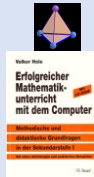


„Erfolgreicher Mathematikunterricht mit dem Computer“ vor 25 Jahren und heute

Gedanken zum Buch von Volker Hole (1998)



Hans-Jürgen Elschenbroich & Wilfried Dutkowski
Freiburg, 29.9.2023
Bremerhaven, 14.11.2023

Agenda

1. Einsatz von Computern im MU
 2. Didaktische Prinzipien
 3. Vom E-I-S Dreieck zur C-E-I-S Pyramide
 4. Ausgewählte Beispiele – damals und heute
 5. Fazit
- Diskussion**



www.geogebra.org/m/pkigtzpg

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

1. Einsatz von Computern im MU

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

3

1.1 Vier Phasen des Einsatzes (Hole)

1. bis 1976: logische und technische Grundlagen der Datenverarbeitung.
2. bis Ende 80-er Jahre: Programmieren in Programmiersprachen (BASIC, LOGO, Pascal), PC-Fachräume.
3. ab 90-er Jahre: Einsatz von allgemeiner oder fachspezifischer Anwendersoftware (wie Excel, Derive, DynaGeo, Geog).
4. Vorahnung damals: multimedial arrangierte Kursangebote und Lernumwelten, Telelearning.

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

4

1.2 Heute: Werkzeugkompetenzen

- Lehrer wie Schüler müssen Werkzeugkompetenzen entwickeln.
- Der kompetente Umgang mit digitalen Werkzeugen ist mehr und etwas anderes als nur Bedienkompetenzen. (Heintz, Elschenbroich et al., 2017)



28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

5

1.3 Heute: Vom Artefakt zum Instrument

- Beispiel Gitarre: Als Artefakt Holzkasten mit Drähten. Wie wird sie vom Artefakt zum Instrument?
- Computer/ iPad: Platine mit Chips, Drähten und Bildschirm. Als Instrument aktiv zu eigen machen (Barzel 2016). Nicht nur passiv konsumieren.
- Werkzeugkompetenzen (für Schüler UND Lehrer).
- Schulisches Lernmittelkonzept für einen systematischen Einsatz beim Lehren und Lernen (Kliemann & Dutkowski, 2014).

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

6

2. Didaktische Prinzipien

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

7



2.1 Genetisches Prinzip

- Wagenschein: Am Prozess der Entstehung von Mathematik orientieren, ohne deswegen alle historischen Irrwege zu durchlaufen; *historisch-genetischer* Unterricht.
- Forderung Meraner Reform (Felix Klein): den Lehrgang mehr als bisher dem natürlichen Gange der geistigen Entwicklung anzupassen; *individual-genetischer* Aspekt.



28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

8

2.2 Operatives Prinzip

- Piaget: Denken als verinnerlichtes oder gedachtes Handeln. Grundlage des Konzepts der Handlungsorientierung.
- Wittmann: im Unterricht konkrete Materialien, zeichnerische Darstellungen und Textmaterialien einsetzen, an denen die Schüler real oder gedanklich operieren, forschen können.



28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

9

2.3 Spiral-Prinzip

- Bruner: Curriculum-Spirale. Spiraliger Aufbau statt unzusammenhängender Gebiete. Verknüpft mit zentralen Ideen (schon Whitehead). Heute: Leitideen der KMK-Bildungsstandards. ‚Rote Fäden‘ durch die Stofffülle.
- Prediger et al.: Durchgängigkeit von Darstellungen und Vorstellungen. Diese sollten fortsetzbar sein. Vorwissen aufgreifen und kumulativ aufbauen. (Prediger, Barzel, Hußmann & Leuders)



28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

10

2.4 Prinzip der dynamischen Visualisierung

- Dynamische Visualisierung: Videos oder Animationen.
- Bei dynamischer Mathematiksoftware, insbesondere DGS: Zugmodus und Schieberegler, oft in Kombination mit Spur und/oder Ortslinien. (Elschenbroich, 2004).
- Mehr als bloße Veranschaulichung. Aber „*kein didaktischer Vorteil zum Nulltarif*“ ! Erhöhte Komplexität, Gefahr kognitiver Overload. (Heintz, Elschenbroich et al, 2017).



