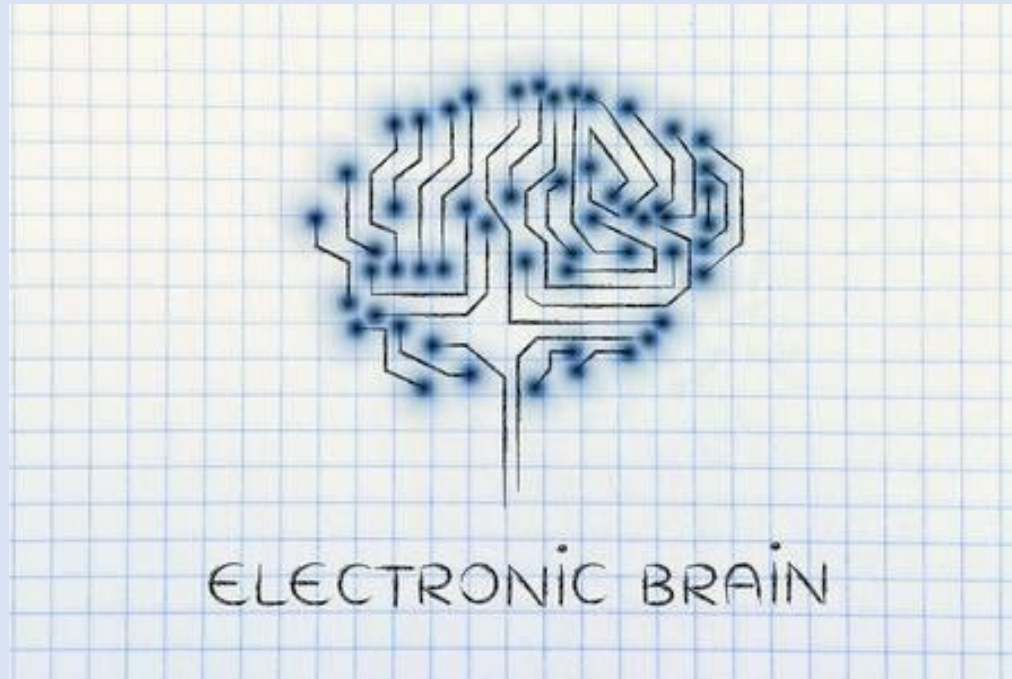


Kein Mensch lernt digital ?

Mit digitalen Werkzeugen
Mathematik lehren und lernen!



Hans-Jürgen Elschenbroich

Agenda

1. „Kein Mensch lernt digital“
2. Digitalisierung & Digitalität
3. Digitale Medien & Werkzeuge im MU
4. Alte Aufgaben - Neue Werkzeuge?
5. **Neue Werkzeuge - neue Aufgaben!**
6. Fazit

I. „Kein Mensch lernt digital“

1. Lankau: Kein Mensch lernt digital



Aber es gilt genauso:

Kein Elektronengehirn arbeitet analog!

1. Zustimmung (1)

- Kein Mensch lernt digital (S. 10)
- Bildung ist etwas, das Menschen mit sich und für sich machen (S. 12)
- Lernen muss jeder selbst (S. 43)
- Berechtigte Kritik: Statt mehr Geld für Menschen, insbesondere für mehr Lehrerinnen und Lehrer, gibt es mehr Geld für Technik (S. 21)
- Konzepte des ‚digitalen Lernens‘ sind Neuauflagen des programmierten Lernens der 1960er Jahre (S. 25) und des Distance Learning (S. 37) mit moderner Technologie.
- Das ist die digitale Variante des Nürnberger Trichters (S. 31)

1. Zustimmung (2)

- Es bleibt die Frage offen, was und wie man durch das Anschauen von Videos lernt (S. 28), man ist dabei im Rezipientenmodus (S. 34)
- Es gibt keinen Unterricht ohne Medien (S. 82)
- Medien sind kein Selbstzweck (S. 81)
- Man muss mit analogen Mitteln die Basis legen, um digitale Werkzeuge kreativ zu nutzen (S. 83)
- Aufwändige Animationen absorbieren Aufmerksamkeit, die zum Lernen gebraucht würde (S. 95)
- Digitale Medien führen nicht per se zu besseren Schülerleistungen, es kommt auf die Lehrer an (S. 95)

