordpress.com/2010/07/23/classroom-presenter-in-...>

Beispiel „Veranstaltungswiki“: geowiki (PH Heidelberg)



<http://wikis.zum.de/geowiki/index.php/Hauptseite>

These über den Egozentrismus des „computerisierten“ Fachdidaktikers

Der **Fachdidaktiker als permanenter Nutzer neuer Medien** überträgt sein Lernermodell auf Lehrer, Studenten und Schüler mit ihren entsprechend beschränkten Zeit- und Energieressourcen bei deren zusätzlichen Freizeitnutzung digitaler Medien.

Wieviel Zeit ist einem Schüler/einer Schülerin für das Arbeiten mit dem Computer in x Fächern von y Lehrpersonen zumutbar – im Hinblick auf seine/ihre körperliche, intellektuelle und seelische Entwicklung?

Wieviel Zeit ist einer Lehrperson für die Organisation ihres Unterrichts mit dem Computer und das Lernen mit diesem für x Unterrichtsstunden in y Klassen zumutbar?

Wieviel Zeit ist einem Studierenden für die Organisation seiner Lernarbeit mit dem Computer und das Lernen mit diesem für x Lehrveranstaltungen von y Dozenten zuzumuten?

These über die Reduktion des Verstehensanspruchs durch die Nutzung des Internets

Die „SAKE-Methode“

Suchen – Auswählen – Kopieren – Einfügen

Was wird gelernt?

Was bedeutet die Verinnerlichung eines Lerngegenstands?

Wer kontrolliert die Richtigkeit der Lernergebnisse?

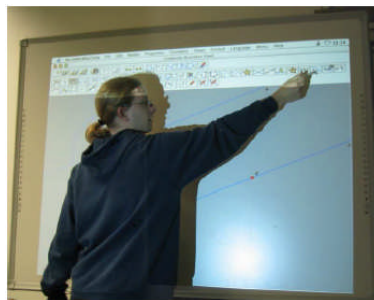
Kritische Gesichtspunkte zum Einsatz des „Computers“

- Durch den Einsatz des „Computers“ lassen sich immer nur bestimmte Lehrfunktionen und Lernprozesse optimieren und nicht das Lehren und Lernen als Ganzes. (Man denke nur an den Unterschied von Primär- und Sekundärerfahrung!) Unterrichtsmedien und somit auch Unterrichtssoftware, müssen sich sowohl untereinander als auch mit anderen Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung ergänzen (z. B. multimodales Lernen).
- Der Lern- und Lehrprozess ist wesentlich auf Interaktions- und Kommunikationsformen physischer Präsenz angewiesen. Der Einsatz des „Computers“ kann diese nicht ersetzen (man denke nur an die sensorische Beschränktheit des „Computers“!); dieser muss deshalb in personale Unterrichtsformen eingebettet werden.
- Der Einsatz von Unterrichtssoftware setzt in der Regel die Übernahme unterrichtlicher Entscheidungen über Ziele, Inhalte und Methoden voraus. Dies engt u. U. den Entscheidungsspielraum und den Gestaltungsspielraum von Lehrern und Schülern ein und birgt die Gefahr einer Fremdbestimmung des Unterrichts in sich.
- Das Erlernen der (zwangsläufig) nicht standardisierten Benutzeroberflächen unterschiedlicher Programme ist für die Schüler ein Hindernis bei der eigentlichen Lernarbeit.
- Ein extensiver Computereinsatz kann die physische und psychische Gesundheit der Schüler und Schülerinnen gefährden.

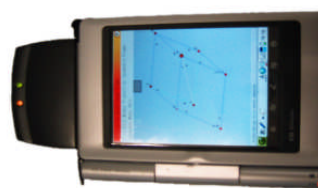
Kritisches über multimediale Lernumgebungen

Nach allem, was wir heute wissen, ist die Kombination von anschaulicher Präsentation und aktiver Analyse der Information entscheidend. Es ist bekannt, dass Wissen von den Lernenden mit Mühe aufgebaut werden muss, wenn es zu gründlicher Einprägung und tieferem Verstehen kommen soll. Auch multimediale Lernumgebungen sind kein Lehr- und Lernmedium, das den Lernerfolg in jedem Falle verbürgt. Wie bei allen anderen Lehrmitteln und Lehrmethoden auch, kommt es sehr darauf an, wie sie verwendet werden und wie sie im einzelnen angelegt sind, auf ihr „Design“, wie man heute zu sagen pflegt.

Whiteboard und Tablet PC mit Stift- und Fingerbedienung

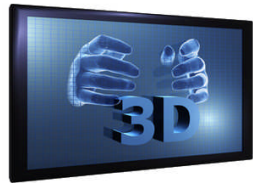


These: Die Kongruenz der Mediennutzung Lehrer – Schüler ist gewährleistet, wenn jeder Schüler einen Tablet PC hat.



