

Ein neues Kriterium fuer den Gesamtverschleiss eines Drehwerkzeuges

Citation for published version (APA):

Strous, A. G., Bus, C., Veenstra, P. C., & Zweekhorst, E. T. W. (1965). Ein neues Kriterium fuer den Gesamtverschleiss eines Drehwerkzeuges. *Industrie-Anzeiger*, 87(78), 1889-1891.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1965

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

INDUSTRIE-ANZEIGER

WERKZEUGMASCHINE UND FERTIGUNGSTECHNIK

TEIL I: SPANGEBENDE FORMUNG

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Herwart Opitz, Technische Hochschule Aachen

Nr. IX



VERLAG W. GIRARDET • ESSEN



28. Sept. 1965

Prof. Dr. P. C. Veenstra, A. G. Strous, Chr. Bus ing., Ir. E. T. W. Zweekhorst, Eindhoven

DK 621.941.02.004.6

Ein neues Kriterium für den Gesamtverschleiß eines Drehwerkzeuges

Bericht aus dem Laboratorium für Fertigungstechnik und Werkstatt-Technik der TH Eindhoven (Niederlande)

Bisher wurde es immer als unbefriedigend betrachtet, daß die Standzeitkriterien der beiden Werkzeugverschleißarten (Freiflächenverschleiß und Spanflächenverschleiß) nicht zu einem einzigen Kriterium zusammengefaßt werden konnten. Der Beitrag zeigt, wie man ein Maß für den Gesamtverschleiß eines Drehwerkzeuges festlegen kann. Eine klare Unstetigkeit im zeitlichen Verlauf des Verschleißes veranlaßte die Verfasser, ein „absolutes“ Standzeitkriterium zu definieren. Für die Paarung Hartmetall P 20 und Stahl C 45 wird ein Beispiel einer Schnittgeschwindigkeitsbeziehung ausgearbeitet.

Bekanntlich wird der zeitliche Verlauf des Werkzeugverschleißes damit festgelegt, daß man die Breite des Freiflächenverschleißes und charakteristische Größen der Spanfläche mißt [1, 2]. Wird mit diesen Größen ein

Maximalwert verknüpft, so ist damit ein Standzeitkriterium für das Werkzeug definiert. Mit diesem Kriterium können Beziehungen zwischen der Standzeit und den Schnittbedingungen aufgestellt werden, wie aus den Bildern 1 und 2 für den Freiflächenverschleiß ersichtlich ist. Es ist klar, daß die praktische Bedeutung einer Standzeitkurve (Bild 2) ganz eindeutig von der Wahl des Standzeitkriteriums mitbestimmt wird. Es handelt sich hierbei um einen beliebigen Wert des Kriteriums. In der Praxis wird dieser Wert so gewählt, daß die Mehrzahl der Werkzeuge unter gegebenen Verhältnissen nicht vorzeitig erliegt. Jedoch ist bekannt, daß der zulässige Maximalwert des Verschleißes z. B. von der Schnittgeschwindigkeit abhängt, so daß ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Bildern 1 und 2 verschwindet. Noch wichtiger ist aber, daß eine Variation der Größe des Standzeitkriteriums eine Änderung der Neigung der Standzeitgeraden, also eine Änderung des Taylor-Exponenten, verursacht. Das bedeutet, daß