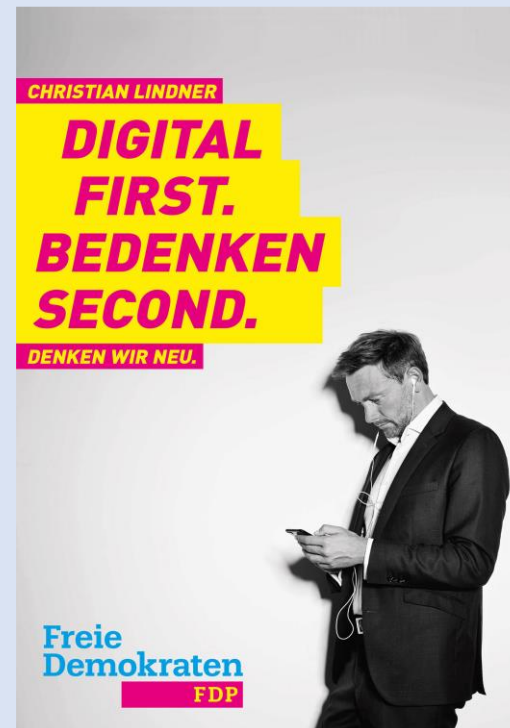
1. Desiderate

- Zentrales Kapitel ist (aus meiner Sicht): ***5 Medien, Technik, Unterricht.***
Mit 10 % der Buch-Seiten überraschend schmal ausgefallen.
- Erwartung enttäuscht, dass es dabei auch inhaltlich um *Unterricht in Fächern* und den Einsatz von digitalen Medien und Technik darin gehen würde.
- *Medienpädagogisches* Buch.
- *Fachdidaktische* Sicht? Fehlanzeige!
- **Wie** kann man **mit** digitalen Medien mehr, besser, nachhaltiger lernen?
Dieser Vortrag ist ein mathematisches Add on zum Buch.

II. Digitalisierung & Digitalität

2. Digital first

- Die Digitalisierung ändert alles.
- Bedenken?
Be**DENKEN!**



2. Macht der Computer schlau?



Das Handy macht schlauer als gedacht

Titel in der Rheinischen Post 8.11.2019

2. Macht der Computer schlau?

Digitalisierung wird heutzutage zu oft verkürzt als Geräte-Offensive verstanden (iPads, Apple-TVs, Smartboards).

Der Computer alleine macht (beim Lernen) erst mal garnichts!

Auch lernt man mit 2 Computern nicht besser als mit 1.

Man kann mit dem Computer lernen, je nachdem besser oder schlechter als ohne.

Aber jeder kann nur selber lernen (wer sollte es auch sonst für einen tun?).

2. Digitalisierung? Digitalität!

„Zu einer erfolgreichen schulischen Digitalisierung gehört mehr als Geräte, PDFs und WLAN, es müssen die **schulischen Lern- und Lehrprozesse** neu gedacht und neu gestaltet werden.“

„Wer aber Digitalisierung so versteht und organisiert, dass alles nur noch digital gehen soll, begeht auch einen folgenschweren Fehler.

Wir müssen uns immer wieder neu überlegen: Was sollen Schüler noch per Hand können und tun und was nicht (mehr)?

Das ist der Kern der Digitalität in der Schule.“

(Elschenbroich 2019)

2. DigitalPakt Schule

- „Der Bund stellt über einen Zeitraum von fünf Jahren insgesamt fünf Milliarden Euro zur Verfügung, davon in dieser Legislaturperiode 3,5 Milliarden Euro. Aufgrund des Charakters der Bundesmittel als Finanzhilfen bringen die kommunalen und privaten Schulträger bzw. Länder zusätzlich einen finanziellen Eigenanteil ein. Zusammengenommen stehen dann insgesamt mindestens 5,55 Milliarden Euro bereit.
- Rein rechnerisch bedeutet dies für jede der ca. 40.000 Schulen in Deutschland **im Durchschnitt einen Betrag von 137.000 Euro** oder umgerechnet auf die derzeit ca. 11 Millionen Schülerinnen und Schüler eine Summe von **500 Euro pro Schüler.**“
- „Förderfähig sind insbesondere die breitbandige Verkabelung innerhalb der Schulen bis zum Klassenzimmer, die WLAN-Ausleuchtung sowie stationäre Endgeräte wie zum Beispiel interaktive Tafeln.“
- Momentan rollte Corona-bedingt eine iPad-Ausstattungswelle durch das Land.

