

Hinweise zu «Exponentielles Wachstum: Die Hefe vermehrt sich»

Erstellt am 05.05.2020, ein Auszug aus dem SJW-Heft Nr. 2629:

«Sichtbar unsichtbar – Alina und Conrad entdecken Mikroorganismen»

(Auch auf Französisch und Englisch bestellbar.)

Ausgangssituation und Einführung für die Schülern/-innen (8 bis 12 Jahre):

Was besprechen Alina, Conrad, Said und Henriette?

Wie sind aktuelle Zeitungsartikel und YouTube-Filme zu verstehen?

- Alle reden über die «Hefe», die in den Regalen der Lebensmittelläden nicht mehr vorhanden ist.
- Alle befinden sich im Lockdown. Damit wollen wir den «exponentiellen» Anstieg von Infektionen eindämmen.
- Wissenschaftler/-innen berichten, sie hätten einen Impfstoff entwickelt, der in Backhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) hergestellt wird.

Diesem Phänomenen liegt eine exponentielle Veränderung zugrunde:

Die pdf-Datei von «oben» nach «unten» durchblättern, so vermehrt sich eine Hefe-Zelle:

In zwei Stunden werden aus einem Hefewürfel zwei und ebenfalls in zwei Stunden entstehen aus 500 Hefe-Zellen ganze Tausend (1'000). Tendenziell haben Menschen Schwierigkeiten, das exponentielle Wachstum (Abbildung) zu verstehen: Die Menge wächst zuerst scheinbar moderat an und scheint dann plötzlich zu «explodieren», was den exponentiellen Vorgang so «bedrohlich» machen kann.

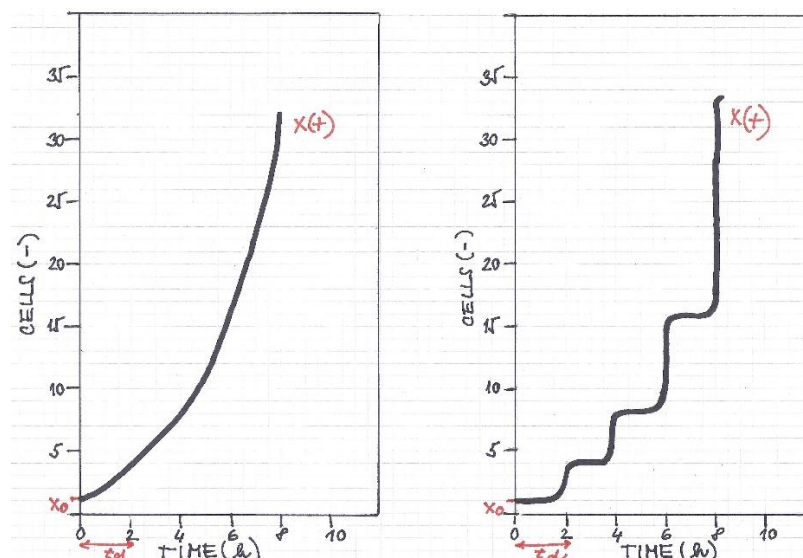


Abbildung: Exponentielle Wachstumsfunktion

Das Wachstum beginnt mit mindestens einer Zelle (x_0), die sich in gleichen Zeitabschnitten (t_d) verdoppelt. Verschiedene Verläufe sind denkbar: Einige Mikroalgenzellen teilen sich in einem Schritt nicht in zwei, sondern von einer in vier. Verkürzt sich der Zeitabschnitt einer Verdopplung oder beginnt man mit mehreren Zellen, steigt mit der Zeit die Menge $x(t)$ «schneller» an. Gehen wir von einer durchmischten Population mehrerer Zellen aus, die sich in unterschiedlichen Zuständen der Teilung befinden, ist die exponentielle Wachstumskurve «glatt» (Bild links). Würden sich alle Zellen der Population jeweils synchron zum gleichen Zeitpunkt teilen, enthält die Wachstumskurve «Stufen» (Bild rechts).

Die uneingeschränkte Zellverdoppelung, also das exponentielle Wachstum, folgt einer Zahlenreihe bzw. einer exponentiellen Funktion auf Basis 2:

1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 usw.

$2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, 2^6, 2^7$ usw.

Exponentiell bedeutet:

Der aktuelle Bestand verändert sich (d.h. er erhöht oder verringert sich) in gleichen Zeitabschnitten um den gleichen Faktor. Je mehr Zeit vergeht, desto grösser ist die Differenz zwischen dem Istzustand und dem Zustand zuvor.

