

Reihe 11	Verlauf	Material	LEK	Glossar	Lösungen
S 1					

Die Ebola-Epidemie in Westafrika – Wachstumsvorgänge im realen Kontext modellieren

Antonius Warmeling, Hagen



Foto: Zoom Dosso/AFP/Getty Images

Die Ebola-Epidemie hat schon viele Todesopfer gefordert.

Datum: 10/11

Dauer: 2 Stunden

Inhalt: Exponentialfunktionen in Sachzusammenhängen, Wachstumsprozesse, Wachstumsfaktor und -rate, Punktediagramme und Regressionsfunktionen

Ihr Plus:

- ✓ Excel- und GeoGebra-Dateien zur exponentiellen und logistischen Modellierung
- ✓ geeignet für fachübergreifenden Unterricht (Informatik)
- ✓ selbst organisiertes Arbeiten

Seit dem Sommer 2014 erschüttern die Meldungen über die Anzahl der an Ebola Erkrankten die westliche Welt. Um die Brisanz der Situation jenseits von Panikmache und Voyeu-
rische Neugier zu begreifen zu können, muss man Daten beurteilen und Prognosen erstellen können.

Didaktisch-methodische Hinweise

In dieser kleinen Unterrichtseinheit geht es zum einen um die Nutzung der Exponentialfunktionen zur **Modellierung** realer Daten. Mindestens genauso wichtig ist es zum anderen, dass die Schüler lernen, kritisch mit ihren Ergebnissen und den z. T. unbedachten Interpretationen in den Medien umzugehen.

Das Thema „Ebola“ ist deshalb in diesem Zusammenhang sehr geeignet, weil es seit August 2014 eine große Anzahl von Medienbeiträgen gegeben hat, in denen Begriffe wie „**exponentielles Wachstum**“ entweder direkt genannt werden oder doch wenigstens Grundlagen für die beschriebenen Prognosen sind.

Voraussetzungen

Den Schülern sollten die **Exponentialfunktionen** schon von dieser Einheit bekannt sein. Dass man auch **Datenwolken** über **exponentielle** und **logistische Trendfunktionen** beschreiben kann, können sie an diesem Beispiel lernen.

Exponentielles und logistisches Wachstum

Funktionen mit Gleichungen der Form

$$f(x) = a^x \quad \text{mit } a > 0, a \neq 1 \text{ für } a \in \mathbb{R}$$

heißen **Exponentialfunktionen**.

Für $a > 1$ ist die Funktion monoton wachsend und umkehrbar.

Für $0 < a < 1$ ist sie monoton fallend und ebenfalls umkehrbar.

Ein **exponentieller Prozess** ist durch gekennzeichnet, dass die Werte pro Zeiteinheit t um einen festen Prozentsatz steigen oder fallen. Typisch für die graphischen Darstellungen solcher Prozesse ist die stetig zunehmende Steigung. Sie ist proportional zum Funktionswert, kurz:

$$f'(t) = k \cdot f(t) \quad \text{mit } f(t) > 0 \text{ und } k \text{ als Proportionalitätsfaktor,}$$

wobei für $k > 0$ exponentielle Zunahme und für $k < 0$ exponentieller Zerfall stattfindet.

Exponentielles Wachstum lässt sich in der Form $f(t) = a \cdot q^t$ bzw. – in der Oberstufe – als $f(t) = a \cdot e^{kt}$ schreiben, wobei ist $a \in \mathbb{R}$, $a \neq 0$ der **Anfangswert** (für $t = 0$) und $q = e^k > 0$, $q \neq 1$ der **Änderungsfaktor**. Ist $q > 1$, so liegt eine exponentielle **Zunahme** vor, bei $0 < q < 1$ ein exponentielle **Zerfall**.