Geräte-Offensive! Was ist mit Software, Lehrer-Fortbildung und technischer Unterstützung?

III. Digitale Medien & Werkzeuge im MU

3. Artefakt – Instrument

- Unterscheidung Artefakt – Instrument.
- Gitarre als Artefakt: Holzkasten mit Drähten.
- *Konzept der instrumentalen Genese*

(nach Rabardel 1995, Hoyles & Noss 2003):

Es geht darum, dass „ein Nutzer sich ein zunächst allgemeines ‚Artefakt‘ zu eigen macht, **zum ‚Instrument‘ macht**, um es für die eigenen mathematischen Handlungen und Intentionen zu nutzen.“ (Barzel, 2016)



3. Instrumentalisation



3. Instrumentale Genese?

- Gilt auch für mathematische Werkzeuge!
- „Transforming any tool into a mathematical instrument for students involves a complex ‘**instrumentation**’ process”.
(*Guin & Trouche, 1998*)



3. Instrumentale Genese?

- „Das beste Werkzeug ist ein Tand in eines tumben Toren Hand“
(*Daniel Düsentrieb*)



3. Medien – Werkzeug

- Medium: Träger oder Übermittler von Informationen.
„Neue“ Medien sind ein unspezifischer Begriff!
- Werkzeug: Ein Hilfsmittel, um auf etwas einzuwirken.
- Das Werkzeug muss zur Aufgabe passen! Und umgekehrt!



3 Digitale Werkzeuge im MU

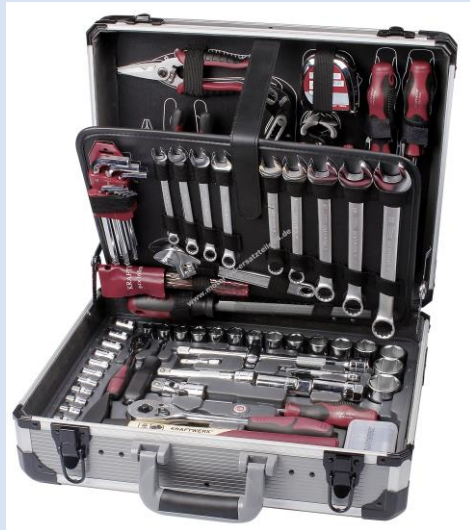
- TR, GTR
- Computer/ Laptop, Tablet, (Smartphone)
- Digitale Tafel, Beamer etc.
- Typische Mathematik-Software:
 - **Dynamische Geometrie-Software (DGS)**
 - **Tabellenkalkulation**
 - **Funktionenplotter**
 - **Computer-Algebra Software (CAS)**
 - 3D Geometrie Software
 - Stochastik-Software
- MultiRepräsentationssoftware (z. B. GeoGebra, TI-Nspire)

3. Lernwerkzeuge

- „Gute Lernwerkzeuge sorgen für eine Arbeitserleichterung und ermöglichen bzw. unterstützen wichtige **Lernaktivitäten**.“
(*Elschenbroich* 2011).
- „Digitale Werkzeuge eröffnen mathematische Erfahrungsräume, die ohne diese nur schwer zugänglich wären. Wir sehen dabei im Wesentlichen zwei Ebenen, die den Nutzen digitaler Werkzeuge verdeutlichen: die **systematische Variation** und die **dynamische Visualisierung**.“ (*Heintz et al*, 2017).
- „Der Lehrer ist gefordert, geeignete **Lerngelegenheiten** mit genügend Raum für eigene Erkundungen der Schüler zu schaffen.“
(*Elschenbroich & Heintz*, 2008)

3 Dynamische Lernumgebungen

- Vom leeren Bildschirm an alles selber konstruieren (lassen) oder
- Mit dynamischen Arbeitsblättern als Lernumgebung arbeiten.



Werkzeug: Universell einsetzbar.