Aktuelle Beispiele aus den Medien:

Washington Post vom 07. April 2020:

<https://www.washingtonpost.com/opinions/2020/04/05/think-youre-out-bakers-yeast-think-again/>

Bunte vom 03. April 2020:

<https://www.msn.com/de-ch/kochen-und-genuss/essen-news/corona-krise-alles-ausverkauft-so-stellst-du-deine-eigene-hefe-her/ar-BB1218Vw?ocid=spartanntp>

Mailonline, 25. Februar 2020:

<https://www.dailymail.co.uk/news/article-8042325/Chinese-scientists-develop-oral-vaccine-beat-coronavirus-using-bakers-yeast.html>

Welt, 12 April 2020:

<https://www.welt.de/debatte/kommentare/plus207207205/Bill-Gates-Wir-muessen-Corona-global-bekaempfen.html>

«Die Menschheit ist letzten Endes nicht nur durch gemeinsame Werte und soziale Beziehungen verbunden. Zwischen uns besteht auch eine biologische Verbindung in Form eines mikroskopischen Netzes aus Keimen und Bakterien, durch das die Gesundheit eines Menschen mit der Gesundheit aller verwoben ist.»

Youtube-Video vom 27. August 2016:

<https://www.youtube.com/watch?v=9QgqU3vPBfo>

Andere Videos enthalten falsche bis gefährliche Informationen:

- *Vorsicht: Hefe darf nicht in einer geschlossenen Flasche aus Glas vermehrt werden. Wenn die Flasche explodiert, kann man sich an den Scherben verletzen.*
- *Wenn sich Schimmelpilze in der Flasche befinden, würden sie sich zusammen mit der Hefe vermehren. In der trüben Flüssigkeit sieht man sie mit blossem Auge nicht, aber sie sind trotzdem da.*

Denkfragen an die Schülerinnen und Schüler (und ihre Eltern):

Von exponentiellem Wachstum oder exponentiellem Zerfall spricht man, wenn die Veränderung einer Menge proportional zur aktuellen Menge ist. Die folgenden Fragen zeigen Beispiele dafür aus der Natur und Technik sowie in der Wirtschaft und Gesellschaft:

1. Wie viel Hefe müsste man haben, um einen ganzen Hefewürfel herzustellen?
Woher kommt diese Hefe?
2. Eine Seerosenpflanze verdoppelt sich jeden Tag und bedeckt einen Teich in 30 Tagen. Wenn der Teich vollständig bedeckt ist, ersticken die Lebewesen darin. Eine wie grosse Fläche des Teiches ist bereits bedeckt, wenn nur ein Tag bleibt, um sie zu retten?
3. Weshalb schlagen die Krankenhäuser bereits den höchsten Alarm, wenn «nur» die Hälfte der Bettenkapazität belegt ist? Welche Ähnlichkeit zu den «Seerosen» müsste in Betracht gezogen werden?
4. Welche Faktoren (und Massnahmen) verlangsamen die (exponentielle) Verbreitung einer Infektion?
5. Was passiert, wenn eine Person durchschnittlich nur eine weitere Person ansteckt?
Was passiert, wenn sich zwei infizierte Personen begegnen?
6. Weshalb muss die Kernspaltung in Kernkraftwerken von aussen kontrolliert werden?
Lässt sich der radioaktive Zerfall in Kraftwerkabfällen «kontrollieren»?
7. Inwiefern überlistete ein Wesir den König, als er nur ein Reiskorn auf das erste Feld des Schachbretts und je doppelt so viel auf jedes weitere Feld wünschte?
8. Welches Ziel verfolgte China mit der umstrittenen «Ein-Kind-Politik»?
Was wäre, wenn jede Familie durchschnittlich zwei Kinder hätte?
9. Wie hoch müsste ein Zins sein, damit eine Geldanlage, welche zur Geburt eines Kindes erstellt wurde, bis zum 18. Geburtstag verdoppelt wird?
10. Die Geschichte von Alina, Conrad, Said und Henriette könnte aufgeschrieben bzw. vervollständigt werden: Was überlegen sie sich und warum?

Im SJW-Heft finden Sie noch mehr zur «Biotechnologie» und «Hefe»: <http://www.sjw.ch/>

Eine kleine Ecke reicht, um einen ganzen Hefewürfel zu machen....

Die Angaben für ein Wachstumsexperiment, beschreiben wir in einem zusätzlichen Heft **«Hefe bläst den Ballon auf»** (auch hier zum Download).

Wie erklären Sie «exponentiell»?

Ihre Fragen und Ideen oder Anregungen aus Ihrer Schule oder von daheim interessieren uns.

Wir wollen (mit Ihnen) «take-it» und «share-it» didaktische Konzepte und Material für den Unterricht entwickeln, die einfach in Ihrer Klasse zu übertragen und weiterzuentwickeln sind.

Wir sind «daspool», ein Verein von Wissenschaftler/innen, Künstler/innen und Journalisten/innen. Wir freuen uns über jedes Anschreiben.

Wir beraten uns mit Ihnen gerne auch am Telefon:

✉ karin.kovar@daspool.ch ☎ +41 79 625 95 89