

## Simulationen im Mathematik-Unterricht

Obwohl die Verwendung von Simulationen im Mathematikunterricht eher ungewöhnlich ist, stellt sie eine spannende und handlungsorientierte Alternative dar, um Fragen zu Problemen mit Realitätsbezug im Mathematikunterricht zu beantworten.

### Definition und Einteilung

Zuerst soll geklärt werden, was eine Simulation ist:

Experimente mit Modellen, die Erkenntnisse über das im Modell dargestellte reale System liefern, bezeichnet man als Simulation.

Man unterscheidet zwischen verschiedenen Arten von Simulationen:

- Simulationen mit realen Modellen  
Beispiele: naturwissenschaftliche oder technische Experimente wie Flugzeugflügel im Windkanal, Crashtests
- Simulationen mit mathematischen Modellen, die auf einem Computer berechnet werden, nennt man auch Computersimulationen  
Beispiele: Modellrechnungen zum Wachstum einer Bakterienkultur
- Simulationen mit mathematischen Modellen ohne Verwendung eines Computers
  - graphische Verfahren wie das Newton-Verfahren
  - numerische Verfahren wie das Verhalten einer Folge für unterschiedliche Startwerte untersuchen
  - algebraische Verfahren wie das Ausmultiplizieren von Termen  $(a + b)^n$  für verschiedene  $n$

Auch andere Unterscheidungen sind möglich:

- Ist die Simulation zeitabhängig (dynamisch) oder nicht (statisch)?  
Beispiel für eine dynamische Simulation: Beeinflussung des Verkehrsflusses auf einer Straße mit mehreren Ampeln durch Optimierung der Ampelschaltungen  
Beispiel für eine statische Simulation: Bestimmung von Pi mittels Monte-Carlo-Methode
- Sind die Größen in einem System eindeutig bestimmt (deterministisch) oder unterliegen sie dem Zufall (stochastisch)?  
Beispiel für eine deterministische Simulation: Berechnung der Durchbiegung einer Metallplatte unter vorgegebenen Kräften  
Beispiel für eine stochastische Simulation: Bestimmung von Pi mittels Monte-Carlo-Methode

### Funktion von Simulationen

Außerhalb der Schule hat die Verwendung von Simulationen oft wirtschaftliche oder praktische Gründe. So kann man zum Beispiel das Vorgehen des Aufsichtspersonals in einen Störfall in einem Kernkraftwerk nur mithilfe der Verwendung von Simulationen trainieren. Auch komplizierte Operationen werden oft mithilfe von Simulationen geübt.

In der Planungsphase von Bahnhöfen wird oft die maximale Auslastung durch die Simulation von ein- und ausfahrenden Zügen getestet, um von diesem Ergebnis die wirtschaftliche Entscheidung des Baus eines Bahnhofes abhängig zu machen. Man kann auch Situationen analysieren, die eine analytische Darstellung aufgrund ihrer hohen Komplexität nicht erlauben, wie zum Beispiel der Flug eines Federballs unter Berücksichtigung der Reibung oder das Zusammenspiel vieler mechanischer Komponenten (Massen, Federn und Dämpfer).

In der Schule stehen die didaktischen Funktionen im Vordergrund: Schülerinnen und Schüler können das Erkennen und Erklären von Zusammenhängen trainieren, indem sie zum Beispiel untersuchen, wie die Geometrie eines Bagger-Arms die Reichweite desselben beeinflusst. Es wird somit ein besseres Verständnis von Zusammenhängen gefördert.

Durch die Verwendung von Simulationen in den MINT-Fächern kann man auch den Charakter eines mathematischen oder naturwissenschaftlichen Konzepts gut veranschaulichen, zum Beispiel um den Zufallscharakter von Ereignissen darzustellen.

### **Modelle - Grundlage von Simulationen**

Notwendig für die Durchführung von Simulationen ist die Existenz eines Modells, das man zur (mathematischen) Beschreibung der Realität heranziehen kann.

Wichtig ist dabei, dass man sich immer den folgenden Punkten bewusst ist:

- Ein Modell ist eine **vereinfachte Darstellung der Realität**, die oft nur gewisse, hinreichend objektivierbare Teilaspekte berücksichtigt, auf die mathematische Methoden und Experimente angewendet werden können.
- Modelle sind **nie eindeutig**.
- Modelle sollen **widerspruchsfrei und zweckmäßig** sein. Die Zweckmäßigkeit kann aber immer nur mithilfe des zu bearbeitenden Problems beurteilt werden.

### **Wo können Simulationen in der Schule vorkommen?**

Im Unterricht gibt es viele Möglichkeiten, Simulationen einzusetzen. Einige Möglichkeiten für deren Einsatz seien hier genannt:

- Die Methode des Simulierens wird explizit als alternativer Zugang zu einer Problemstellung aufgezeigt, z.B. beim Optimieren einer Verpackung aus Papier oder mittels einer Dynamischen Geometrie Software.
- Eine (bereits fertige) Simulation wird auf bereits erarbeitete mathematische Inhalte angewendet, z.B. beim Vergleichen der exponentiellen Prognose für gegebene Bevölkerungsdaten mit realen Daten.
- Zur Veranschaulichung von Inhalten in der Stochastik, z.B. bei der Veranschaulichung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen oder der Erzeugung von Zufallszahlen.

### **Was können Schüler beim Simulieren lernen?**

Schüler können beim Anwenden oder Durchführen von Simulationen Neues lernen oder bereits Gelerntes wiederholen und vertiefen. Einige wichtige Punkte sind dabei folgende:

- Entwicklung von funktionalem Denken (Vermutungen aufstellen, überprüfen, verifizieren oder verwerfen, ...)
- Förderung des Verständnisses von Zusammenhängen
- Erlernen der Grundlagen der mathematischen Modellierung
- Bearbeiten von Problemen mit Realitätsbezug, die mit Mitteln der Schulmathematik sonst nicht gelöst werden können, wie zum Beispiel die Analyse von komplizierten Spielen wie Monopoly

Zieht man alle Punkte in Betracht, so stellen Simulationen im Mathematikunterricht eine Erweiterung der handlungsorientierten Möglichkeiten dar. Sie bieten Unterstützung beim Arbeiten mit mathematischen Modellen und tragen als Methode zu einer reichhaltigeren Gestaltung des Mathematikunterrichts bei. Außerdem eröffnet sich so die Möglichkeit, Grundideen der aktuellen Mathematik in den Unterricht zu integrieren.

Quelle: (Greefrath & Weigand, 2012)

### **Literaturverzeichnis**

Greefrath, G. & Weigand, H.-G. (2012). Simulieren: Mit Modellen experimentieren. *mathematik lehren*(174), 2–6.