28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

11

2.5 Prinzip der systematischen Variation

- Schwierig, immer alles gleichzeitig zu überblicken und die entscheidenden Änderungen zu erkennen.
- Ansatz: Variationsmöglichkeiten sinnvoll einschränken und dann systematisch zu variieren. (Heintz, Elschenbroich et al, 2017)
- Geleitetes Entdecken organisieren.



28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

12

3. Vom E-I-S Dreieck zur C-E-I-S Pyramide

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

13

3.1 Drei Modi der Erkenntnis E-I-S

- Bruner formulierte, „daß man etwas auf drei verschiedene Weisen kennen kann:
 - dadurch, daß man es tut,
 - dadurch, daß man es sich bildlich vorstellt,
 - und dadurch, daß man ein symbolisches Mittel wie z. B. die Sprache verwendet.“ (Bruner et al., 1971)
- Enaktiv, Ikonisch, Symbolisch, E-I-S Modell.
- Entwicklungspsychologisch: in dieser Reihenfolge durchlaufen.
- Lernpsychologisch/ didaktisch: Reihenfolge nicht zwingend.

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

14

3.2 Rolle des Computers

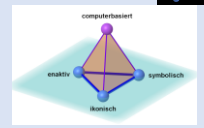
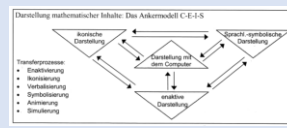
- Hole formulierte, „daß mit dem Computer mathematische Inhalte **auf allen drei Ebenen** [in allen drei Modi, HJE & WD] der Handlung, des Bildes bzw. der Grafik und der Sprache dargestellt werden können.“ (Hole, 1998).
- Dynamische Mathematik-Software verbindet heute durch die Möglichkeiten dynamischer Visualisierung in bislang nicht gekannter Form die Modi enaktiv und ikonisch miteinander und mit dem Computer, je nach Art und Qualität der Lernumgebung auch alle drei Modi (Elschenbroich & Sträßer, 2022).

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

15

3.3 C-E-I-S Pyramide



Die übergreifende Bedeutung des Computers wird durch ein dreidimensionales Modell einer Pyramide visualisiert. Dadurch erhalten wir neben der E-I-S Ebene und der C-E-I-S Ganzheit drei weitere didaktische Ebenen, die immer den Computer mit berücksichtigen.

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

16

4 Ausgewählte Beispiele – damals und heute

- [Achsenspiegelung](#)
- [Satz des Thales](#)
- [Kreiszahl \$\pi\$](#)
- [Quadratische Funktionen](#)
- [Volumen Offene Schachtel](#)
- [Mittelwerte, Boxplots](#)
- [Relative Häufigkeit, Gesetz der großen Zahlen](#)
- [Quadrat-Schnecke](#)
- [Temperaturverteilung](#)



28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

17

5. Fazit

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

18

5.1 Rückblick



- Eigentlich damals wegweisend.
- Aber ‚zwischen Baum und Borke‘ angesiedelt.
- Damalige Werkzeug-Vielfalt (Software-Zoo) hinderlich; bevorzugt Excel eingesetzt.
- Computerraum-Konzept, keine Schüler-Ausstattung.
- Nutzung eher sporadisch.
- C-E-I-S Modell wegweisend, aber in der Ebene geblieben.

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

19

5.2 Ausblick



- Software-Vereinheitlichung, Modulare Mathematik-Systeme wie GeoGebra und TI-Nspire.
- Hardware-Vereinheitlichung und Schüler-Ausstattung (iPads).
- Vernetzung mit WLAN, Internet-Zugang Standard.
- Einsatz tendenziell durchgängig.
- Classroom und Prüfungsmodus.
- Von der Anwendersoftware zu digitalen Lernumgebungen.
- Herausragende Bedeutung des Computers durch eine dreidimensionale Pyramide visualisiert.

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

20

Kontakt



- Wilfried Dutkowski: wdutkowski@hs-euklid.de
- Hans-Jürgen Elschenbroich: elschenbroich@t-online.de

28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

21

Literatur



- Hole, Volker (1998): Erfolgreicher Mathematikunterricht mit dem Computer. Methodische und didaktische Grundfragen in der Sekundarstufe I. Auer, Donauwörth.



Die gesamte umfangreiche Literaturliste finden Sie unter www.geogebra.org/m/xcdyjcqj#material/13uxfeex



28.09.2023

Elschenbroich & Dutkowski: Erfolgreicher MU

22