Lernumgebung: Vorgegebener Rahmen

IV. Alte Aufgaben - Neue Werkzeuge ?

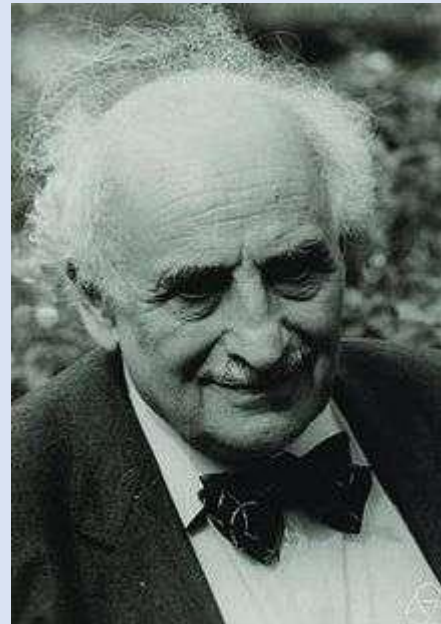
4 Alte Aufgaben – Neue Werkzeuge

- „Waren früher einfache Additionen und Multiplikationen **Grundoperationen**, so machte der Taschenrechner beispielsweise das Berechnen von Wurzeln, das Potenzieren oder Logarithmieren zu Grundoperationen, der Funktionenplotter das Zeichnen von Funktionsgraphen, die Computeralgebra das Gleichungslösen, Differenzieren, Integrieren oder Matrizenrechnen.“
- „War früher mit Zirkel und Lineal das Zeichnen von Punkten, Geraden und Kreisen eine Grundoperation, so machte das Geodreieck das Konstruieren von Senkrechten und Parallelen zur Grundoperation.
Dynamische Geometrie-Software [...] fügt das Konstruieren von Mittelsenkrechten, Winkelhalbierenden, das dynamische Messen von Abständen und Winkeln und das Zeichnen von Ortslinien hinzu.“ (*Elschenbroich 2011*)

4 Alte Aufgaben – Neue Werkzeuge

- „Wenn unser Unterricht heute darin besteht, dass wir Kindern Dinge eintrichtern, die in einem oder zwei Jahrzehnten besser von Rechenmaschinen erledigt werden, beschwören wir Katastrophen herauf.»

(Freudenthal, 1973)



4 Alte Aufgaben – Neue Werkzeuge

- „Wir können unseren Kindern nicht beibringen, mit Maschinen zu konkurrieren. [...]

Alles was wir lehren, muss sich von Maschinen unterscheiden.

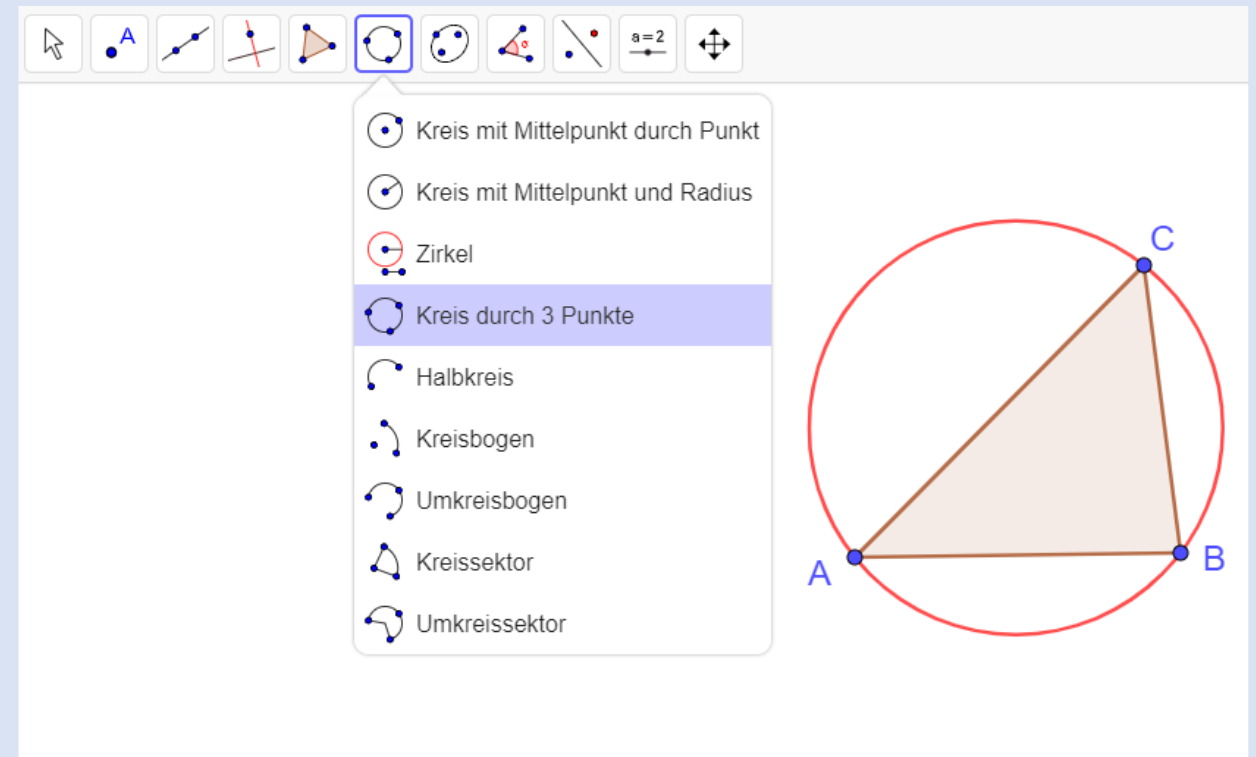
Wenn Maschinen es besser können,
müssen wir nochmal darüber nachdenken.“