Die Welt der Geometrie in 3D

3D-Monitore, 3D-Brillen, 3D-Beamer, 3D-Whiteboard, 3D-Fernsehen, 3D-Digis
Echtzeit-Umwandlung von 2D- in 3D-Darstellungen



Die 3D-Interpretation von 2D-Darstellungen als intellektuelle Leistung ist überflüssig. – Verlust einer Trainingsmöglichkeit für die Raumvorstellung?

Was trägt die verbesserte Wahrnehmung räumlicher Objekte zum besseren Lernen von Geometrie bei?

Plastisch sehen, heißt nicht unbedingt besser verstehen!

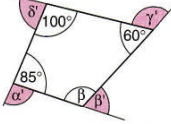
These über den Begründungenverlust durch geometrische Phänomenologie

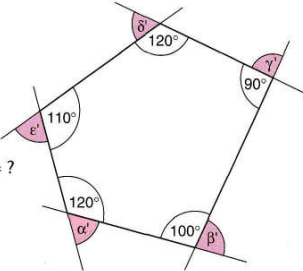
Die computergrafische Bildproduktion geometrischer Phänomene stärkt die geometrische Phänomenologie, schwächt aber den Anspruch auf eine Begründung dieser Phänomene.

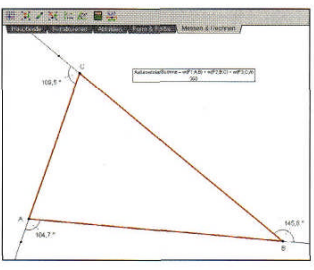
3 Winkel und besondere Linien bei ebenen Figuren (und Körpern)

Übungen

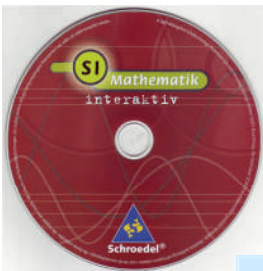
24 Eine erstaunliche Feststellung?!



$$\alpha' + \beta' + \gamma' + \delta' = ?$$


$$\alpha' + \beta' + \gamma' + \delta' + \epsilon' = ?$$


25 Die Summe der Außenwinkel lässt sich auch mithilfe eines DGS untersuchen. Untersuche außer Dreiecken auch Vier- und Fünfecke.

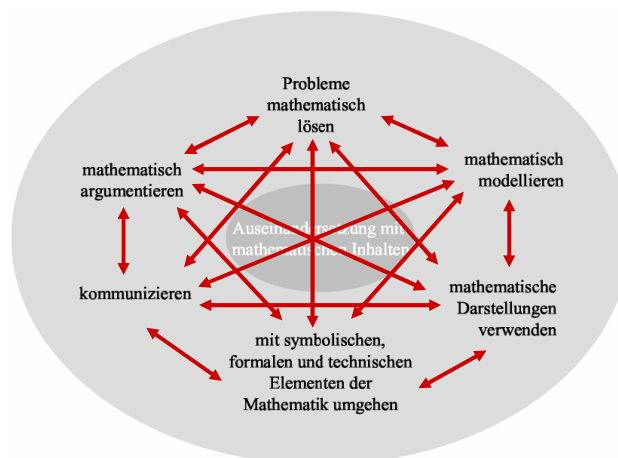


These: Neben dem Schulbuch für den GU/MU als Printmedium muss das **digitale Schulbuch** als **Hypertext** mit **Videos**, **interaktiver Grafik** etc. eingeführt werden.

Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss, KMK 2003

Allgemeine mathematischen Kompetenzen

als Intentionen für dispositives Verhalten der Schüler und Schülerinnen?



<http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/bildungsstandards.htm>

Mathematische Leitideen

Neben den *allgemeinen mathematischen Kompetenzen* werden *Standards für inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen* definiert. Diese sind jeweils *ausgewählten (?) mathematischen Leitideen* zugeordnet, um Verständnis von *grundlegenden mathematischen Konzepten (?)* zu erreichen. Besonderheiten mathematischen Denkens zu verdeutlichen sowie Bedeutung und Funktion der Mathematik für die Gestaltung und Erkenntnis der Welt erfahren zu lassen.

Folgende mathematische Leitideen sind zu Grunde gelegt:

- Zahl
- Messen
- Raum und Form
- Funktionaler Zusammenhang
- Daten und Zufall.



