

Übungsaufgaben zur Vorlesung  
**Einführung in die Mathematikdidaktik**  
**Übungsserie 4**

Abgabe am 09.12.2015

1. Ein Schulbuch für das 9. Schuljahr, enthält innerhalb des Abschnitts „Modellieren und Simulieren“ folgende Aufgabe:

Conny hat sich ein Glas mit Fruchtsaft geholt, um ihn auf der Terrasse zu genießen. Der Fruchtsaft kommt aus dem Kühlschrank, in dem eine Temperatur von  $6^{\circ}\text{C}$  herrscht. Draußen auf der Terrasse ist es an diesem Sommertag allerdings  $38^{\circ}\text{C}$  warm. Kaum hat sich Conny hingesetzt, als das Telefon läutet.

Schätze, wie warm ihr Fruchtsaft sein wird, wenn sie erst nach einem 20-minütigen Telefonat zurückkehrt.

Beschreibe die auftretenden Größen und ihre Wechselwirkungen. Verdeutliche in einer Skizze, wie die Größen des Sachzusammenhangs aufeinander einwirken.

Überlege, durch welche Annahmen über den Erwärmungsprozess die Realität möglichst gut erreicht wird. Berechne dann die erreichte Temperatur nach 20 Minuten und stelle die Temperaturentwicklung grafisch dar. Vergleiche das theoretisch erzielte Ergebnis mit einem experimentell erhaltenen.

Welche (Modell) Annahmen waren passend? Warum und wie müssen die Annahmen evtl. korrigiert werden?

*Hinweis:* Die beiden der Aufgabe vorangegangenen Seiten des Schulbuches sind auf den folgenden Seiten abgedruckt. Diese sollen Ihnen vor allem zur Orientierung hinsichtlich dessen dienen, was in der Aufgabe unter der Beschreibung und graphischen Veranschaulichung von Wechselwirkungen von Größen gemeint ist.

- (a) Entwerfen Sie einen strukturierten Lösungsplan für die Aufgabe anhand der Schritte des Modellbildungskreislaufes nach BLUM. 4 Pkt.
- (b) An welchen Stellen der Aufgabenstellung ist zu erkennen, dass die Aufgabe vor allem darauf abzielt, Schülerinnen und Schüler zu anspruchsvollen Modellbildungen zu befähigen. Tragen Sie dazu die in der Aufgabe gegebenen Hinweise zusammen, die sich auf Schritte des Modellierungskreislaufes beziehen. Nennen Sie weiterhin die Hilfen, welche Schülerinnen und Schüler aus den beiden der Aufgabe vorangegangenen Schulbuchseiten entnehmen können. 4 Pkt.
- (c) Lösen Sie selbst die Aufgabe unter zwei verschiedenen Herangehensweisen, wobei von der ersten zur zweiten Lösung eine „Verbesserung“ hinsichtlich der Annahmen und des Resultats erfolgen sollte. 9 Pkt.
- (d) Erläutern Sie die Idee, den Modellbildungskreislauf mehrfach zu durchlaufen, anhand der Aufgabe und der von Ihnen erzielten Lösungen. 3 Pkt.

*Hinweis:* Sie können (müssen aber nicht) zur Überprüfung ihrer Modellierungen (oder auch schon zur Ideenfindung) Experimente zum Erwärmungs- oder Abkühlungsverlauf von Flüssigkeiten durchführen. Dazu können Sie, wenn Sie wollen, die in der Aufgabe angegebenen Temperaturwerte verändern (oder auch statt der Erwärmung kalten Fruchtsaftes die Abkühlung heißen Kaffees betrachten).


## Wirkungsdiagramme veranschaulichen Prozesse

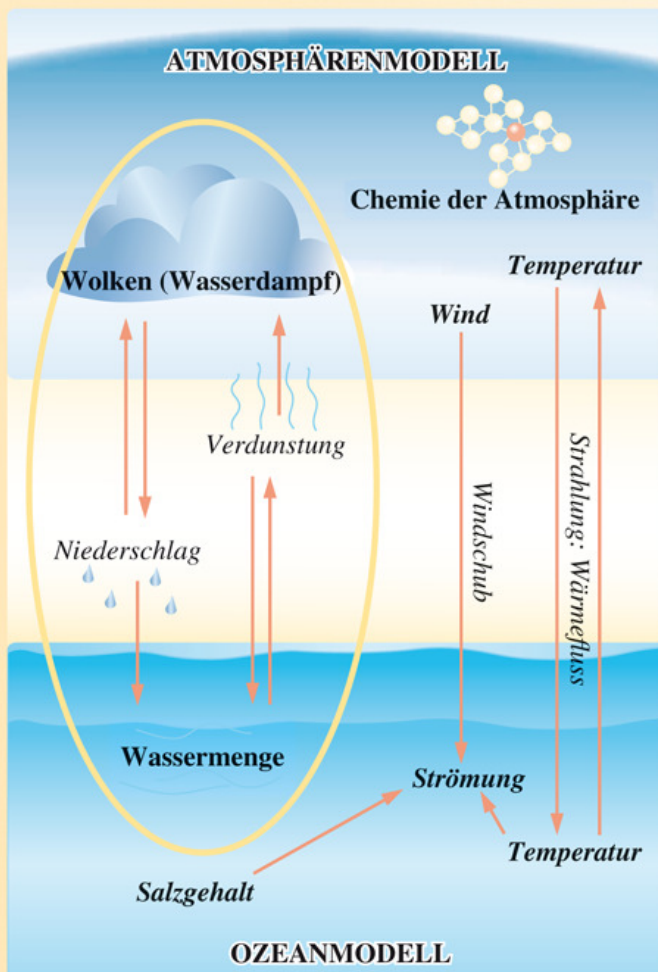
### Das Klima wird erforscht

In Zeiten der weltweiten Klimadiskussion ist es von großer Bedeutung, zu analysieren, wie wir durch unsere Handlungen und Lebensweisen das Klima der Erde verändern. Aber das System Erde ist zu komplex, um in einem Laborexperiment nachgestellt zu werden. Deshalb werden Forscher damit beauftragt, Klimamodelle aufzustellen, um abzuschätzen, wie das Klima in der Zukunft aussehen könnte.


