

Das Potential mathematischer Experimente – mit Hand, Kopf und Herz

Albrecht Beutelspacher
Mathematikum Giessen
www.mathematikum.de

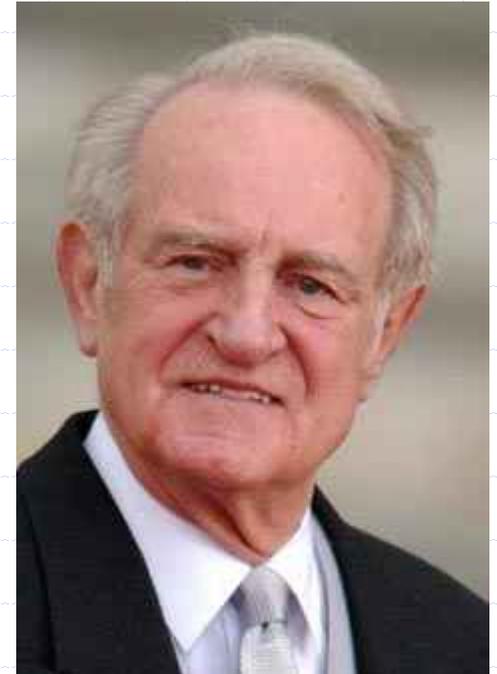


Mathematikum in Giessen



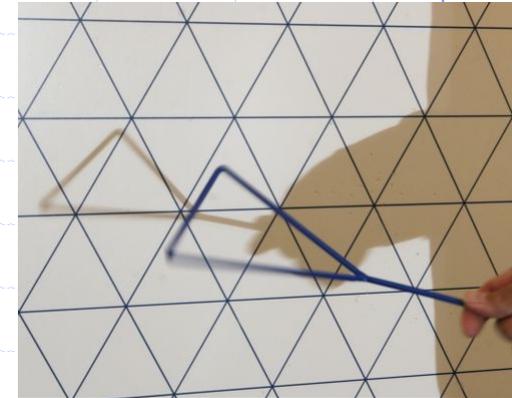
Mathematikum: Mathematik für alle!

- ◆ Das erste mathematische Mitmachmuseum (science center) der Welt
- ◆ Eröffnung am 19.11.2002 durch Bundespräsident Johannes Rau:
 - "Mathematik kann Spaß machen. Das habe ich hier erfahren."
- ◆ Erfolgsgeschichte: Ende 2019 werden es 2.222.222 Besucher sein.