Leitidee „Messen und Berechnen“

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen das Grundprinzip des Messens, insbesondere bei der *Längen-, Flächen- und Volumenmessung*, auch in Naturwissenschaften und in anderen Bereichen,
- wählen *Einheiten von Größen* situationsgerecht aus (insbesondere für Zeit, Masse, Geld, *Länge, Fläche, Volumen und Winkel*),
- schätzen Größen mit Hilfe von Vorstellungen über geeignete Repräsentanten,
- berechnen Flächeninhalt und Umfang von Rechteck, Dreieck und Kreis sowie daraus zusammengesetzten Figuren,
- berechnen Volumen und Oberflächeninhalt von Prisma, Pyramide, Zylinder, Kegel und Kugel sowie daraus zusammengesetzten Körpern,
- berechnen Streckenlängen und Winkelgrößen, auch unter Nutzung von *trigonometrischen Beziehungen und Ähnlichkeitsbeziehungen*,
- nehmen in ihrer Umwelt gezielt Messungen vor, entnehmen Maßangaben aus Quellenmaterial, führen damit Berechnungen durch und bewerten die Ergebnisse sowie den gewählten Weg in Bezug auf die Sachsituation.

Leitidee „Raum und Form“

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen und beschreiben geometrische Strukturen in der Umwelt,
- operieren gedanklich mit Strecken, Flächen und **Körpern**,
- stellen geometrische Figuren im kartesischen Koordinatensystem dar,
- **stellen Körper (z. B. als Netz, Schrägbild oder Modell) dar und erkennen Körper aus ihren entsprechenden Darstellungen**,
- **analysieren und klassifizieren geometrische Objekte der Ebene und des Raumes**,
- beschreiben und begründen Eigenschaften und Beziehungen geometrischer Objekte (wie Symmetrie, Kongruenz, Ähnlichkeit, Lagebeziehungen) und nutzen diese im Rahmen des Problemlösens zur Analyse von Sachzusammenhängen,
- wenden Sätze der ebenen Geometrie bei Konstruktionen, **Berechnungen** und Beweisen an, insbesondere den Satz des Pythagoras und den Satz des Thales,
- zeichnen und konstruieren geometrische Figuren unter Verwendung angemessener Hilfsmittel
wie Zirkel, Lineal, Geodreieck **oder dynamischer Geometriesoftware**,
- untersuchen Fragen der Lösbarkeit und Lösungsvielfalt von Konstruktionsaufgaben und formulieren diesbezüglich Aussagen,
- setzen **geeignete Hilfsmittel beim explorativen Arbeiten und Problemlösen** ein.

Was bedeutet „Raum“ und was „Form“ ?

Wo kommt hier „Form“ vor ?

Common Core State Standards for Mathematics

Geometry Overview Highschool grade 10

Congruence

- Experiment with transformations in the plane
- Understand congruence in terms of rigid motions

- Prove geometric theorems
- Make geometric constructions

Similarity, Right Triangles, and Trigonometry

- Understand similarity in terms of similarity transformations
- Prove theorems involving similarity
- Define trigonometric ratios and solve problems involving right triangles
- Apply trigonometry to general triangles

Circles

- Understand and apply theorems about circles
- Find arc lengths and areas of sectors of circles

Expressing Geometric Properties with Equations

- Translate between the geometric description and the equation for a conic section
- Use coordinates to prove simple geometric theorems algebraically

Geometric Measurement and Dimension

- Explain volume formulas and use them to solve problems
- Visualize relationships between two-dimensional and three-dimensional objects

Modeling with Geometry

- Apply geometric concepts in modeling situations

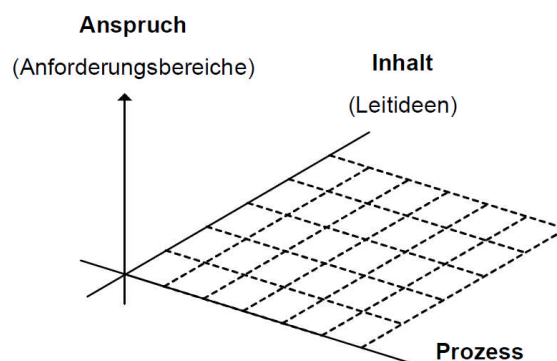
Mathematical Practices

1. Apply geometric concepts in modeling situations
2. Mathematical Practices
3. Make sense of problems and persevere in solving them.
4. Reason abstractly and quantitatively.
5. Construct viable arguments and critique the reasoning of others.
6. Model with mathematics.
7. Use appropriate tools strategically.
8. Attend to precision.
9. Look for and make use of structure.
10. Look for and express regularity in repeated reasoning.



Institut zur Qualitätsentwicklung
im Bildungswesen

Kompetenzmodell der Bildungsstandards für das Fach Mathematik in der Sekundarstufe I (Mittlerer Schulabschluss)



Allgemeine Kompetenzen werden zum Prozess? (Kompetenzen)

So einfach geht's ?

