

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

**Herausgeber:** Eisenbibliothek

**Band:** 52 (1981)

**Artikel:** Wie der Mensch das Wachstum empfindet : ein mathematisches Problem

**Autor:** Becht, M.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-594340>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

- 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».

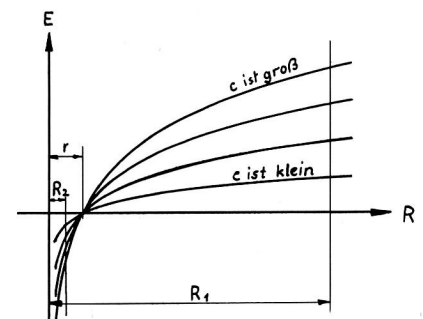


Abb. 1

Wächst ein Reiz, so werden gleiche Zunahmen  $\Delta R$  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:

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

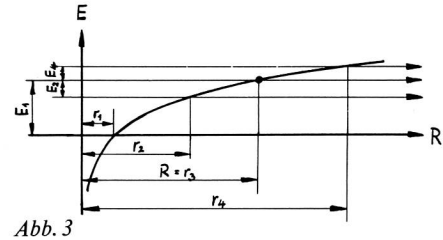
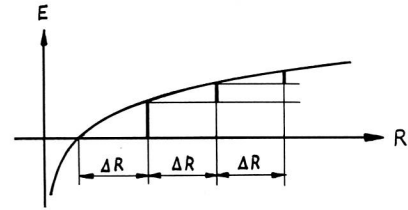
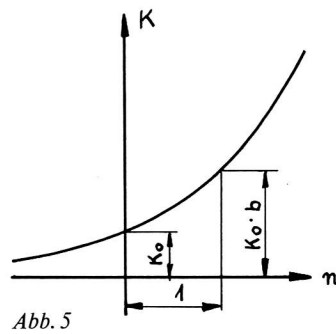
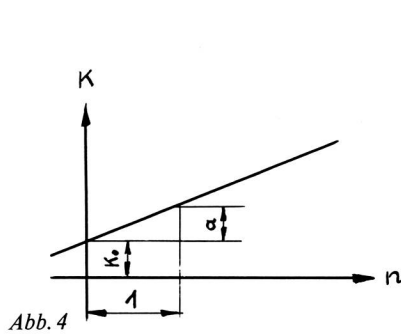
$$K = K_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n \quad \text{bei Zinseszins, wobei bedeutet:}$$

$n$  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.

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

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



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. km<sup>2</sup>; diese Fläche übertrifft die Erdoberfläche um rund 52 Mio. km<sup>2</sup>!

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?

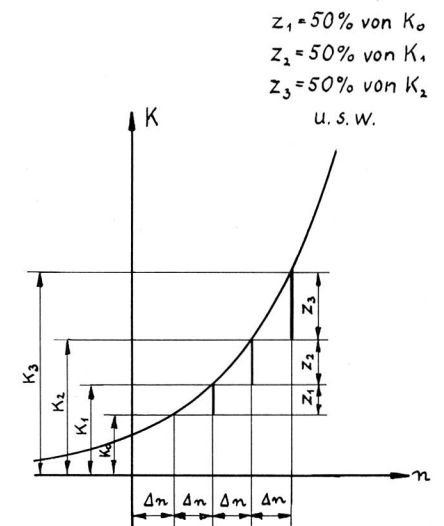


Abb. 6