Bei einem **logistischen Wachstum** ist die Steigung proportional zum momentanen Bestand $f(t)$ und zum „**Sättigungsmanko**“ $G - f(t)$, kurz:

$$f'(t) = k \cdot f(t) \cdot (G - f(t)).$$

Dabei ist G die Grenze, gegen die die Funktion konvergiert. Typisch für den Verlauf des Graphen einer logistischen Funktion ist die sog. **S-Form**. Diese resultiert daraus, dass zu Anfang $f(t)$ klein ist und damit die Änderungsrate klein. Nach einem rasanten Anstieg werden dann die Änderungsraten wieder kleiner, weil das „Sättigungsmanko“ $G - f(t)$ immer kleiner wird.

Reihe 11 S 3	Verlauf	Material	LEK	Glossar	Lösungen
-----------------	---------	----------	-----	---------	----------

Löst man die oben angegebene Differentialgleichung (vgl. **CD-ROM 59**), so erhält man den Term einer logistischen Funktion. In der folgenden Darstellung ist er so umgeformt, dass im Zähler nur noch die Grenze G zu finden ist:

$$f(t) = \frac{G}{1 + \left(\frac{G}{n_0} - 1\right) \cdot e^{-k \cdot G \cdot t}}$$

Dabei ist für ein logistisches Wachstum $G > 0$ die schon oben beschriebene Grenze, $0 < n_0 < G$ die Anfangszahl (zum Zeitpunkt $t = 0$) und $k > 0$ ein Faktor.

III/B

Der Ablauf der Reihe

Der Einstieg

Zum Einstieg in ein neues Thema eignet sich die Methode **Placemat** sehr gut (**M 1**). In ganz kurzer Zeit (ca. 15 Minuten) erhalten Sie einen schnellen Überblick über das Vorwissen Ihrer Schüler oder Ideen in der Klasse. Wichtig ist dabei, dass Sie genau auf die Einhaltung der Zeiten achten. Gibt es vielfältige Rückmeldungen aus der Lerngruppe, so bietet es sich an, die Karten zum Abschluss noch zu „gruppieren“, d. h., nach Themenfeldern zu sortieren. Sie brauchen für den Einstieg nicht unbedingt das Material **M 1**, Sie können den Ablauf auch schnell mündlich erklären, wenn Sie z. B. ein ausgefülltes DIN-A3-Blatt für vier Schüler zum Vorzeigen mitbringen.

Danach verteilen Sie gleich das Material **M 2** mit dem Auftrag, die Aufgabenteile a) und b) zu bearbeiten. Für die Übersetzung des Textes ist es hilfreich, wenn Ihre Schüler ihre Wörterbücher oder einen Online-Zugang zur Verfügung haben. Die Berechnungen zu b) können Sie ggf. auch in die **Hausaufgaben** verschieben. Ob die Schüler diese nun „zu Fuß“ machen, d. h., jeweils 20 Tage abzählen und die Zahl der Betroffenen verdoppeln, oder Excel mit seinen Möglichkeiten zum schnellen Kopieren von Formeln nutzen, hängt von den Vorerfahrungen ab.

Bei den Besprechungen sollten Sie unter anderem auf den Satz „Da nach einer Schätzung die Dunkelziffer bei 150 % liegt, gehen viele Fachleute vom 2,5-Fachen aus.“ eingehen, weil den schwächeren Schülern auch in der Oberstufe der Zusammenhang nicht unbedingt deutlich wird.

Das Material **M 2** thematisiert schon sehr deutlich die Kritik am unreflektierten Anwenden eines exponentiellen Wachstums und ist daher wichtig. Insbesondere macht Aufgabenteil c) deutlich, dass exponentielles Wachstum in der Realität über einen längeren Zeitraum selten bis gar nicht vorkommt.

Die erste Modellierung

Mit dem Material **M 3** teilen Sie je nach Vorwissen der Schüler auch die **Tippkarte M 7** aus. So sollten die Schüler selbstständig in der Lage sein, ein Punktediagramm zu erstellen. Sie können in diesem Zusammenhang selbstverständlich auch **GeoGebra** oder einen graphischen Taschenrechner mit oder ohne CAS einsetzen. Weisen Sie darauf hin, dass jedes Diagramm mindestens eine Überschrift und beschriftete Achsen enthalten sollte.