Mathematikum: Die Idee

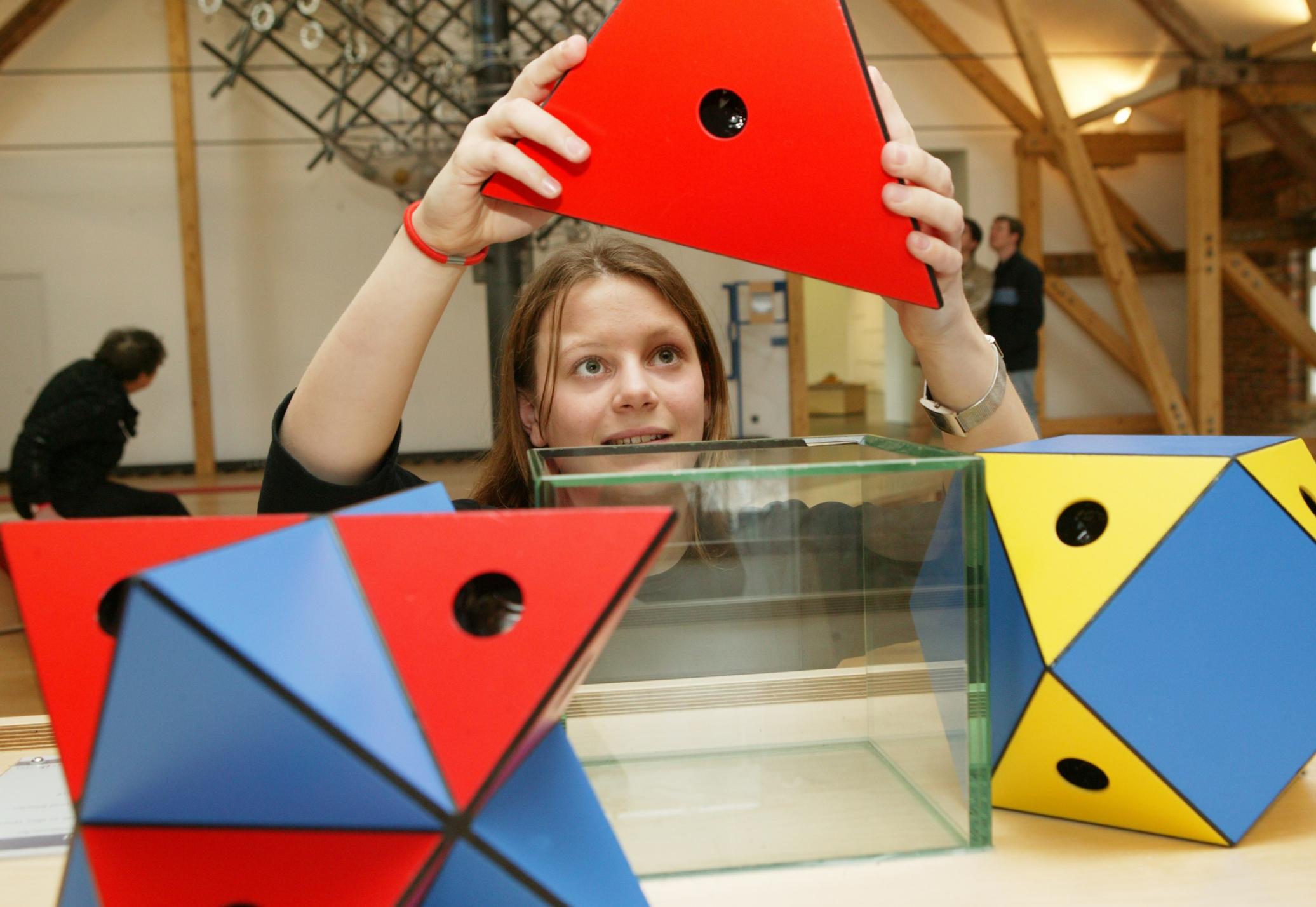
Interaktive Exponate + Besucher
= Erfahrung, Verstehen, gute Laune



Mathematikum: Fakten

- ◆ 200 interaktive Experimente auf 1200 qm
- ◆ Jeden Tag geöffnet (außer 24., 25., 31. Dezember)
- ◆ Etwa 120.000 Besucher pro Jahr
 - Schulklassen (40%). Privatbesucher, v.a. Familien
- ◆ Qualität der Besuche
 - lange Besuche
 - Besucher kommen wieder
- ◆ Eintrittspreise: 9 €, ermäßigt 6 €, Familie 18 €
- ◆ Ausgeglichener Haushalt





Tetraeder im Würfel: Fragen

- ◆ Welchen Anteil am Volumen des Würfels hat das Tetraeder?
- ◆ Gibt es zu jedem Dreieck Δ ein (allgemeines) Tetraeder mit Seitenflächen kongruent zu Δ ?
- ◆ Kann man die sechs Seitenlängen für ein (allgemeines) Tetraeder vorgeben?
- ◆ Studiere (allgemeine) Tetraeder, die in einen Quader passen.
 - Beispiele, Rekonstruktion des Quaders
 - Volumen
 - Charakterisierung?







Die Seidenspinne ist ein Insekt, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt. Sie ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Eigenschaften des Seidenspinners

- Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.
- Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.

Der Seidenspinner ist ein Tier, das aus der Klasse der Spinnentiere (Arachnida) stammt.



Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.



Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

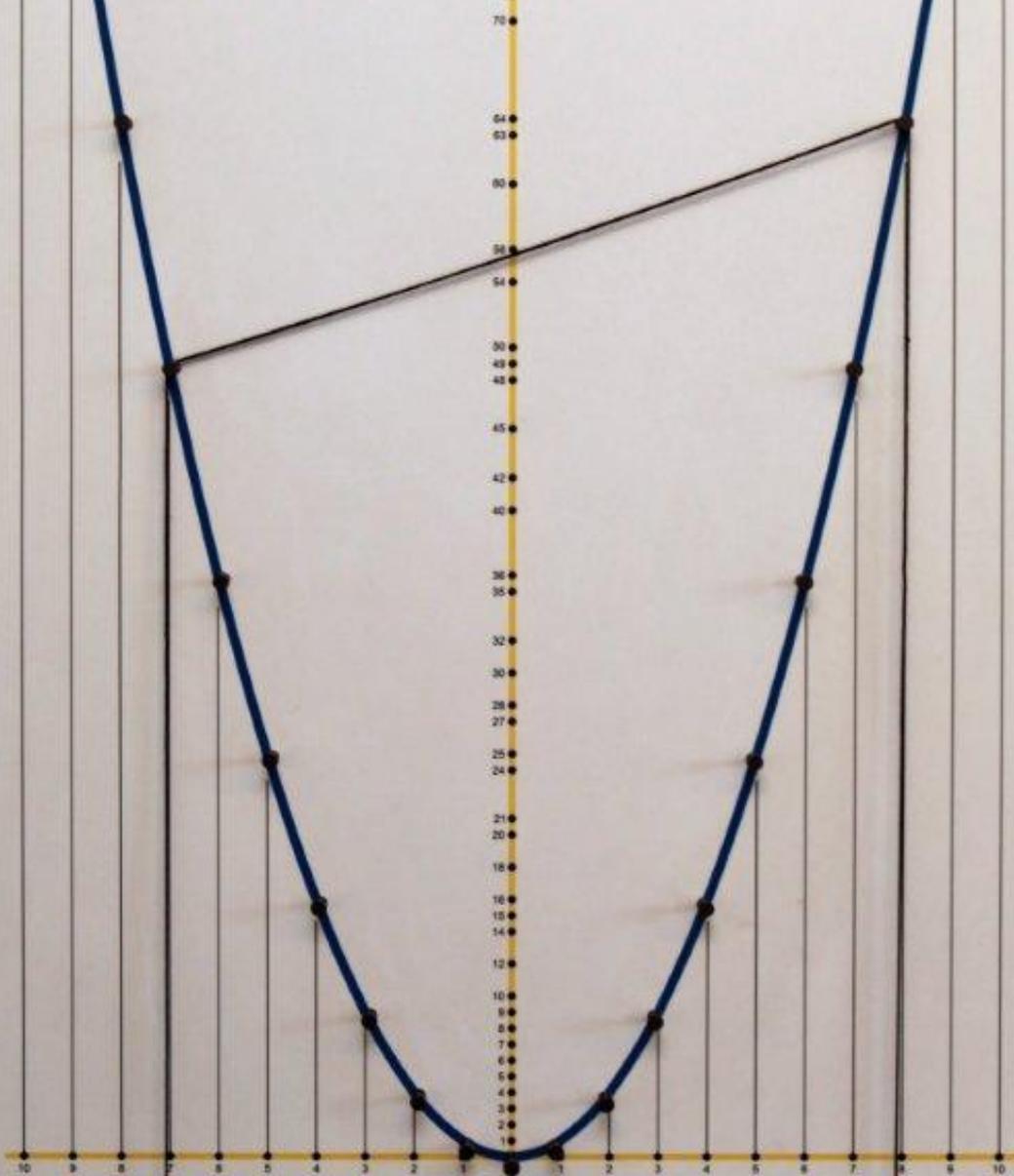
Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Spinnennetzes, bestehend aus der Spirale und dem Spiralmittelpunkt.





Mathematik zum Anfassen

Welche Beobachtung machst Du?