#### Schon gewusst?

Der *Earth Simulator* (Bild rechts) ist ein Supercomputer in Form eines Rechnersystems zur Simulation globaler Phänomene.

Es wurde 2002 am Yokohama Institute for Earth Sciences (YES) installiert.  162-1



#### Aufbau eines Klimamodells

Es gibt viele Teilprozesse des Klimas (z. B. die Chemie der Atmosphäre), die man mittlerweile sehr gut wissenschaftlich beschrieben hat und demzufolge auch gut berechnen kann. Es ist aber unmöglich, sämtliche Teilprozesse in ein einzelnes Klimamodell zu integrieren. Denn einerseits sind es zu viele (z. B. ist auch das Atmen der Weltbevölkerung klimawirksam) und andererseits gibt es Wechselwirkungen zwischen den Prozessen, die eine Berechnung noch zusätzlich erschweren. Jedes Klimamodell berücksichtigt deshalb nur einen Teil der bekannten und berechenbaren Prozesse sowie deren Wechselwirkungen. Es gibt folglich mehrere unterschiedliche Klimamodelle. Jedes einzelne basiert auf einer Auswahl der betrachteten Teilprozesse, berechnet per Näherung deren Wechselwirkungen und gewichtet die Ergebnisse.  162-2

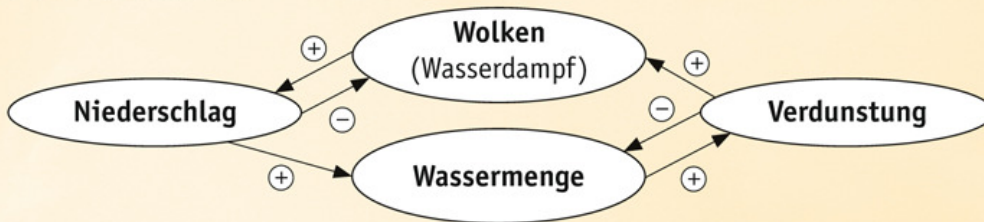
Die Güte eines Modells wird daran gemessen, wie genau es die Vergangenheit simuliert.

#### Wirkungsdiagramm

Die Abbildung links zeigt die Struktur eines sehr einfachen Klimamodells mit den wesentlichen Größen und ihren wechselseitigen Wirkungen, die durch Pfeile dargestellt werden.

Man spricht deshalb bei solch einer Darstellung von einem Wirkungsdiagramm.

In der Abbildung wurde ein Teilbereich durch gelbe Umrandung hervorgehoben. Das zugehörige Wirkungsdiagramm siehst du unten abgebildet: Die Pfeile zeigen die Richtung der Wirkung. Die Art der Wirkung (positiv oder negativ) wird durch entsprechende Zeichen an den Pfeilen verdeutlicht.



Eine Zunahme der Verdunstung vergrößert z. B. die vorhandene Wolkenbildung; deshalb steht das Pluszeichen an dem Pfeil. Der Niederschlag wirkt sich positiv auf die Wassermenge des Ozeans aus, also steht auch ein Pluszeichen an dem entsprechenden Pfeil.

Meist werden in einem Wirkungsdiagramm die Größen in Kreisen oder Ellipsen dargestellt und ihre Beziehungen durch Pfeile veranschaulicht. Die Pfeilspitze gibt die Richtung der Wirkung an und mit Plus- oder Minuszeichen an den Pfeilen wird die Art der Wirkung (verstärkend oder abschwächend) beschrieben.

#### Aufstellen eines Wirkungsdiagramms


- Suche und beschreibe die Größen des Systems.
- Stelle die Größen in Kreisen oder Ellipsen dar.
- Zeichne die Wirkungspfeile.
- Kennzeichne die Wirkung der Wirkungspfeile: verstärkend (+) oder abschwächend (-).

## Aufgaben

- In diesem sehr einfachen Bevölkerungssystem wirkt ein **positiver Regelkreis**: Bei gleich bleibender Fruchtbarkeit (Geburten pro 1000 Menschen) steigt die Bevölkerungszahl und bei steigender Bevölkerungszahl muss auch die Gesamtzahl der Geburten steigen. Du hast sicher bemerkt, dass die Darstellung zu einfach ist. Denn die Abnahme der Bevölkerung durch Todesfälle kann nicht außer Acht gelassen werden. Die Anzahl der Todesfälle hängt von der Lebenserwartung ab. Ergänze das Wirkungsdiagramm entsprechend.



## 2 Staatshaushalt

Kennzeichne die Wirkungen der Wirkungspfeile in der Abbildung und suche nach einem positiven Regelkreis in der Abbildung.  163-1