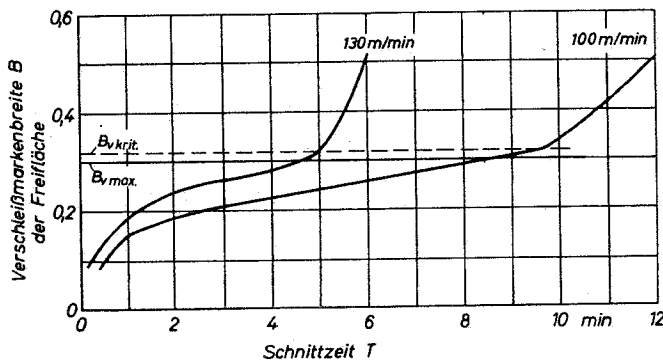


Bild 1 Verschleißmarkenbreite B in Abhängigkeit von der Schnittzeit T für verschiedene Schnittgeschwindigkeiten [3]. Dargestellt ist der zulässige Maximalwert B_{vmax} und der kritische Wert B_{vkrit} . Werkstückstoff FC 27 (2,9% C, 1,7% Si, 0,76% Mn, 0,13% P, 0,052% S), Schneidstoff K 20 (94% WC, 6% CO), Spanungsquerschnitt $a \times s = 2 \times 0,17 \text{ mm}^2$, Schneidengeometrie: 0.6.5.5.15.15.0,2 (Neigungswinkel, Spanwinkel, Freiwinkel der Nebenschneide, Freiwinkel der Hauptschneide, Einstellwinkel der Nebenschneide, Hauptschneidenwinkel, Eckenradius)

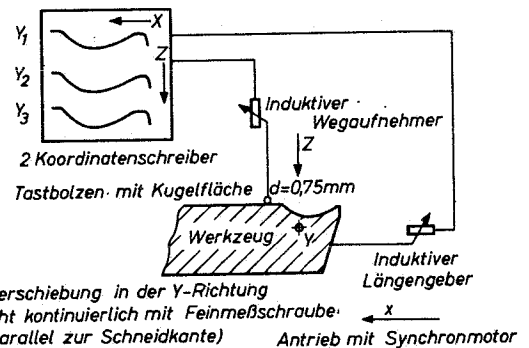


Bild 3 Meßprinzip zur Ermittlung des Kolkprofils

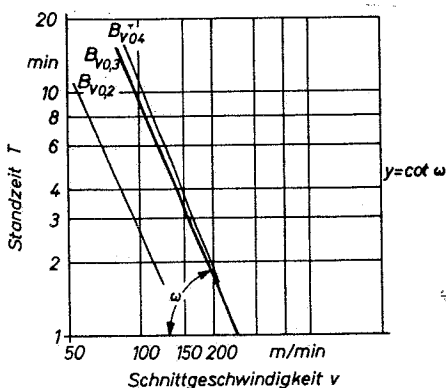


Bild 2 Schaubild der Standzeitgeraden und die Bedeutung des Standzeitexponenten „y“, (nach Taylor)

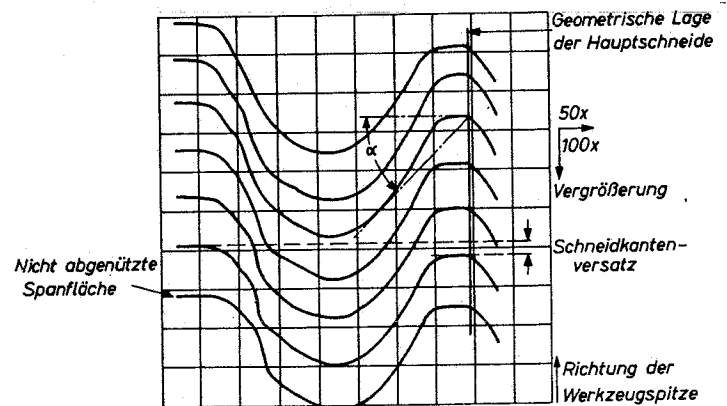


Bild 4 Zweikordinaten-Diagramm von Kolkprofilen. Querschnittprofile des Kolkes bei gleicher Schnittzeit

eine Kenngröße zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Werkzeuges von der gewählten Größe des Standzeitkriteriums abhängt.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß ein Werkzeug fast immer einem zusammengesetzten Verschleiß ausgesetzt ist. Zwar überwiegt in einem Fall der Freiflächenverschleiß und im anderen Fall der Spanflächenverschleiß, es ist jedoch unbefriedigend, daß die Standzeitkriterien der beiden Verschleißarten bisher nicht zu einem einzigen zusammengefaßt werden können. Dadurch ergäbe sich nämlich die Möglichkeit, Standzeitkurven für den Gesamtverschleiß aufzustellen.

Es wurde daher versucht, ein „absolutes“ Standzeitkriterium festzulegen, das für die beiden Hauptformen des Werkzeugverschleißes charakteristisch ist. Das Wort „absolut“ soll in folgendem Sinn gedeutet werden:

- a) Das Kriterium soll nicht beliebig gewählt werden, sondern einer physikalisch bedingten Unstetigkeit in der zunächst kontinuierlichen Verschleißzunahme entsprechen.
- b) Das Kriterium soll ein eindeutiges Merkmal für die Beschaffenheit von Werkzeug und Werkstückstoff darstellen.