Achtung: Bitte für jedes Merkmal mindestens ein Kästchen ankreuzen!

Implementationsaufgaben für Mathematik Sek I

Klassen	Leitideen	Anforderungsbereich
☐ Alle	☐ Alle	☒ Alle
☐ Klassen 5-6	☐ L1 Zahl	☐ AB I Reproduzieren
☐ Klassen 7-8	☐ L2 Messen	☐ AB II Zusammenhänge herstellen
☒ Klasse 9	☒ L3 Raum und Form	☐ AB III Verallgemeinern und Reflektieren
☐ Klasse 10	☐ L4 Funktionaler Zusammenhang	
	☐ L5 Daten und Zufall	

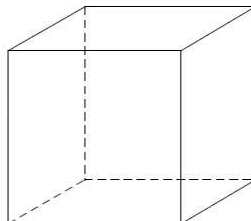
Allgemeine Kompetenzen	
☒	K1 Mathematisch argumentieren
☐	K2 Probleme mathematisch lösen
☐	K3 Mathematisch modellieren
☐	K4 Mathematische Darstellungen verwenden
☐	K5 Mit Mathematik symbolisch/ formal/ technisch umgehen
☐	K6 Mathematisch kommunizieren

Mehrfaches Ankreuzen bedeutet, dass die gesuchten Items ALLE angekreuzten Kompetenzen ansprechen müssen (UND-Verknüpfung). Wenn es ausreicht, dass eine der angekreuzten Kompetenzen zutrifft, dann markieren Sie dieses Kästchen: ☐ (ODER-Verknüpfung)!

Suche starten!

Aufgabe 26: Würfel erforschen

Gegeben ist ein Würfel mit 4 cm Kantenlänge.



Aufgabe 26.1: Würfel erforschen

Berechne das Volumen.

M2404601a

Aufgabe 26.2: Würfel erforschen

Berechne den Oberflächeninhalt.

M2404602a

Vergleichsarbeiten Klasse 8 (VERA2 2009)

Prognose

Die kompetenzorientierte und mechanistische Lösung des Curriculumproblems hat keine zeitüberdauernde Perspektive; ihr wird es ähnlich wie der lernziel-orientierten Lösung ergehen.

These über das Curriculum-Problem

Es stellt sich das Problem einer Curriculum-Formulierung, in denen der die Zeitmoden überdauernde Gehalt an Geometrie/Mathematik zum Ausdruck kommt und die Intentionen, Themen, Medien und Methodenvorschläge gleichermaßen beinhaltet.



Über „Selbstgesteuertes Lernen“

Moser, Urs et al.: „**Schule auf dem Prüfstand – Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der TIMSS**“.

Chur/Zürich 1997, S. 201-203

Selbstgesteuertes Lernen in den Klassenstufen 7/8 in traditionellen Lernumgebungen erzielen schlechtere Ergebnisse hinsichtlich

- der kognitiven Leistungen,
- der Selbstwirksamkeit,
- des Interesses am Fach Mathematik.

These über die Bedeutung der Lehrkraft

Die Lehrkraft mit ihrer fachlichen, fachdidaktischen, mediendidaktischen und pädagogischen Kompetenz ist und bleibt die wesentliche Variable für den Unterrichtserfolg.

Die Lehrperson ist das intellektuelle Vorbild in der Auseinandersetzung mit Geometrie/Mathematik.



Zur Ideologie des „selbstgesteuerten Lernens“ im GU/MU

„Während viele ‚neue Lerntheorien‘ die Bedeutung der intrinsischen Motivation und die aktive, konstruktive und selbständige Rolle des Lernenden betonen und dem Lehrenden nur noch eine anregende, beratende und moderierende Funktion zuschreiben, zeigen praktisch alle verfügbaren Unterrichtsstudien die Wichtigkeit einer lehrergesteuerten, aufgabenorientierten und effektiven Instruktion.“ (Weinert 1996)

Über „selbstgesteuertes“ Lernen ...

„Die Position, dass die Aktivität der Schülerinnen und Schüler nicht durch die Außenwelt angeregt und direkt beeinflusst werden kann und mathematisches Wissen nur in der selbstgesteuerten, aktiven Auseinandersetzung mit mathematischen Anforderungssituationen konstruiert werden können, ist nicht haltbar. Nicht zuletzt aus internationalen und kulturvergleichenden Studien ist bekannt, dass der Darbietung von Lernaufgaben der Erläuterung von mathematischen Prinzipien, wie dies im ostasiatischen Mathematikunterricht gepflegt wird, eine besondere Bedeutung zukommt.“

(Aus Moser, Urs et al. „Schule auf dem Prüfstand – Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der TIMSS“. Chur/Zürich 1997, S. 201-203)