

Wie breitet sich eine Epidemie aus?



Auftrag 1

Führt die Simulation so durch, wie sie in **Material 1** beschrieben ist.

- Fertigt eine Grafik an, die zeigt, wie sich die Krankheit in eurer kleinen Bevölkerung ausbreitet. Wie viele Spieler überlebten die Epidemie? Wie viele sind gesund? Wie viele Runden dauerte eure Simulation?
- In der Simulation gibt es drei Gruppen: Gesunde, Kranke und Tote. Stellt mit Hilfe eines Diagramms dar, welche Übergänge es zwischen den einzelnen Gruppen gibt.

Auftrag 2

Entwickelt ein mathematisches Modell für eine größere Bevölkerung (1000 Personen), das die gleichen Übergänge wie in der Simulation zulassen soll. In der Simulation war die Entwicklung der Bevölkerungsgruppen vom Zufall geprägt (Karten ziehen und würfeln). Ein mathematisches Modell zu entwickeln, das den Zufall mitberücksichtigt, ist schwierig. Darauf könnt ihr der Einfachheit halber verzichten.

- t soll in eurem Modell die Nummer der Simulationsrunde bezeichnen. $t = 0$ steht dann für den Simulationsbeginn und $t = 6$ für den Zeitpunkt nach der 6. Simulationsrunde.
- Bezeichnet die Anzahl der gesunden Menschen zum Zeitpunkt t mit G_t , jene der kranken Menschen mit K_t und jene der Toten mit T_t .
(Dann steht etwa K_7 für die Anzahl der Kranken zum Zeitpunkt $t = 7$.)
- Entwickelt einen Term, der angibt, wie viele kranke Menschen im Zeitschritt von t auf $t + 1$ gesund werden. Ihr könnt dabei zum Beispiel annehmen, dass in diesem Zeitschritt ein fester Prozentsatz der kranken Menschen gesund wird.

Auftrag 3

Kernstück eines Modells zur Beschreibung einer Epidemie ist die Übertragung der Krankheit. Zu einer Ansteckung kann es nur dann kommen, wenn ein Gesunder einem Kranken begegnet. Welche Bedingungen müssen in einer Bevölkerung vorliegen, damit es besonders häufig zu solchen Begegnungen kommen kann? erinnert euch an Simulationsrunden, in denen Gesunde und Kranke besonders häufig aufeinander trafen.

Entwickelt darauf aufbauend einen möglichst einfachen Term, der angibt, wie viele gesunde Menschen im Zeitschritt von t auf $t + 1$ krank werden. Dieser Term soll auch berücksichtigen, dass nur ein gewisser Prozentsatz der Begegnungen zwischen Gesunden und Kranken tatsächlich zu einer Ansteckung führt.

Auftrag 4

Jetzt fehlt noch der Übergang von der Gruppe der Kranken zu den Toten. Entwickelt einen Term, der angibt, wie viele Menschen im Zeitschritt von t auf $t + 1$ an der Krankheit sterben. (Lasst in eurem Modell alle anderen möglichen Todesursachen außer Betracht.) Gebt Formeln an, mit denen man G_{t+1} , K_{t+1} und T_{t+1} aus G_t , K_t und T_t berechnen kann. Verwendet dazu die in den Arbeitsaufträgen 2 bis 4 entwickelten Terme.

Auftrag 5

Ihr könnt nun eure Formeln nutzen, um eine Simulation für eine Bevölkerung mit 1000 Menschen durchzuführen.

- Startet mit $G_0 = 990$, $K_0 = 10$ und $T_0 = 0$ und berechnet daraus G_1 , K_1 und T_1 . Daraus wiederum könnt ihr G_2 , K_2 und T_2 berechnen usw. Liefern eure Formeln realistische Ergebnisse? Wenn nicht, dann verändert sie entsprechend.
- Als letzten Schritt sollt ihr eine Simulation in einer Tabellenkalkulation durchführen. Fertigt je eine Spalte für die Gesunden, die Kranken und die Toten an und findet heraus, wie sich die Bevölkerung in eurem Modell im Laufe der Zeit entwickelt. Stirbt die Bevölkerung aus oder kann die Epidemie abgewendet werden?

Simulationsanleitung

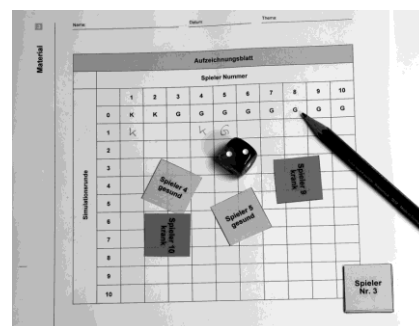
Material pro Gruppe: 1 Aufzeichnungsblatt, Bleistift, Würfel, 10 Zustandskarten, 10 Zufallskarten (Spieler 1 bis Spieler 10)

Vorbereitungen

Die Zustandskarten (Vorder- und Rückseiten) müssen ausgeschnitten und entsprechend zusammengeklebt werden. Auf der Vorderseite steht zum Beispiel „Spieler 4 – gesund“, auf der Rückseite „Spieler 4 – krank“.

