

Grundsätzliche Gesichtspunkte zur Gestaltung von Wickelbrikettiermaschinen

Teil 2: Die Beeinflussung des Halmgutdurchsatzes*)

Von Eckhard Scheffler, Braunschweig

Der mit einem Wickelaggregat mit verschränkt angeordneten Walzen erreichbare Halmgutdurchsatz hängt von der Wickeldichte, dem Durchmesser des Verdichtungsraumes, der Umfangsgeschwindigkeit der Walzen und dem Verschränkungswinkel ab. Zum mathematischen Erfassen der Zusammenhänge zwischen diesen Größen ist die Kenntnis von Korrekturfaktoren erforderlich, mit denen sich die Rückdehnung des ausgeschobenen Wickelstranges und die Wickelausschubgeschwindigkeit bestimmen lassen; sie werden für zwei Wickelaggregate mit zylindrischen und konischen Walzen in Abhängigkeit von den Verschränkungsparametern angegeben. Der die Ausschubgeschwindigkeit maßgeblich beeinflussende Verschränkungswinkel der Walzen ist begrenzt, läßt sich aber durch Walzenlänge und -durchmesser beeinflussen.

1. Beschreibung der Versuchsaggregate

Die Untersuchungen wurden mit zwei Wickelaggregaten ausgeführt, von denen eines mit vier zylindrischen (Aggregat A), das andere mit konischen Walzen (Aggregat B) ausgerüstet war, Bild 1 bis 4.

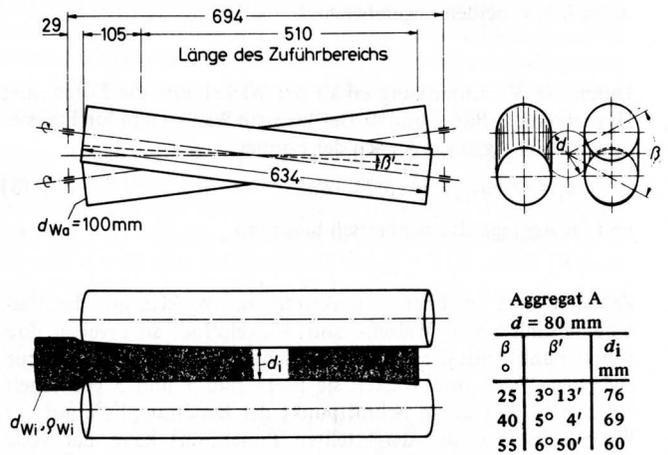


Bild 1 und 2. Wickelaggregat A mit zylindrischen gummibeschichteten Walzen.

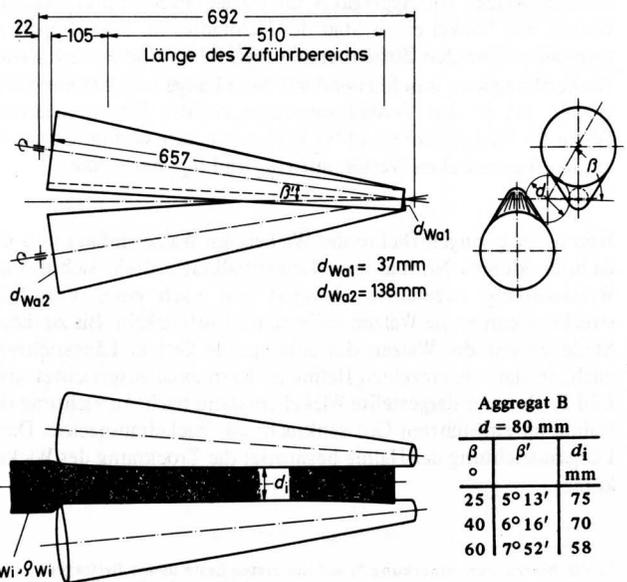


Bild 3 und 4. Wickelaggregat B mit konischen Stahlwalzen.

*) Vgl. hierzu Teil 1: Vorteile der Brikettierung und Verdichtungsverfahren. Grundl. Landtechnik Bd. 20 (1970) Nr. 1, S. 8/10.

Dipl.-Ing. Eckhard Scheffler ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Landmaschinen der Technischen Universität Braunschweig. (Institutsdirektor: Prof. Dr.-Ing. H. J. Matthies).

