

Wie der Mensch das Wachstum empfindet : ein mathematisches Problem

Autor(en): **Becht, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG**

Band (Jahr): **52 (1981)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-594340>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

- Berg- und Hüttenleute haben zu Ende des 1. Weltkrieges wesentlich zur Abschaffung der Ö.-U.-Monarchie beigetragen;
- der Nationalsozialismus und ihn bekämpfende Widerstandsbewegungen wurzelten u.a. in der Montanindustrie.

Allen bisher erörterten, eher negativen Aspekten steht aber viel Positives gegenüber, denn jedes Eisenwerk bildet einen *Motor* für das Wirtschaftsleben, bisweilen sogar das *Herz* einer Region.

Mann sollte daher nicht die Frage stellen:

wie verhält sich die Bevölkerung zu Bau oder Ausbau eines Hüttenwerkes?

sondern:

wie würde sich die Auffassung einer Hütte auf Bevölkerung und Wirtschaft auswirken?

Schlussfolgerung im Hinblick auf das Tagungsthema «Technikgeschichte und Technik im Unterricht».

Nach Ansicht des Verfassers sind Teilgebiete der Montangeschichte, bevorzugt geschichtliche Entwicklungen der Eisenhüttenindustrie, geeignet, bei Schülern Verständnis für Umwelt und soziale oder politische Fragen zu wecken. Als Voraussetzung dafür muss jedoch der Lehrer über eine entsprechende Ausbildung verfügen, die ihn befähigt, technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge bzw. Fakten zumindest in ihren Grundzügen zu erläutern.

Wie der Mensch das Wachstum empfindet – ein mathematisches Problem

Kurzfassung des Vortrags von Dr. M. Becht

Wenn man sich mit Umweltfragen beschäftigt, hat man laufend mit Wachstumsproblemen zu tun. Es mag zunächst befremdlich erscheinen, dass Mathematik im Spiel sein soll bei «Wachstum» und «Empfinden». Trotzdem gilt: Beiden Erscheinungen liegen – gleichsam als Gerüst – mathematische Gesetzmässigkeiten zugrunde.

1. Wie der Mensch empfindet.

Das Fechner'sche Gesetz gilt: «Die Empfindung wächst mit dem Logarithmus des Reizes» oder als Formel:

$$E = c \cdot \log \frac{R}{r},$$

wobei E die Empfindung, R den vorhandenen Reiz, r den Grundreiz und c eine individuelle Konstante bedeutet. Wenn man zunächst r konstant hält, führt die Interpretation dieser Formel zu den verschiedenen Logarithmuskurven (Abb. 1). Je nach Empfindlichkeit des untersuchten Menschen ist c gross (steile Kurven) oder klein (flache Kurven).

Ist $R_1 > r$, so erhält man eine positive Empfindung;
 Ist $R_2 < r$, so erhält man eine negative Empfindung;
 Ist $R = r$, so erhält man keine Empfindung; die Reizschwelle liegt dort, wo man «nichts Besonderes empfindet».

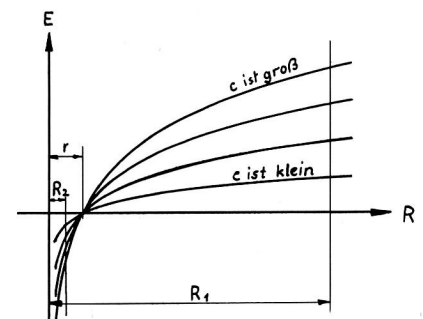


Abb. 1

Wächst ein Reiz, so werden gleiche Zunahmen ΔR des Reizes immer weniger empfunden (Abb. 2). Die Wärme-Empfindung der Haut und viele andere Beispiele sind Belege dafür.

Wird ein gleichbleibender Reiz R dauernd wiederholt (Abb. 3), so ist die Empfindung zunächst gross (E_1), wird immer geringer (E_2), erreicht den Wert Null (E_3) und schlägt schliesslich in negative Empfindung (E_4) um. Die Reizschwelle schiebt sich nach oben bzw. der Grundreiz r vergrössert sich.

Durch Wiederholen von Reizen kann man also die Reizschwelle so hoch treiben, dass Überdross entsteht. Der neu eintretende Konditorlehrling merkt das schnell. Auch das Absenken der Reizschwelle kann beobachtet werden, wenn Reize selten oder längere Zeit sehr gering sind. Die Gewöhnung der Augen an dunkle Umgebung ist ein Beispiel hierfür.

Wird ein wiederholter Reiz langsam gesteigert, so dass er immer gleich dem Grundreiz der jeweils verschobenen Reizschwelle ist, so kann ein gefährliches Vakuum der Empfindungslosigkeit entstehen, in das unbewusste Phänomene eindringen können (z.B. jegliche Art von Ekstase, hervorgerufen durch rhythmische Bewegungen und Geräusche). Die Empfindung wachsenden Wohlstandes kann also nicht dadurch erreicht werden, dass die Menschen mit Hilfe wachsender Werbung zu wachsendem Konsum verführt werden. Eine solche «Wohlstandsgesellschaft» endet im Überdross.