Die Anzahl der Infizierten enthält auch die Anzahl der Gestorbenen. Dazu passt das erste Zahlenpaar 73 Infizierte und 121 Tote nicht. Dies ist wahrscheinlich mit dem Datenchaos zu Beginn der systematischen Aufzeichnungen zu erklären. Dieses Phänomen tritt immer wieder mal auf.

Beispielsweise gibt es vom 23. auf den 29.10.2014 eine gewaltige Zunahme der Infizierten, während es um diesen Zeitpunkt herum eine Stagnation oder sogar einen Rückgang bei den Toten gibt.

In den Materialien **M 3** und **M 4** sind sowohl die Anzahlen für die Infizierten als auch für die Toten angegeben. Sie können – z. B. bei Zeitmangel – die Schüler daher arbeitsteilig arbeiten lassen. Je nach der technischen Ausstattung (Anzahl PC, etc.) arbeiten die Schüler einzeln oder in Partner- bzw. Vierergruppen.

Die händische Berechnung einer Exponentialfunktion in **M 4**, Teilaufgabe 4, sollten Sie mindestens einmal an dieser Stelle durchführen lassen, weil dabei wichtige mathematische Kompetenzen (**Termumformungen, Lösen von Gleichungen**) trainiert werden und ggf. auch die Abhängigkeit der Lösung von der Wahl der besten Punkte deutlich wird. Falls Sie darauf besonderen Wert legen wollen, ist es sinnvoll mit Laptop und Beamer oder Activboard die Datenwolke schon vorzubereiten und „live“ von den Schülern ermittelte Funktionen einzutragen. Dies geht am besten mit GeoGebra (CD-ROM 59).

Die Nutzung der **Trendfunktionen** kann als Blackbox geschahen. Gehen Sie aber kurz auf die Hintergründe („Die Summe der Abweichungsquadrate ist minimal.“) ein, z. B. wenn Sie schon die **lineare Regression** behandelt haben. Ansonsten lassen die Informationen reichen, dass die Trendfunktion so berechnet wird, dass sie den Verlauf der Datenwolke gut beschreibt.

Dieses Material (**M 3**) hat eine zentrale Bedeutung in der Reihe. Nehmen Sie sich daher für die Besprechung Zeit und lassen Sie mehrere Schüler ihre Lösungen präsentieren. Arbeiten Sie auch heraus, dass ein 2,5-facher Anfangswert zu einem 2,5-fachen Prognosewert zur Folge hat.

Der Vergleich mit den Zahlen aus dem BILD-Beitrag (**M 2**) macht auch deutlich, dass Medien gerne die extremen Werte verwenden, um besonders erschreckende Aussagen machen zu können. Während das im hier zitierten Beitrag noch deutlich relativiert wird, haben andere Medien die Zahl ohne weitere Erläuterungen übernommen (z. B. berichtet BILD am 20.09.2014 über 500 000 Neuinfektionen im Januar:

<http://www.bild.de/news/ausland/news/ausland/ebola-500-000-neuinfektionen-befuerchtet-37743104.bild.html>).

Der weitere Verlauf untersuchen

Das Material **M 4** dient dazu, die neuen Techniken (**Punktediagramm mit Trendfunktion**) zu trainieren und dazu festzustellen, wie Schüler dabei nur die neuen Daten oder alle bis dahin bekannten Daten untersuchen, ist zweitrangig. Wenn Sie das Vorgehen offenlassen, haben Sie unter Umständen noch weitere Vergleichsmöglichkeiten. Beide Wege sind in den Lösungen ausführlich beschrieben (Datei „**ebola-Loesungen.xlsx**“, Reiter M 4 bzw. M 4_alternativ auf CD-ROM 59).

Hier sollten Sie besonderes Augenmerk auf den Vergleich zwischen den Ergebnissen von **M 3** und **M 4** legen. Herauskommen muss, dass die Wachstumsfaktoren kleiner geworden sind, d. h. dass das Wachstum sich immer mehr abschwächt. Dies ist auch schon den Punktediagrammen zu entnehmen.