Die Walzen beider Aggregate sind so angeordnet, daß sie in nicht verschränkter Stellung einen zylindrischen Wickelraum mit dem Durchmesser d umschließen¹⁾. Ihre Achsen werden in zwei Platten gelagert, von denen sich eine um die Wickelachse drehen läßt. Durch Verdrehen dieser Lagerplatte gegenüber der feststehenden anderen um den Winkel β (vgl. Bild 1 und 3) lassen sich die Walzen verschränken, d.h. schiefwinklig zur Wickelachse stellen. Mit Verschränkungswinkel β' wird der Winkel zwischen Walzen- und Wickelachse bezeichnet, wenn beide in wahrer Größe dargestellt sind. Er ist nach oben begrenzt durch die Berührung der Walzen 1 und 4²⁾.

Mit l als dem Abstand der beiden Lagerseiten und d_{Wa} als dem Walzendurchmesser ergibt sich der Verschränkungswinkel für Aggregat A zu

$$\operatorname{tg} \beta' = \frac{1}{l} \sin(\beta/2) (d + d_{Wa}) \quad (1)$$

und für Aggregat B zu

$$\operatorname{tg} \beta' = \frac{1}{l} \sqrt{y^2 + z^2 - 2 yz \cos \beta} \quad (2)$$

mit y und z als den Abständen der Walzenachse von der Wickelachse in den beiden Lagerebenen.

Durch die Verschränkung erhält der Wickelraum die Form eines Hyperboloids, Bild 2 und 4. Der kleinste Wickelraumdurchmesser d_i wurde für Aggregat A nach der Formel

$$d_i = (d + d_{Wa}) \cos(\beta/2) - d_{Wa} \quad (3)$$

und für Aggregat B zeichnerisch bestimmt.

Zeichnet man in Ebenen senkrecht zur Wickelachse die Verbindungslinien von Walzen- und Wickelachse, so ergeben ihre Schnittpunkte mit der Walzenoberfläche die ideale Berührungslinie zwischen Walze und Wickel; sie ist in Bild 1 und 3 gestrichelt eingezeichnet. Nur im Schnittpunkt der Berührungslinie mit der Walzenachse (in der dargestellten Projektion) kann der volle Betrag der Walzenumfangsgeschwindigkeit v_{Wa} zum Bestimmen der den Wickelausschub bewirkenden Axialkomponente $v_{Wa} \sin \beta'$ zugrundegelegt werden (vgl. auch Bild 12).

Das Halmgut wurde mittels eines Förderbandes – auf einer Breite von 51 cm gleichmäßig verteilt – beiden Aggregaten zugeführt, und zwar mit der 0,8fachen Umfangsgeschwindigkeit der zylindrischen Walzen von Aggregat A, um wegen des Schlupfes zwischen Walzen und Wickel einen Stau des Halmgutes im Einzugspalt zu vermeiden. Der den Zuführbereich (vgl. Bild 1 und 3) verlassende Wickelstrang wird anschließend auf einer Länge von 105 mm nachgerollt, bis er den Verdichtungsraum verläßt. Die tatsächlichen Werte für Wickeldichte und Wickeldurchmesser sind im Gegensatz zu den theoretischen Werten mit Q_{Wi} und d_{Wi} bezeichnet.

Wegen der geringen Dichte des Wickels am Walzenanfang und der dadurch kleinen Normal- und Tangentialkräfte dreht sich das am Walzenanfang zugeführte Halmgut erst nach einer Vorschubstrecke, wenn es die Walzen erfassen und aufwickeln. Bis zu dieser Stelle ziehen die Walzen das anhängende Gut in Längsrichtung nach, so daß die einzelnen Halme im Kern axial ausgerichtet sind, Bild 5. Der hier dargestellte Wickel entstand nach Ausrichtung der Halme im zugeführten Gut senkrecht zur Wickelraumachse. Diese Längsausrichtung der Halme begünstigt die Trocknung des Wickelkernes.

