

# Die grösste Beschränktheit der menschlichen Spezies...

... ist ihre Unfähigkeit, die Exponentialfunktion zu verstehen. Dies ist die Erkenntnis des emeritierten amerikanischen Physikprofessors Albert Bartlett. In einer Reihe von einfachen Vorträgen erklärt er die verheerenden Konsequenzen des ständigen Wachstums. Ein Auszug:

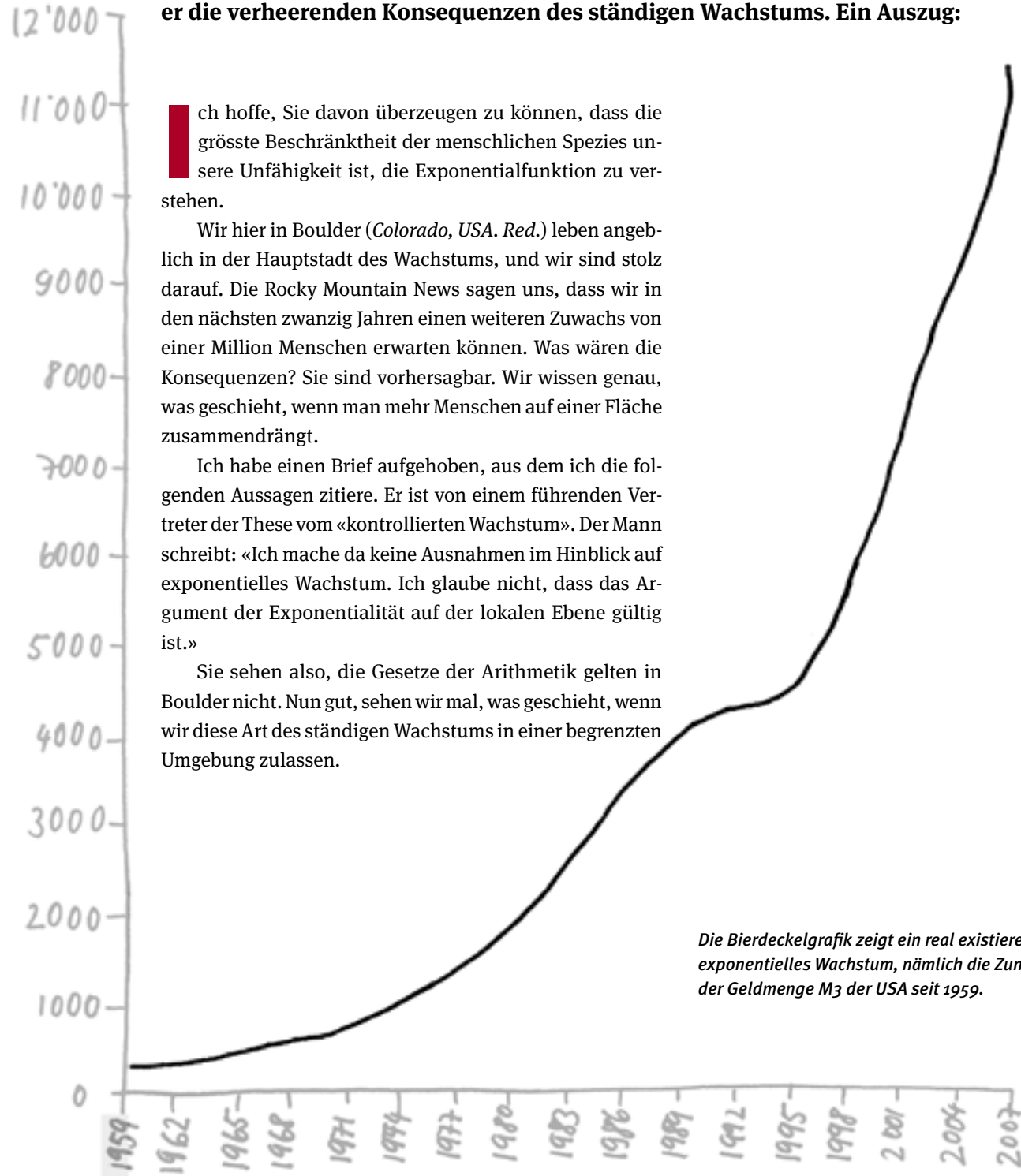
Ich hoffe, Sie davon überzeugen zu können, dass die grösste Beschränktheit der menschlichen Spezies unsere Unfähigkeit ist, die Exponentialfunktion zu verstehen.