Wenn Sie noch weiteres Übungsmaterial benötigen, so finden Sie alle Daten auch für die einzelnen Länder **Liberia, Sierra Leone** und **Guinea** in der Datei **ebola.xls** auf **CD-ROM 59**. Für ein Projekt könnte es sehr reizvoll sein, die unterschiedlichen Verläufe in den Ländern zu thematisieren.



Das logistische Wachstum

Wenn man die Erkenntnis, dass die Wachstumsraten immer kleiner werden, zu Ende denkt, ergibt sich automatisch der S-förmige Verlauf. Aus diesem Grunde gibt es zum Abschluss noch ein Material (**M 5**), mit dem alle bekannten Daten (bis zum 01.1.2015) auf logistisches Wachstum untersucht werden.

Da Excel eine solche Trendfunktion aber nicht anbietet, kann man per Augenmaß und mithilfe dreier Schieberegler eine geeignete Funktion suchen. Dazu finden Sie auf der beiliegenden **CD-ROM 59** die Datei **ebola_logistisch.xls**. Dort müssen die Schüler lediglich die Schieberegler so verändern, dass eine gute Beschreibung des Datenverlaufs erkennbar ist. Das ist gar nicht so einfach, weil die Schüler erst einmal herausbekommen müssen, wie sich die verschiedenen Parameter auf den Verlauf der Funktion auswirken. Der Zähler der ermittelten Funktion zeigt dann die zu erwartende Grenze an. Auch hier ist wieder eine rechnerische Überprüfung der Trendfunktion mithilfe von **GeoGebra** oder des graphischen Taschenrechners möglich.

Für weitergehende Untersuchungen der Länderdaten stehen auch noch die Datei **ebola_logistisch_laender.xls** zur Verfügung.

Außerdem finden Sie auf der **CD-ROM 59** als Hintergrundmaterial einen kurzen Artikel zu „**Wachstumsprozessen und Differenzialgleichungen**“

Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allg. mathematische Kompetenz	Leitidee	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler	Anforderungsbereich
K 3, K 4	L 4, L 5	... übersetzen einen Text ins Deutsche und entnehmen ihm die relevanten mathematischen Informationen (M 2),	I, II
K 3, K 4	L 4, L 5	... setzen Informationen in Rechnungen um (M 2–M 3),	II
K 3, K 4	L 4, L 5	... stellen die Daten in einem Punktediagramm dar und interpretieren den Verlauf der Trendlinie (M 3),	II, III
K 3, K 5	L 4	... beschreiben Datenwolken mithilfe geeigneter Funktionen, ... nutzen dazu Werkzeuge wie Tabellenkalkulation oder CAS (M 3–M 5),	II
K 3, K 5	L 4	... entwickeln auf der Basis von Trendfunktionen Prognosen und berücksichtigen die darin enthaltenen Vorgaben (M 3–M 5),	II, III
K 3, K 6	L 4	... beschreiben die Ergebnisse einer solchen Prognose verbal und mithilfe von Termen und bewerten sie kritisch (M 3–M 5).	II

Für welche Kompetenzen und Anforderungsbereiche die Abkürzungen stehen, finden Sie auf der beiliegenden **CD-ROM 59**.

Reihe 11 S 6	Verlauf	Material	LEK	Glossar	Lösungen
-----------------	---------	----------	-----	---------	----------

Auf einen Blick

Einstieg

Material	Thema	Stunde
M 1	Was wissen Sie über Ebola? – Ein Placemat als Einstieg Vorwissen und Meinungen zusammentragen	1.

Mit Exponentialfunktionen modellieren

Material	Thema	Stunde
M 2	Erste Informationen zur Ebola-Epidemie A Primer on the Deadly Math of Ebola: Aus einem Zeitungsartikel Informationen herausarbeiten und mathematisch modellieren	1.
M 3	Die konkreten Zahlen untersuchen Punktediagramme erstellen; mit einem Tabellenkalkulationsprogramm oder rechnerisch die dazugehörigen Exponentialfunktionen bestimmen; den Verlauf interpretieren; Prognose erstellen	2./3.
M 4	Die weitere Entwicklung der Epidemie Für Datenwolken passende Exponentialfunktionen bestimmen; Prognosen erstellen; Modellierungen beurteilen	4.
M 5	Logistisches Wachstum Mit GeoGebra (Befehl <i>Trendlogistisch</i>) und Excel (mit Schiebereglern) eine logistische Wachstumsfunktion für dieselbe Datenwolke bestimmen und die Ergebnisse vergleichen; Modellierungen beurteilen	5.