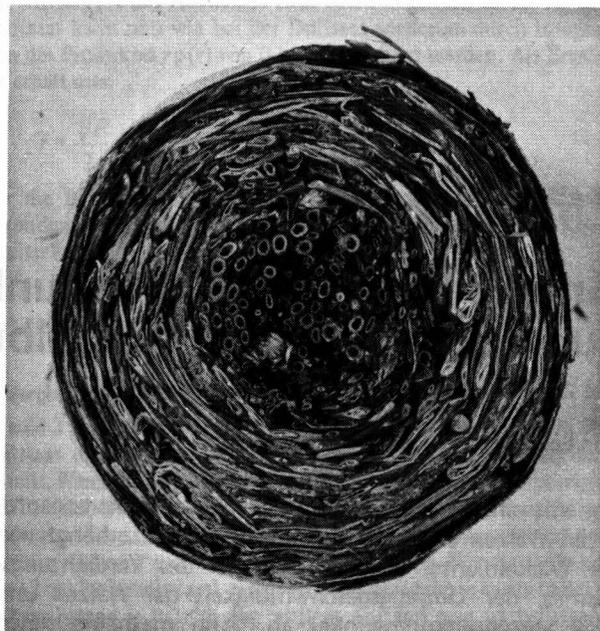


Bild 5. Wickelstruktur im Querschnitt mit axial ausgerichteten Halmen im Wickelkern.

2. Halmgutdurchsatz

Mit beiden Aggregaten wurde der Einfluß der Wickeldichte und des Verschränkungswinkels auf den Halmgutdurchsatz untersucht, außerdem mit Aggregat A der Einfluß des Wickeldurchmessers, mit Aggregat B der Einfluß der Gutfeuchte und Walzendrehzahl. Zum mathematischen Erfassen der Zusammenhänge zwischen diesen Größen legt man zweckmäßig den theoretischen Wickelquerschnitt F_{th} und die – bei konischen Walzen mit dem größten Walzendurchmesser $d_{Wa \max}$ gebildete – Axialkomponente der Walzenumfangsgeschwindigkeit als theoretische Ausschubgeschwindigkeit $v_{Wa} \sin \beta' = \pi d_{Wa \max} n_{Wa} \sin \beta'$ zugrunde (mit n_{Wa} als der Walzendrehzahl und v_{Wa} als der Walzenumfangsgeschwindigkeit); mittels Korrekturfaktoren k_1 und k_2 ist dann die Abweichung des tatsächlichen Wickelstrangquerschnitts F_{Wi} gegenüber dem theoretischen F_{th} ($k_1 = F_{Wi}/F_{th}$) und die der tatsächlichen Wickelausschubgeschwindigkeit von der theoretischen ($k_2 = v_a/v_{Wa} \sin \beta'$) zu berücksichtigen. Damit ergibt sich der Halmgutdurchsatz Q zu:

$$Q = Q_{Wi} F_{th} k_1 v_{Wa} \sin \beta' k_2 \quad (4)$$

Die Korrekturfaktoren k_1 und k_2 ergaben sich aus den Versuchsergebnissen, Bild 6 bis 11.

Erwartungsgemäß steigt der Korrekturfaktor k_1 bei konstanter Ausschubgeschwindigkeit mit zunehmender Dichte Q_{Wi} ; denn mit zunehmender Schwaddicke des zugeführten Gutes und höherem Verdichtungswiderstand bildet sich ein größerer Wulst zwischen den Walzen, so daß die Rückdehnung des ausgeschobenen Wickelstranges zunimmt. Aus dem gleichen Grunde steigt k_1 , wenn eine bestimmte Wickeldichte (bei konstantem Verschränkungswinkel β') mit größerem theoretischen Wickeldurchmesser d oder höherem Trockenmassegehalt im Halmgut (abnehmender Feuchtegehalt U) erzielt wird, Bild 8 und 9.

Die in Bild 6 und 7 gezeigte starke Abnahme von k_1 mit zunehmendem Verschränkungswinkel bei gleicher Dichte Q_{Wi} kann jedoch nicht allein mit geringerer „Rückdehnung“ erklärt werden: denn mit zunehmender Verschränkung wird der Wickelraum immer mehr eingeschnürt, so daß das Verhältnis des dadurch zwangläufig verkleinerten tatsächlichen Wickelquerschnitts zum theoretischen ebenfalls verringert werden muß.

¹⁾ Vgl. hierzu Fußanmerkung *) auf der ersten Seite dieses Beitrages.

²⁾ Vgl. Fußanmerkung *) , Bild 1 (W_1 und W_4).