2. Das Wachstum.

Der grundlegende Unterschied zwischen Vermehrung und Wachstum kann am einfachsten einerseits bei der einfachen Verzinsung eines Kapitals und andererseits bei der Verzinsung durch Zinseszins gezeigt werden. Es gelten die Formeln:

$$K = K_0 + \frac{K_0 \cdot p}{100} \cdot n \quad \text{bei einfachem Zins}$$

$$K = K_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n \quad \text{bei Zinseszins, wobei bedeutet:}$$

n die Anzahl der Jahre
 K das Kapital, abhängig von n
 K_0 das Grundkapital
 p den Zinsfuß in Prozent.

Bezeichnet man zusammenfassend $\frac{K_0 \cdot p}{100}$ mit a und $1 + \frac{p}{100}$ mit b , so erhält man folgende Gleichungen und die zugehörigen Kurven der Abb. 4 und 5.

$$K = K_0 + a \cdot n \quad \text{bei einfachem Zins}$$

$$K = K_0 \cdot b^n \quad \text{bei Zinseszins}$$

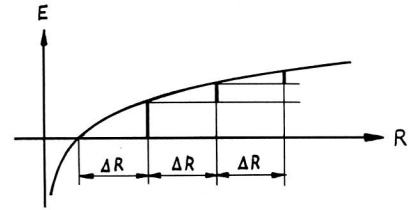


Abb. 2

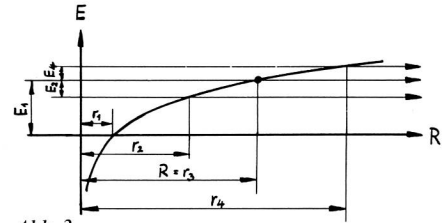


Abb. 3

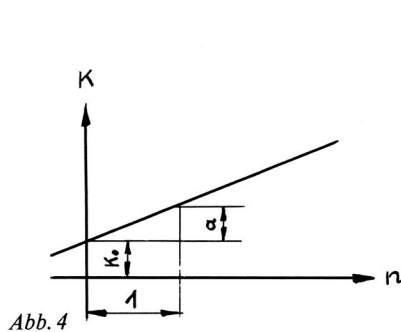


Abb. 4

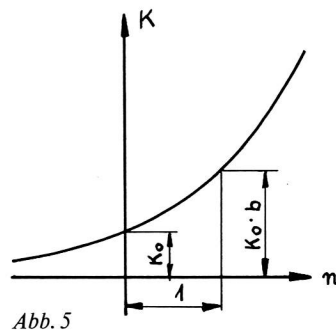


Abb. 5

Nur bei der Vermehrung erhält man linearen Anstieg, beim Wachstum jedoch exponentiellen, d.h. beim Wachstum ist die Zunahme in Prozent in gleichen Zeitabschnitten konstant (Abb. 6).

Insbesondere sind Verdopplungen in gleichen Zeitabschnitten zu erwarten. Für vielfache Verdopplungen hat man kein gutes Schätzvermögen, wie folgendes Beispiel zeigt: Eine Briefmarke DIN A11 (18 x 26 mm), 60mal verdoppelt, ergibt eine Fläche von rund 563 Mio. km²; diese Fläche übertrifft die Erdoberfläche um rund 52 Mio. km²!

Besonders gefährlich sind Grössen, wie z.B. die Weltbevölkerung, die sich in immer kürzeren Zeitabschnitten verdoppeln: sie wachsen über-exponentiell!

3. Wie der Mensch das Wachstum empfindet.

Eine exponentiell wachsende Grösse stösst beim Menschen als Reiz auf ein Empfinden, das wegen seines logarithmischen Aufbaus immer weniger Kenntnis davon nimmt. Häufig wiederholte Mahnungen verstärken diese Erscheinung, d.h. auch für immer schlimmer werdende Sachverhalte empfindet der Mensch schliesslich überhaupt nichts mehr. Gibt es etwas Gefährlicheres im Hinblick auf wachsende Umweltprobleme?

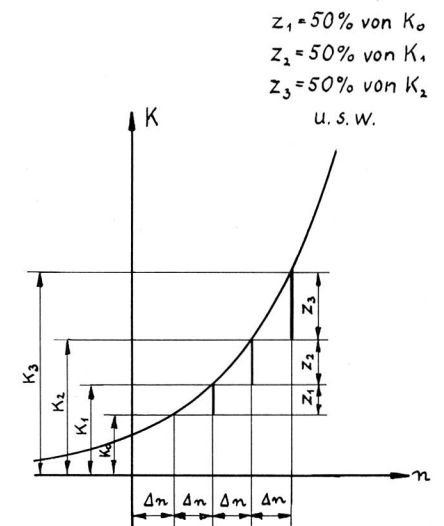


Abb. 6