Zusatzmaterial

Material	Thema
M 6 (Fo)	Die Ebola-Epidemie in Westafrika Karte der Ebola-Epidemie in Westafrika
M 7	Punktediagramme in MS Excel – Tippkarte Hilfe zur Erstellung von Punktediagrammen

Minimalplan

Sie können bei Zeitmangel auf **M 5** verzichten, weil die Veränderung der Wachstumsrate schon im Vergleich der Ergebnisse aus **M 3** und **M 4** deutlich wird.

Reihe 11	Verlauf	Material S 2	LEK	Glossar	Lösungen
-----------------	----------------	------------------------	------------	----------------	-----------------

M 2 Erste Informationen zur Ebola-Epidemie

Ein Zeitungsartikel

A Primer on the Deadly Math of Ebola

By Peter Coy September 26, 2014

If the Ebola virus continued to tear through the world's population at the rate it has done recently in West Africa, all hell would break loose. The U.S. Centers for Disease Control and Prevention estimated on Sept. 26 that cases in Liberia and Sierra Leone were doubling every 20 days. Hypothetically speaking, if the Ebola outbreak continued to spread at that same pace, which it won't, the number of cases could surpass 1 million by January, 100 million by June, and 1 billion by August, before infecting the entire world population sometime next fall. (...)

<http://www.bloomberg.com/bw/articles/2014-09-26/ebola-s-deadly-math>

Aufgabe

a) Übersetzen Sie den Text.

Woran erkennen Sie, dass hier ein exponentieller Prozess angenommen wird?

b) Am 25.09.2014 wurden insgesamt 6242 Infizierte gemeldet. Da nach einer Schätzung die Dunkelziffer bei 150 % liegt, gehen viele Menschen vom 2,5-Fachen aus.

Quelle für Dunkelziffer: CDC (Centers for Disease Control and Prevention)

Untersuchen Sie, ob diese Zahlen Grundlage für die obige Agenturenurteilung gewesen sein könnten.

c) Der Text führt aus, dass es sich bei den Schätzungen nur um hypothetische Zahlen handelt. Geben Sie Gründe an, die eine entsprechende Entwicklung verhindern.

Tip

Schauen Sie sich auch die Karte an.

Karte von Afrika (Stand: 20.08.2014): Gebiete mit Ebola-Fällen, Zahlen der Infizierten und Gestorbenen

© picture-alliance/dpa-Grafik, Redaktion: Tabea; Grafik: A. Schäfer/Bökelmann



Reihe 11	Verlauf	Material S 3	LEK	Glossar	Lösungen
-----------------	----------------	-------------------------	------------	----------------	-----------------

M 3 Die konkreten Zahlen untersuchen

Die Daten

Dauer der Epidemie		gesamt		
Datum	Tage	infiziert	gestorben	
14.04.2014	105	73	121	Der Beginn der Epidemie wurde von der WHO auf den 30.12.2013 festgelegt. Auf dieses Datum bezieht sich die Anzahl der Tage. Aus dem Vergleich der benutzten und einer Schätzung der benötigten Betten haben die Experten ab, dass auf einen bekannten Fall 1,5 nicht bediente kommen.
11.06.2014	163	520	295	
26.06.2014	178	599	338	
20.07.2014	202	1048	632	
24.07.2014	206	1201	672	
09.08.2014	222	1835	1011	
18.08.2014	231	2458	1311	
22.08.2014	235	2599	1422	
28.08.2014	241	3052	1546	
31.08.2014	244	3685	1841	
06.09.2014	250	4269	2288	
14.09.2014	258	5325	2629	
20.09.2014	264	5841	2803	
25.09.2014	269	6242	2909	
<u>Quellen:</u>		http://www.zeit.de/wissen/gesundheit/2014-07/ebola-westafrika-faq		
		EBOLA RESPONSE ROADMAP		
		http://www.who.int/csr/disease/ebola/en/		

Arbeitsauftrag

Für technische Hilfe stehen Ihnen die Tippkarte **Punkte-Diagramme in MS Excel (M 7)** zur Verfügung.