Um also die gleiche Wickeldichte mit einem dem Verschränkungswinkel proportional steigenden Durchsatz erreichen zu können, muß der Wickelraumdurchmesser d entsprechend der gezeigten Tendenz dem jeweiligen Verschränkungswinkel angepaßt werden. Ein Einfluß der Walzendrehzahl n_{Wa} (variiert zwischen 150 und 717 U/min) auf den Korrekturfaktor k_1 war nicht festzustellen. Beim Bestimmen von k_2 wurde die maximal mögliche theoretische Ausschubgeschwindigkeit $v_{Wa} \sin \beta'$ zugrundegelegt. Wie Bild 12

für zylindrische Walzen zeigt, muß die durch die Drehung der schräggestellten Walzen hervorgerufene tatsächliche Wickelausschubgeschwindigkeit wegen der Lage des Angriffspunktes der resultierenden Kraft zwischen Walzenmitte und -ende selbst bei schlupflosem Betrieb geringer sein. Daß die aus den Versuchsergebnissen ermittelten Korrekturfaktoren k_2 jedoch für einen Wickeldurchmesser von $d = 80$ mm im Mittel einen Wert von $k_2 = 1,04$ ergaben, ist auf die Wirkung zusätzlicher Axialkomponenten der Verdichtungskräfte infolge des sich gerade im Bereich großer Dichten und Verdichtungskräfte in Ausschubrichtung erweiternden Wickelraumes zurückzuführen. Diese zusätzlichen Ausschubkomponenten, die mit zunehmender Schichtdicke und höheren Verdichtungskräften steigen, dürften maßgebend für den in Bild 10 dargestellten Anstieg von k_2 mit dem theoretischen Wickeldurchmesser sein.

Bei den konischen Walzen (Aggregat B) ergeben sich wegen der Lage der Berührungslinie (vgl. Bild 12) und der großen Bezugsgeschwindigkeit erheblich kleinere k_2 -Werte als bei Aggregat A. Da die Berührungslinie mit zunehmendem Verschränkungswinkel näher zur Walzenachse verschoben wird, nimmt die Ausschubgeschwindigkeit mit dem Winkel β' beträchtlich zu, Bild 11.

Ein eindeutiger Einfluß der übrigen Größen auf den Korrekturfaktor k_2 konnte nicht festgestellt werden. Bei der Dichteerhöhung kann z.B. die Wirkung der zusätzlichen Ausschubkomponenten dadurch aufgehoben werden, daß durch Schwerpunktsverlagerung und Schlupfänderung geringere Ausschubgeschwindigkeiten auf Grund der Walzendrehung wirksam werden.

Einen Anhaltswert für den mit einem Wickelaggregat erzielbaren Halmgutdurchsatz gibt folgendes Beispiel: Unter Laborbedingungen wurde mit dem Versuchsaggregat B bei einer Walzendrehzahl von $n_{Wa} = 717$ U/min und einem theoretischen Wickeldurchmesser von $d = 85$ mm ein Durchsatz von $Q = 7$ t/h erzielt (Weidelgras $U = 45\%$, $Q_{wi} = 750$ kg/m³). Durch weiteres Vergrößern von Dichte, Durchmesser und Umfangsgeschwindigkeit ließe sich der Halmgutdurchsatz weiter steigern. Sollen jedoch diese drei Größen einen bestimmten Wert nicht überschreiten, dann ist der mit einem Aggregat erzielbare Durchsatz durch den maximal möglichen Verschränkungswinkel beim Berühren der Walzen oder beim Erreichen der noch als zulässig erachteten Einschnürung des Wickelraumes begrenzt.

Wie Bild 13 zeigt, ist jedoch durch Verkürzen der Walzen eine weitere Erhöhung des Verschränkungswinkels β'_{max} möglich. Diese Abhängigkeit wurde mit Gl. (1) ($l \approx l_{Wa}$) für vier zylindrische Walzen mit einem Durchmesser von 100 mm und einem theoretischen Wickeldurchmesser von 80 mm berechnet. Zugelassen wurde eine maximale Einschnürung des Wickelraumes auf $d_1 = 60$ mm, mit der sich der zulässige Verdrehwinkel β nach Gl. (3) ergibt.