(Jack Ma, World Economic Forum 2018)



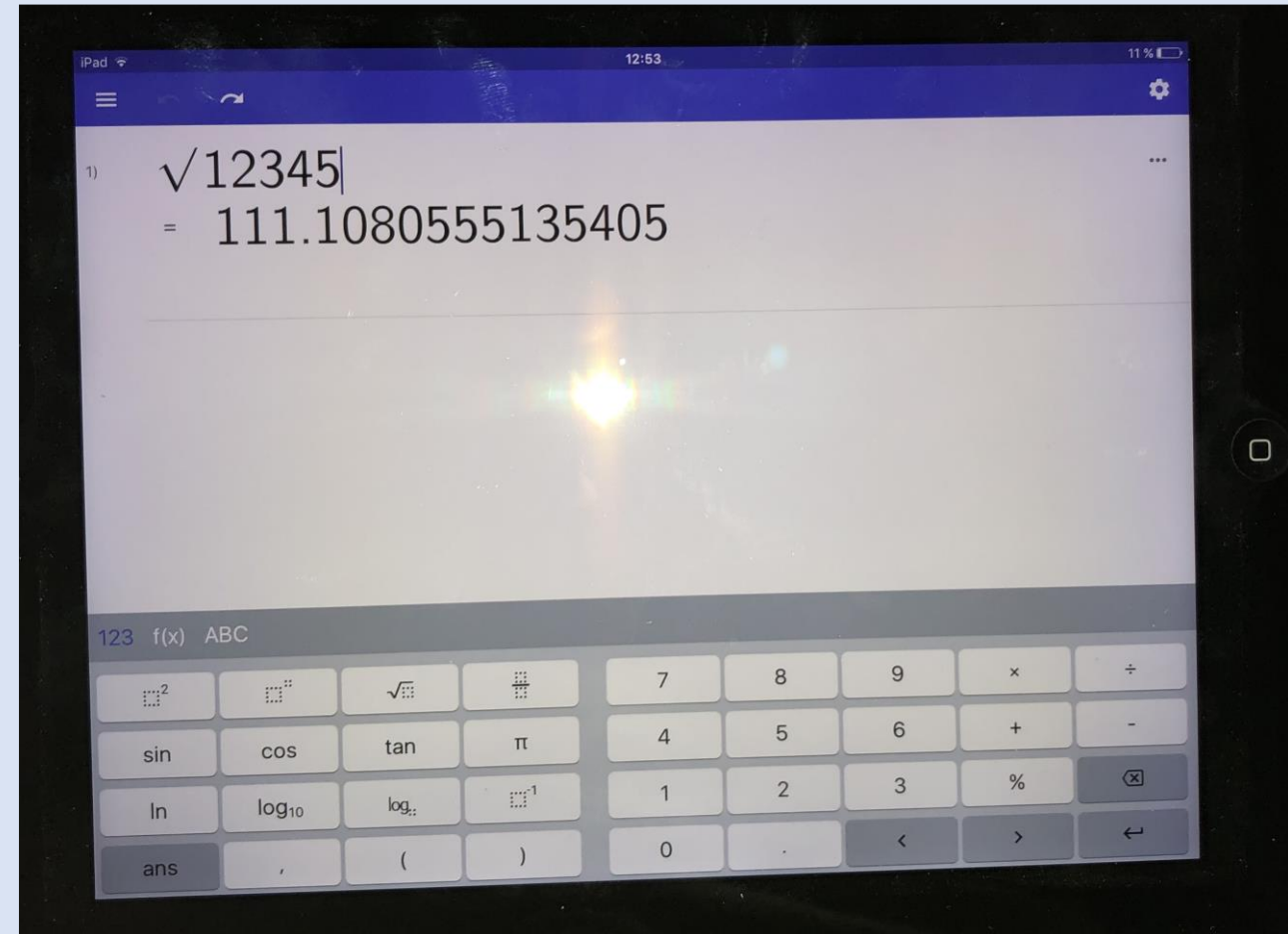
4 Alte Aufgaben – Neue Werkzeuge (Geometrie)