Wir hier in Boulder (*Colorado, USA. Red.*) leben angeblich in der Hauptstadt des Wachstums, und wir sind stolz darauf. Die Rocky Mountain News sagen uns, dass wir in den nächsten zwanzig Jahren einen weiteren Zuwachs von einer Million Menschen erwarten können. Was wären die Konsequenzen? Sie sind vorhersagbar. Wir wissen genau, was geschieht, wenn man mehr Menschen auf einer Fläche zusammendrängt.

Ich habe einen Brief aufgehoben, aus dem ich die folgenden Aussagen zitiere. Er ist von einem führenden Vertreter der These vom «kontrollierten Wachstum». Der Mann schreibt: «Ich mache da keine Ausnahmen im Hinblick auf exponentielles Wachstum. Ich glaube nicht, dass das Argument der Exponentialität auf der lokalen Ebene gültig ist.»

Sie sehen also, die Gesetze der Arithmetik gelten in Boulder nicht. Nun gut, sehen wir mal, was geschieht, wenn wir diese Art des ständigen Wachstums in einer begrenzten Umgebung zulassen.

Die Bierdeckelgrafik zeigt ein real existierendes, exponentielles Wachstum, nämlich die Zunahme der Geldmenge  $M_3$  der USA seit 1959.



**Bakterien wachsen durch Verdoppelung.** Eine Bakterie teilt sich, und es werden zwei daraus. Die zwei teilen sich, und es werden vier, die vier werden acht, sechszehn, zweiunddreissig usw. Nehmen wir an, dass sich die Bakterien jede Minute auf diese Weise verdoppeln. Nehmen wir weiter an, dass wir eine Bakterie um elf Uhr vormittags in eine Flasche geben. Wir werden dann beobachten, dass die Flasche um zwölf Uhr mittags voll ist. Das ist also der eben erwähnte Fall eines ganz gewöhnlichen Wachstums: Die Verdoppelungsperiode beträgt eine Minute, und die begrenzte Umgebung ist die Flasche.

Ich möchte Ihnen nun drei Fragen stellen. Die erste: Zu welchem Zeitpunkt war die Flasche halb voll? Nun, wären Sie spontan darauf gekommen, dass das genau um 11.59 Uhr der Fall war? Aber es ist so, denn die Bakterien verdoppeln sich jeweils in einer Minute.

Die zweite Frage lautet: Wenn Sie eine Bakterie in dem Glas wären, zu welchem Zeitpunkt würden Sie erkennen, dass der Raum in der Flasche knapp wird? Betrachten wir einmal die letzten Minuten in der Flasche. Um 12.00 Uhr ist sie voll, eine Minute davor war sie halb voll, zwei Minuten davor ein Viertel voll, dann ein Achtel, ein Sechzehntel usw. Ich frage Sie nun: Als die Flasche fünf Minuten vor zwölf gerade zu drei Prozent voll war und sich 97 Prozent des Raums in der Flasche nach Entwicklung sehten – wie viele von Ihnen hätten zu diesem Zeitpunkt erkannt, dass es bald ein Problem geben wird?