Berechnet man unter den gleichen Voraussetzungen für Wickeldurchmesser und Einschnürung mit Gl. (1) den maximalen Ver-

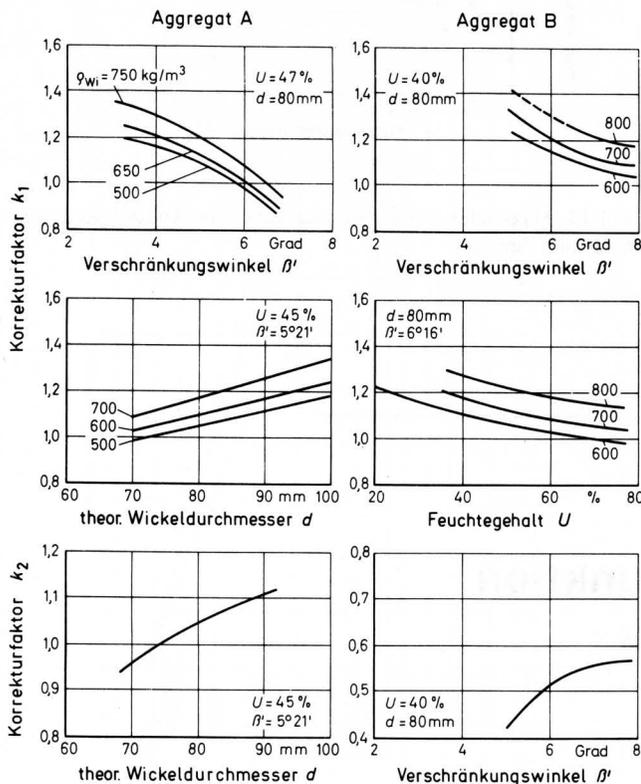


Bild 6 bis 11. Abhängigkeit der Korrekturfaktoren k_1 und k_2 von den Versuchsparametern.

Weidelgras; zweiter bis vierter Schnitt
 U Feuchtegehalt
 β' Verschränkungswinkel
 d theoretischer Wickeldurchmesser

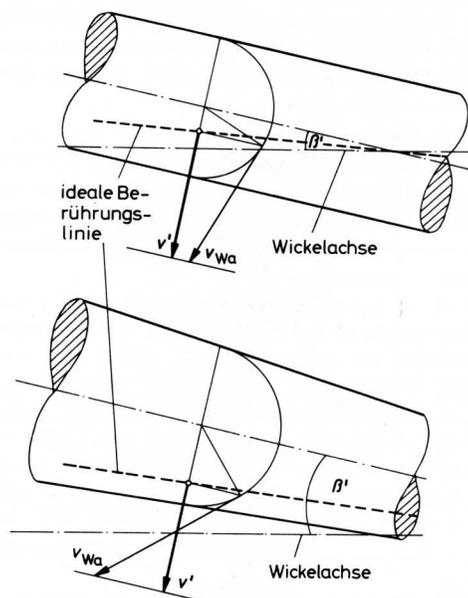


Bild 12. Abweichung der für die Wickelausschubgeschwindigkeit maßgebenden Geschwindigkeitskomponente v' von der Walzenumfangsgeschwindigkeit v_{Wa} bei zylindrischen und konischen Walzen.

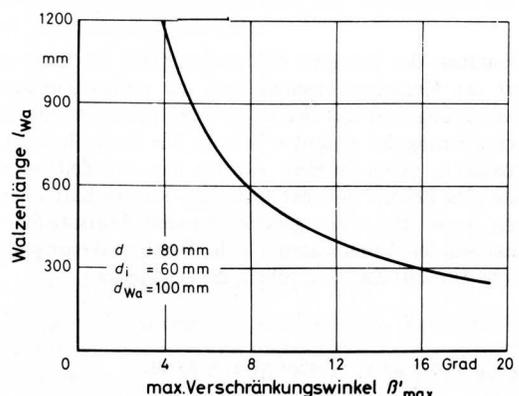


Bild 13. Abhängigkeit der Walzenlänge vom maximalen Verschränkungswinkel.

schränkungswinkel bei konstanter Walzenlänge für verschiedene Walzendurchmesser, so ergibt sich die in Bild 14 gezeigte Abhängigkeit (dabei sollen mindestens vier Walzen so angeordnet sein, daß in nichtverschränkter Stellung der Abstand zwischen zwei Walzen im Einzugspalt 40 mm beträgt und die übrigen Abstände gleich groß sind). Danach läßt sich der größte Verschränkungswinkel mit einem Walzendurchmesser von etwa 120 mm erreichen; denn bei größeren Durchmessern wird der Spalt zwischen zwei Walzen so klein, daß die zugrundegelegte Einschnürung von 60 mm nicht mehr erreicht werden kann, da sich die Walzen bereits bei einem kleineren als dem mit Gl. (3) berechneten Verdrehwinkel berühren.