- Alte Aufgabe: Umkreis eines Dreiecks konstruieren
- Neues Werkzeug GeoGebra:
Befehl Kreis durch 3 Punkte.



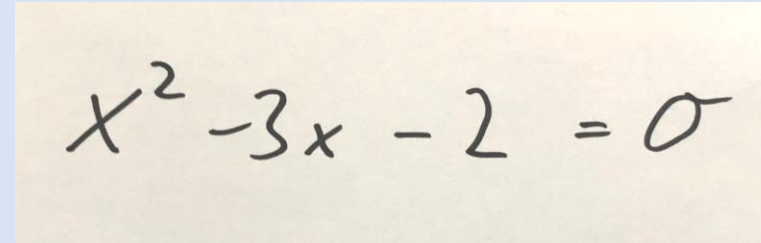
4 Alte Aufgaben – Neue Werkzeuge (Arithmetik)

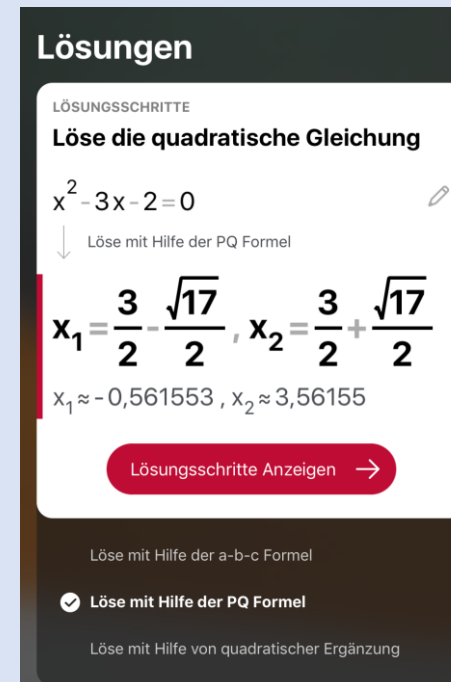
- Alte Aufgabe: $\sqrt{12345}$
- Per Hand ausrechnen?
- Tafelwerk? Rechenschieber?
- Neues Werkzeug:
Taschenrechner, App



4 Alte Aufgaben – Neue Werkzeuge (Algebra)

- Alte Aufgabe: Quadratische Gleichung
- p-q-Formel?
- Quadratische Ergänzung?
- TR: numerische Lösung
- Neues Werkzeug: App Photomath


$$x^2 - 3x - 2 = 0$$



Lösungen

LÖSUNGSSCHRITTE

Löse die quadratische Gleichung

$$x^2 - 3x - 2 = 0$$

↓ Löse mit Hilfe der PQ Formel

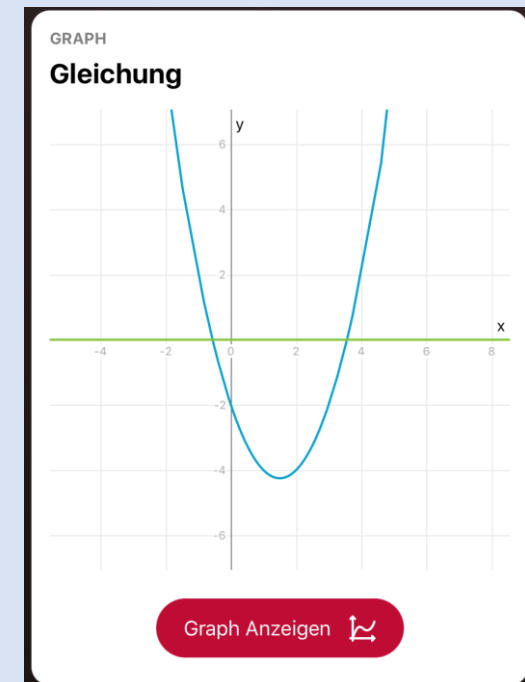
$$x_1 = \frac{3}{2} - \frac{\sqrt{17}}{2}, x_2 = \frac{3}{2} + \frac{\sqrt{17}}{2}$$
$$x_1 \approx -0,561553, x_2 \approx 3,56155$$