- Erstellen Sie ein **Punktediagramm**, indem Sie die Zahl der Infizierten (der Toten) gegen vergangene Tage seit Beginn der Epidemie auftragen.
- Bestimmen Sie eine Exponentialfunktion, die den Verlauf der Punktwolke gut beschreibt. Dies können Sie auf verschiedene Weise erhalten:
 - Wählen Sie zwei charakteristische Punkte aus. Berechnen Sie mithilfe der Koordinaten die Parameter der Funktion $f(t) = a \cdot q^t$.
 - Nutzen Sie die Möglichkeiten der Tabellenkalkulation, eine **Trendfunktion** zu erstellen.
- Nutzen Sie die zuvor bestimmte Funktion,
 - um eine Prognose für den 01.01.2015 zu erstellen,
 - um zu berechnen, wann die 1-Mio.-Grenze übersprungen wird.
- Berücksichtigen Sie nun auch die Dunkelziffer. Berechnen Sie auf dieser Basis die Teilaufgabe c) neu.
- Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit den Zahlen aus dem Bloomberg-Beitrag (**M 2**).

M 4 Die weitere Entwicklung der Epidemie

Nachdem die WHO-Direktorin Margaret Chan am 08.08.2014 die Ebola-Epidemie zur Gesundheitsgefahr internationalen Ausmaßes erklärt hatte, lief die Hilfe zunächst nur sehr schleppend an. Erst als Horrormeldungen mit Hochrechnungen von einer halben Million Infizierter bis zum Januar 2015 die Welt erschütterten und einige wenige Fälle auch in den USA und Europa auftraten, wurden die Hilfsmaßnahmen intensiviert.

Sie bestanden z. B. aus Behandlungszentren, die in den besonders betroffenen Gebieten aufgebaut wurden. Ebenso wichtig war es, für sichere Beerdigungen zu sorgen. Die WHO setzte sich das Ziel, in den ersten 60 Tagen bis zu 70 % der betroffenen Patienten isolieren und auch 70 % der Toten sicher begraben zu können.

Die Zahl der Behandlungszentren wuchs z. B. von 17 (Meldung vom 26.11.2014) über 30 (31.12.2014) auf 42 (28.01.2015).

Die Zahlen schließen an die Daten aus **M 3** an.

Dauer der Epidemie		gesamt	
Datum	Tage	Infiziert	gestorben
28.09.2014	272		3330
01.10.2014	275	7470	3431
05.10.2014	279	10011	3857
07.10.2014	281	10327	4024
12.10.2014	286	108973	4484
19.10.2014	293	119911	4868
23.10.2014	297	121114	4912
29.10.2014	303	13540	4941
02.11.2014	307	13015	4808
04.11.2014	309	13241	4950
11.11.2014	315	14383	5165
17.11.2014	323	15319	5444
23.11.2014	328	15901	5674
30.11.2014	335	17111	6055

Arbeitsauftrag

- Intensivieren Sie sich darüber, warum Beerdigungen von Ebola-Toten ein großes Risiko darstellen.
- Bestimmen Sie zur Entwicklung der Infiziertenzahl (bzw. der Anzahl der Toten) eine Exponentialfunktion, die die Datenwolke gut beschreibt.
- Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der Funktion, die die Daten der ersten 269 Tage beschreibt. Welche Schlussfolgerungen können Sie daraus in Bezug auf die Entwicklung der Epidemie und die Wirkung der eingeleiteten Maßnahmen ziehen?

