

## Anforderungen im Bereich Simulation

### **Inhaltliche Anforderungen im Rahmenplan**

"Simulation

- *Modellbildung: Wortmodell, Wirkungsdiagramm und Simulationsdiagramm,*
- *vergleichende Untersuchung von grundlegenden Wachstumsformen,*
- *numerische Verfahren bei der Simulation dynamischer Systeme,*
- *Implementation von Modellen mit einer Simulationssoftware,*
- *Dokumentation und Präsentation des Modellierungsprozesses und der Ergebnisse,*
- *Bewertung der Aussagekraft von Simulationsergebnissen. "*

### **Anforderungen im Abitur [A-Heft 2019]**

Im Abschnitt zur Simulation heißt es:

#### **"Zur Aufgabe 3: Simulation Dynamischer Systeme (nur grundlegendes Anforderungsniveau)**

*Die Schülerinnen und Schüler*

*beschreiben den Modellierungszyklus und verwenden Fachbegriffe aus dem Bereich Simulation dynamischer Systeme korrekt,*

*modellieren abgeschlossene dynamische Systeme mit mehreren Zustandsgrößen mithilfe von Wirkungsdiagrammen und Flüssediagrammen,*

*entnehmen aus Texten Information über quantitative, funktionale Zusammenhänge zwischen Zustandsgrößen und setzen diese geeignet in Differenzgleichungen und Terme für Zustandsänderungen um,*

*unterscheiden grundlegende mathematische Modelle zur Modellierung von Wachstumsprozessen: lineares, exponentielles, beschränktes und logistisches Wachstum,*

*beschreiben Unterschiede zwischen diskreten und kontinuierlichen Vorgängen und wählen geeignete numerische Verfahren (Euler-Cauchy, Runge-Kutta) zu ihrer Simulation,*

*erkennen eskalierende und stabilisierende Rückkopplungen in Systemen und modellieren sie geeignet,*

*beurteilen den Einfluss von Parametern auf die Ergebnisse,*

*reflektieren die Zuverlässigkeit der Ergebnisse einer Simulation und beurteilen deren Aussagekraft,*

*geben gesellschaftlich relevante Bereiche an, in denen Erkenntnisse durch Modelle und Simulationen gewonnen werden."*

### **Simulation – Warum?**

Das Thema Simulation war bei der Entwicklung des Rahmenplans, also vor der Einführung des Zentralabiturs, als kurzes Thema für das kurze vierte Semester gedacht. Dabei ist die Festlegung auf die **Simulation dynamischer Systeme** nicht zwingend gewesen, da man sich ebenso gut mit der Simulation Agenten-basierter Systeme hätte beschäftigen können. Bei einem der Werkzeuge für Simulation NetLogo

[<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/> "NetLogo is a multi-agent programmable modeling environment."] steht dieser Typ von Simulation im Vordergrund, allerdings lassen sich auch Simulationen nach dem Typ "System Dynamics" realisieren. Beispiele für "Multi-Agenten"-Systeme findet man unter der o.a. Adresse oder beispielsweise unter <http://www.lehrer-online.de/ameisenstrasse.php> .

Für die Simulation – nicht nur – dynamischer Systeme findet man eine Fülle von Anwendungsbeispielen, die es leicht möglich machen, sich z.B. in mündlichen Prüfungen intensiv mit Modellierungsfragen, Begründungen und Bewertungen zu beschäftigen. Dabei finden sich außerdem leicht Anwendungsfälle, die fächerübergreifend behandelt werden müssen und für alle Schülerinnen und Schüler eine Bewertung im gesellschaftlichen Kontext ermöglichen.

Dass man bei der Umsetzung im Unterricht den historischen Bezug zu den Forschungen zu den "Grenzen des Wachstums" und dem *Club of Rome* herstellt, dessen Arbeiten zu ersten öffentlich bekannten Forschungen im Bereich Simulation geführt haben, ist nicht zwingend. Aktuell (seit 2019) sind aber die „Fridays for Future“ und Klima eines der wichtigsten Themen besonders unter Jugendlichen. Die „Corona-Pandemie“ hat ebenfalls relevante Anwendungsfälle von Simulationen gezeigt.

Dies macht deutlich, dass es zwischen dem politischen und gesellschaftlichen Umfeld und der Entwicklung von Software und Computersystemen erkennbare Beziehungen gibt. Computeranlagen zur Simulation von Klimamodellen gehören heute zu den aufwändigsten Computersystemen, für die staatliche Mittel zur Verfügung gestellt werden. Interessant ist, wie aktuell die von der ursprünglichen Studie aufgeworfenen Fragen heute sind.

### **Musteraufgabe**

Dazu siehe die gesonderte Datei. Die Version leidet unter einer schlechten Qualität der Bilder. Außerdem fehlen leider die folgenden ...

### **Hinweise zur Aufgabe und Quelle**

*Die Aufgabe basiert auf einem Modell von Hartmut Bossel, das in seinem Heft Systemzoo 2 zu finden ist. Es ist das Modell Z406 Vögel, Insekten, Wald und Grasland Hartmut Bossel: Systemzoo 2; Klima, Ökosysteme und Ressourcen; ISBN 3-8334-1240-2*

*Leider macht das Lösungs-Modell bei geringem Einschlag sehr langfristig nicht das, was Bossel beschreibt. Dies hat Bossel möglicherweise übersehen, weil er nicht langfristig genug simuliert hat. Das sollte für die Schülerinnen und Schüler aber kein Problem darstellen.*

Die Aufgabe ist insgesamt für eine Aufgabe im grundlegenden Anspruchsniveau etwas zu lang. Das gilt aber soweit ich es erinnere für alle Musteraufgaben. Es sollten durch die Aufgaben ausreichende Hinweise für mögliche Aufgabenteile gegeben werden. Ob das so glücklich war, sei dahingestellt.