«Es gibt kein Wachstumsproblem in Boulder», schrieb vor einiger Zeit jemand an die Zeitung, als gerade eine Kontroverse über das Thema im Gang war. «Wir haben ja noch 15 mal so viel offenen Raum, als wir bisher genutzt haben.» Lassen Sie mich nun fragen, wie spät es in Boulder war, als es noch 15 mal mehr Raum gab, als wir bereits nutzen? Die Antwort ist: Es war vier Minuten vor zwölf im Tal von Boulder.

**Nehmen wir nun an, dass zwei Minuten vor zwölf** einige der Bakterien in der Flasche erkennen, dass der Raum knapp wird. Sie beginnen daraufhin eine grosse Suchaktion nach neuen Flaschen. Sie suchen im Meer, in der Arktis, und sie finden drei weitere Flaschen. Das ist eine unglaubliche Entdeckung: Nun haben sie vier Flaschen, vorher gab es nur eine. Das wird ihnen nun bestimmt eine nachhaltige Gesellschaft sichern, oder?

Sie ahnen bereits meine dritte Frage: Wie lange kann das Wachstum nach dieser wunderbaren Entdeckung weitergehen? Sehen Sie auf den Punktstand: um 12 Uhr mittags ist eine Flasche voll, drei leere gibt es noch; um 12:01 sind zwei Flaschen voll, zwei sind noch leer; und um 12:02 sind alle vier Flaschen voll, und das war's dann.

Sie brauchen nicht mehr arithmetisches Verständnis, um die absolut widersprüchlichen Aussagen zu durchschauen, die wir alle von Fachleuten gehört und gelesen haben. Sie sagen uns in einem Atemzug, dass wir mit der Wachstumsrate unseres Konsums von fossilem Öl fortfahren können und im nächsten Atemzug sagen sie: «Keine Sorge, wir können immer die neuen Ressourcen entdecken, die wir brauchen, um den Bedarf für dieses Wachstum zu decken.»

Die faszinierenden Vorlesungen von Albert Bartlett sind auf youtube unter dem nur leicht übertriebenen Titel **«The most important video you'll ever see»** abzurufen:

<http://www.youtube.com/watch?v=F-QA2rkpBSY&NR=1>

Schriftliche Fassung (engl):

[http://globalpublicmedia.com/people/albert\\_a\\_bartlett](http://globalpublicmedia.com/people/albert_a_bartlett)

Den Hinweis auf die Vorträge verdanken wir dem Ingenieur **Martin Schmid vom Oekozentrum Langenbruck**, die Übersetzung besorgte **Robert Mittelstaedt**.

## > Die Verdoppelungszeit – sehr einfach zu berechnen

**D**ie Exponentialfunktion wird verwendet, um die Grösse von Dingen zu beschreiben, die einem stetigen Wachstum unterworfen sind. Ein entscheidender Schritt ist die Erkenntnis, dass auch ein moderates Wachstum von beispielsweise fünf Prozent exponentielles Wachstum bedeutet, die Zunahme also ständig grösser wird.

Ein aufschlussreicher Wert, der Wachstumsprozesse schnell entlarvt, ist die Ver-

doppelungszeit, die sich ganz einfach im Kopf berechnen lässt: 70 geteilt durch das prozentuale Wachstum pro Zeiteinheit. Wenn etwas um sieben Prozent pro Jahr wächst, beträgt die Verdoppelungszeit zehn Jahre, bei fünf Prozent vierzehn Jahre und bei einprozentigem Wachstum siebzig Jahre. Die Zahl 70 ist das Resultat der Multiplikation von 100 (dem prozentualen Wert der Verdoppelung) mit dem natürlichen Logarithmus von 2. Man

muss die Herleitung dieser Zahl nicht verstehen. Wichtig ist bloss: 70 dividiert durch das prozentuale Wachstum.

Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen, wenn Sie die Zeitung von jetzt an anders lesen und den Wachstumspropheten schlagfertige Antworten liefern können. Und vergessen Sie nicht: Es sind die letzten beiden Verdoppelungen, die die ganz grossen Probleme sichtbar werden lassen. CP