Bildet Gruppen zu je zehn Personen (notfalls können einige auch gleichzeitig die Rolle zweier Spieler einnehmen). Jeder Spieler erhält eine Zustandskarte, die seinen derzeitigen Gesundheitszustand anzeigt.

Die Spieler mit den Nummern 1 und 2 beginnen dabei im Zustand „krank“ und legen ihre Karten mit der entsprechenden Seite nach oben vor sich ab. Alle anderen Spieler sind „gesund“ und legen ihre Karten mit dieser Seite nach oben vor sich ab.



Ablauf einer Simulationsrunde

Mischt zunächst die 10 verdeckt auf dem Tisch liegenden Zufallskarten. Zieht danach zwei Karten und dreht sie um. Die beiden Spieler mit den entsprechenden Nummern treten nun gegeneinander an:

- Sind beide Spieler gesund, so passiert nichts. Beide bleiben auch in der nächsten Runde gesund.
- Sind beide krank, so entscheidet sich nun, ob sie gesund werden, krank bleiben oder gar an der Krankheit sterben und aus der Simulation ausscheiden. Dazu würfelt zuerst der eine Spieler, danach der andere.

Augenzahl	Ereignis
1	Der Spieler ist zu schwach zum Weiterleben und scheidet tot aus.
2 bis 5	Der Spieler bleibt in der nächsten Runde krank.
6	Der Spieler wird wieder gesund und dreht seine Zustandskarte um.

- Ist ein Spieler gesund und der andere krank, so entscheidet sich zunächst, ob der Gesunde angesteckt wird. Dazu würfeln beide Spieler, wobei die höhere Augenzahl gewinnt. Ist der Gesunde Sieger, so bleibt er auch in der nächsten Runde gesund. Gewinnt der Kranke, so wird der Gesunde infiziert und muss seine Zustandskarte umdrehen. Bei Gleichstand wird so lange weitergewürfelt, bis ein Sieger feststeht. Am Ende dieser Paarung muss jedenfalls der Kranke noch einmal würfeln, um zu entscheiden, ob er gesund wird (6), krank bleibt (2 bis 5) oder sogar stirbt (1).

Nun werden zwei neue Zufallskarten gezogen – bis alle Spieler einmal angetreten sind. Insgesamt gibt es also in der ersten Simulationsrunde fünf solche Paarungen.

Am Ende einer kompletten Simulationsrunde wird auf dem Aufzeichnungsblatt vermerkt, welche Spieler gesund (G), krank (K) bzw. tot (T) sind.

Weitere Runden und Spielende

Die nächste Runde beginnt nun wieder damit, die Zufallskarten aller *noch lebenden* Spieler zu mischen. Sollte eine ungerade Anzahl an Spielern am Leben sein, so passiert mit dem verbleibenden Spieler Folgendes: Ist er gesund, so bleibt er es auch in der nächsten Runde. Ist er krank, so muss er würfeln, um zu entscheiden, ob er gesundet (6), krank bleibt (2 bis 5) oder stirbt (1).

Die Simulation endet entweder, wenn es keine Kranken mehr gibt, wenn also die Epidemie vorüber ist, oder wenn 10 Runden gespielt sind.

Name: _____

Datum: _____

Thema: _____

Material für die Simulation

Zustandskarten

In der Mitte knicken, dann beide Seiten zusammenkleben und die Karten ausschneiden.

Dann zeigt zum Beispiel die Vorderseite: Spieler 1 gesund – und die Rückseite: Spieler 1 krank

Spieler 1 gesund	Spieler 2 gesund	Spieler 3 gesund	Spieler 4 gesund	Spieler 5 gesund
Spieler 6 gesund	Spieler 7 gesund	Spieler 8 gesund	Spieler 9 gesund	Spieler 10 gesund
Spieler 6 krank	Spieler 7 krank	Spieler 8 krank	Spieler 9 krank	Spieler 10 krank
Spieler 1 krank	Spieler 2 krank	Spieler 3 krank	Spieler 4 krank	Spieler 5 krank

Zufallskarten

Bitte einzeln ausschneiden

Spieler Nr. 1	Spieler Nr. 2	Spieler Nr. 3	Spieler Nr. 4	Spieler Nr. 5
Spieler Nr. 6	Spieler Nr. 7	Spieler Nr. 8	Spieler Nr. 9	Spieler Nr. 10

Name: _____

Datum: _____

Thema: _____

Aufzeichnungsblatt											
	Spieler Nummer										
Simulationsrunde		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0	K	K	G	G	G	G	G	G	G	G
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										