Lösungsschritte Anzeigen →

Löse mit Hilfe der a-b-c Formel

Löse mit Hilfe der PQ Formel

Löse mit Hilfe von quadratischer Ergänzung



4 Alte Aufgaben – Neue Werkzeuge (Funktionen)

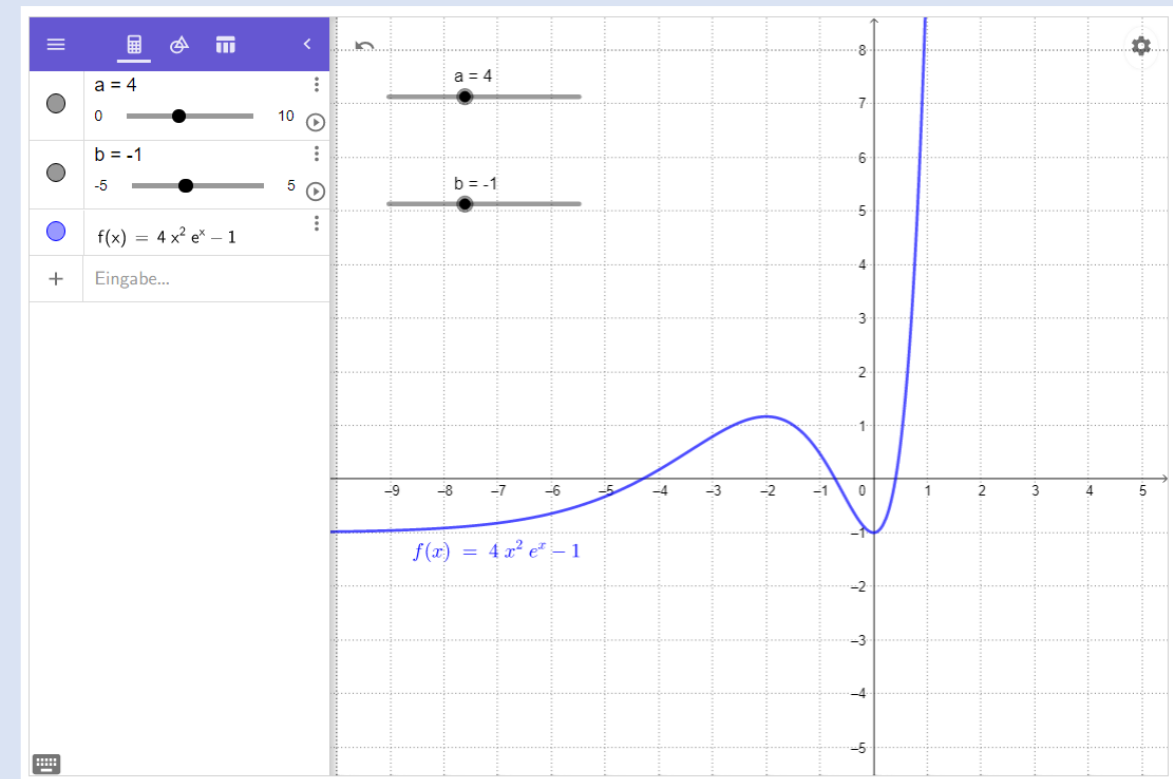
- Alte Aufgabe: Kurvendiskussion.

$$f(x) = 4x^2e^x - 1$$

Ableitungen, Nullstellen etc.

Graph skizzieren

- ‚Neues‘ Werkzeug: Funktionenplotter (GeoGebra Grafikrechner-App).
 $f(x) = \dots$, Nullstellen, Extremum.
Mit Parametern ‚spielen‘.



V. Neue Werkzeuge - neue Aufgaben!

www.geogebra.org/m/bfge3aae



5. Digitale Lernumgebungen konkret (mit GeoGebra)

1. Geometrie
2. Algebra
3. Funktionen
4. Raumgeometrie
5. Analysis
6. Stochastik