Wahrscheinlichkeiten 1 und 6 - ohne neu zu würfeln.

Wahrscheinlichkeiten 1 und 6 - ohne neu zu würfeln.

Wahrscheinlichkeiten 1 und 6 - ohne neu zu würfeln.

Wahrscheinlichkeiten 1 und 6 - ohne neu zu würfeln.

Wahrscheinlichkeiten 1 und 6 - ohne neu zu würfeln.



Fragen an die Mathematik

◆ Behauptungen wie

- Zwischen je zwei Zahlen liegt noch eine Zahl.
- Wenn man eine Million mal würfelt, hat man sicher eine Sechs.
- $a^2 + b^2 = c^2$
- Parallele Geraden schneiden sich im Unendlichen

müssen einer der Antworten

ja – nein – vielleicht – weiß man nicht
zugeordnet werden.

Mathematikum: Exponate

- ◆ Experimente aus der gesamten Mathematik:
 - Geometrie, Zahlen, Stochastik, Funktionen, Geschichte, ...
- ◆ Jedes Exponat repräsentiert einen "wichtigen" ("interessanten", ...) Aspekt der Mathematik
- ◆ Experimente können Faszination für Mathematik erzeugen – ohne charismatische Lehrperson

Exponate und Besucher

- ◆ Jedes Exponat sieht ganz einfach aus
 - Die Besucher verstehen unmittelbar, was zu tun ist
 - Die Besucher machen nichts kaputt/nehmen nichts mit
- ◆ Es hat aber eine Schwierigkeit / Überraschung / ...
 - (ist ein kleines Forschungsprojekt)
 - Das stimuliert das Denken
 - und die Kooperation und Kommunikation
- ◆ Natürliche Differenzierung
 - Jeder kann auf seinem Niveau authentisch experimentieren

Historische Wurzeln

- ◆ Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827)
„Mit Kopf, Herz und Hand!“
- ◆ Maria Montessori (1870-1952)
Material, „ambiente preparato“
- ◆ Martin Wagenschein (1896-1988)
Rettet die Phänomene!
- ◆ Hugo Kükelhaus (1900-1984)
Erfahrungsfeld zur Entfaltung der Sinne
- ◆ Emma Castelnuovo (1913-2014)
Geometria intuitiva

Ist das überhaupt Mathematik?

◆ Tja, ...

◆ Keine (formale) Sprache

- Keine Zeichen, Formeln, keine Gleichungen, kaum Zahlen
- Mathematische Experimente öffnen eine andere (neue) Tür zur Mathematik

◆ Kein abfragbares Wissen, aber ...

- mathematische Experimente ermöglichen nachhaltige Erlebnisse und Erfahrung
- man bildet Vorstellungen

Sind das überhaupt Experimente?

Ein Experiment in Physik oder Chemie verifiziert ein Naturgesetz oder falsifiziert eine Hypothese

- Ein mathematisches Experiment ersetzt keinen Beweis

Ein mathematisches Experiment öffnet die Augen

- stimuliert Fragen
- stimuliert Vorstellung: im Idealfall bekommt man die richtige Idee
- "Aha-Momente"
- Erfolgserlebnisse, stärkt die Person

Ein erster Schritt in die Mathematik

- ◆ Ein (gutes) mathematisches Experiment ist tatsächlich ein Schritt in die Mathematik
 - Man löst das Problem durch Denken
 - Jeder Besucher ist ein kleiner Forscher
 - Man verwendet automatisch Begriffe (Kante, Winkel, es passt, ...)
- ◆ Es ist nur ein erster Schritt in die Mathematik
 - ... auf den viele weitere folgen können
 - in Workshops, Schule, durch Literatur, ...

Mathematik macht glücklich!

◆ Mathematische Experimente

beginnen mit realem Tun ("Hand")

erzeugen Vorstellungen und Einsichten
("Kopf")

ermöglichen Erfolgserlebnisse und fördern
Persönlichkeitsstärke ("Herz").