Gerade die Maßnahme der Walzenverkürzung zum Erzielen höherer Halmgutdurchsätze wird sich jedoch nachteilig auf den Zusammenhalt der aufgewickelten Schichten und damit auf die Festigkeit der Wickelbriketts auswirken, da mit kürzer werdender Walzenlänge zum Erreichen der gleichen Dichte eine immer größere Gutmenge in immer dickeren Schichten dem Aggregat zugeführt werden muß.

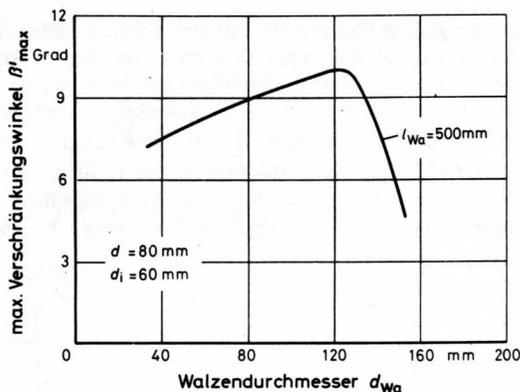


Bild 14. Maximaler Verschränkungswinkel in Abhängigkeit vom Walzendurchmesser.

DK 577.95

Über Änderungen der Wachsfunktion in der Entwicklung des Lebens

Von Ernst Fendler, Pforzheim

Aus Beispielen geht hervor, daß exponentielle Wachstumsgesetze stets nur für einen begrenzten Zeitraum zutreffen. Dann tritt stets eine Abflachung oder sogar eine Sättigung ein. Dies dürfte auch für das Wachsen der Weltbevölkerung gelten.

Ein Phänomen der heutigen Zeit und zugleich die Sorge um die Zukunft der Menschen erwächst mit der steilen Zunahme der Weltbevölkerung und mit der außerordentlichen Beschleunigung der Technisierung des gesamten Lebens. Die Statistik weist einen gesetzmäßigen, exponentiellen Anstieg mit der Zeit auf vielen Gebieten des Lebens und der technisch-wissenschaftlichen Entwicklung nach. Bei einer gleichbleibenden Fortsetzung dieser Funktion würden Voraussagen für die Weltbevölkerung und ihre technische Umwelt Zahlen ergeben, die erschrecken.

Auszug aus: VDI-Z Bd. 112 (1970) Nr. 2, S. 83/85.

Ing. Ernst Fendler, Pforzheim, ist Mitarbeiter der Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart-Zuffenhausen, Werk Pforzheim.

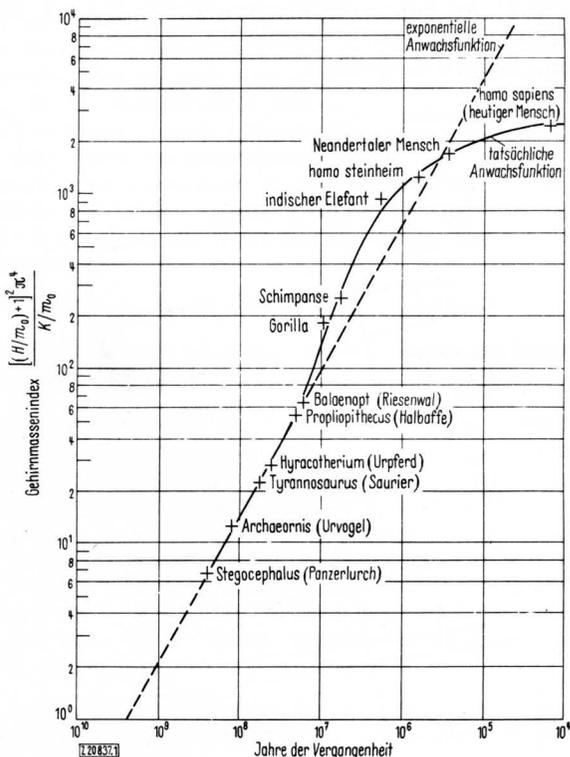


Bild 1. Zeitliche Entwicklung des Gehirnmassenindex.

H Gehirnmasse
K Körpermasse
 $m_0 = 1$ g Bezugsmasse