Reihe 11	Verlauf	Material S 5	LEK	Glossar	Lösungen
-----------------	----------------	------------------------	------------	----------------	-----------------

M 5 Logistisches Wachstum

Für Prozesse, bei denen die untersuchte Anzahl etc. nicht abnehmen kann (z. B. bei den Ebola-Toten), ist ein S-förmiger Verlauf typisch. Dieses sog. **logistische Wachstum** wird durch eine Funktion

$$f(t) = \frac{G}{1 + \left(\frac{G}{n_0} - 1\right) \cdot e^{-kGt}}$$

beschrieben. Dabei ist G die Grenze, gegen die die Anzahl strebt, n_0 die Anfangszahl und k ein Faktor. e ist die sog. Euler'sche Zahl ($e \approx 2,71828$), die in jedem wissenschaftlichen Taschenrechner einprogrammiert ist.

Da Excel zum logistischen Wachstum keine Trendfunktion anbietet, gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Nutzen Sie GeoGebra:

Wenn die Punktwolke in Liste1 definiert ist, geht das mit dem Befehl **TrendLogistisch[Liste1]**.

Beachten Sie Groß- und Kleinschreibung.

Die fertige Datensammlung (**ebola_ggb_115.ggb**) können Sie sich von Ihrer Lehrperson geben lassen.
2. Mithilfe dreier Schieberegler für G, n_0 und k können Sie in **Excel** „per Augenmaß“ die Funktion so einstellen, dass sie die Punktwolke gut beschreibt.

Die vorbereitete Datensammlung mit fertigen Schiebereglern (**ebola_logistisch.xls**) erhalten Sie von Ihrer Lehrperson.



Arbeitsauftrag

a) Bestimmen Sie die logistische Wachstumsfunktion für die Zahl der Infizierten (Toten).

Tipp

Die eine Hälfte der Lerngruppe benutzt dazu **GeoGebra**, die andere **Excel**.

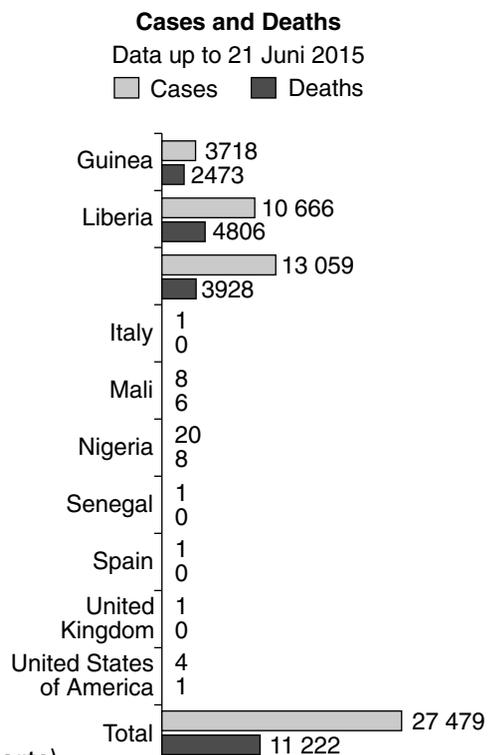
b) Geben Sie an, in welchen Bereichen die gefundene Funktion den Verlauf der Datenwolke nicht gut beschreibt.

c) Vergleichen Sie die Grenze, die Sie über die Trendfunktion in **GeoGebra** erhalten haben, mit der, die Ihre Mitschüler „per Augenmaß“ mithilfe von Excel ermittelt haben.

d) Recherchieren Sie die aktuelle (bzw. bekannte) Zahl an Infizierten und Toten in Westafrika und vergleichen Sie diese mit den bestimmten Grenzen.

Tipp

Eine gute Quelle ist die WHO (z. B. <http://apps.who.int/ebola/en/ebola-situation-reports>).



M 6 Die Ebola-Epidemie in Westafrika

III/B



Karte von Westafrika (Stand: 20.08.2014): Gebiete mit Ebola-Fällen, Zahlen der Infizierten und Gestorbenen © picture-alliance/dpa-Grafik, Redaktion: S. Tanke; Grafik: A. Schäfer/Bökelmann

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de