Die Arbeiten Takeyamas [3] geben in bezug auf den Freiflächenverschleiß einige Hinweise. Wie Bild 1 zeigt, wird unabhängig von der Schnittgeschwindigkeit das normale zeitliche Anwachsen der Verschleißmarkenbreite stark beschleunigt, sobald ein ganz bestimmter kritischer Wert dieser Breite, B_{krit} erreicht worden ist. Anscheinend besteht für jede Paarung von Werkzeug und Werkstoff ein solcher Wert B_{krit} . Dieser Wert sollte wenigstens wegen seiner physikalischen Bedeutung in Laborversuchen bevorzugt angewendet werden.

Der zeitliche Verlauf der beiden Hauptformen des Verschleißes ist eingehend untersucht worden. Bekanntlich wird der Spanflächenverschleiß in mehreren Formen definiert und gemessen [2, 4]. Ebenso ist bekannt, daß der Kolkverschleiß keine Unstetigkeiten im zeitlichen Wachstum zeigt. Das Anwachsen des Kolkes ist mittels eines halbautomatischen Gerätes

(Bild 3) genau verfolgt worden. Mit ihm lassen sich Profile des Kolkes entlang beliebiger Schnittlinien abtasten und in starker Vergrößerung registrieren (Bild 4). Bearbeitet wurde ein unlegierter Baustahl C45 mit Hartmetall-Klemmplatten P20. An der Drehmaschine — eine elektronisch gesteuerte, stufenlos regelbare Hochleistungs-Experimentalanlage (60/80 kW) — sind besondere Vorkehrungen für einen stabilen Betrieb getroffen worden.

Es zeigt sich, daß der Kolk nicht von Anfang an entsteht, sondern daß sich der Kolkverschleiß entsprechend Bild 5 entwickelt. Zuerst entsteht eine flache Verschleißform, ähnlich wie beim Freiflächenverschleiß. Die Länge der Verschleißfläche ist gleich der Länge der Kontaktzone auf der Spanfläche. Der Ablauf des Spanes wird immer mehr erschwert, da sich am Ende der Kontaktzone eine Stufe bildet. Es ist anzunehmen, daß dieser Vorgang den Kolkverschleiß einleitet. Der Kolk vertieft sich allmählich, bis ein Maximalwert erreicht worden ist. Anschließend entsteht hauptsächlich eine asymmetrische Verbreiterung in Spanablafrichtung. Schließlich erliegt das Werkzeug durch Ausbruch aufgrund der Schwächung des Schneidkeiles.

Aus diesem Verschleißablauf könnte man folgern, daß kein Kolkverschleiß auftritt, sobald die Spanfläche die gleiche Länge hat wie die Kontaktzone. Dies wird vom Experiment bestätigt, so daß ein Schleifeinstich, bei dem nur ein schmaler Rand der Spanfläche übrigbleibt, unter Umständen zu einer Verlängerung der Standzeit führen kann.

Die Größe des Verschleißes wird durch einen Winkel (Bild 6) dargestellt. Der Winkel ist in geometrischer Hinsicht von der Zunahme der beiden Verschleißarten abhängig. Er wird definiert als Winkel zwischen der ursprünglichen Spanfläche und der Tangente an den Kolk, gezogen durch die jeweilige Lage der Hauptschneide. Dabei trat die Frage auf, ob dieser geometrischen Definition auch eine technologische Bedeutung als Maß für den Verschleiß zugeordnet werden kann. Deshalb wurde untersucht:

- a) Ob der Wert des Winkels eine stets ansteigende Funktion der Zeit ist. Es ist klar, daß kein brauchbares, eindeutiges Verschleißmaß vorliegt, wenn optimale Werte im zeitlichen Verlauf vorkommen.

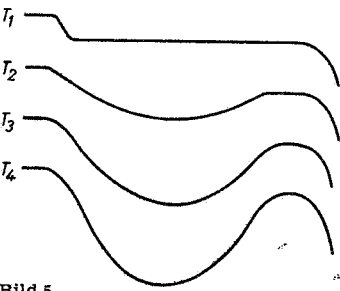


Bild 5

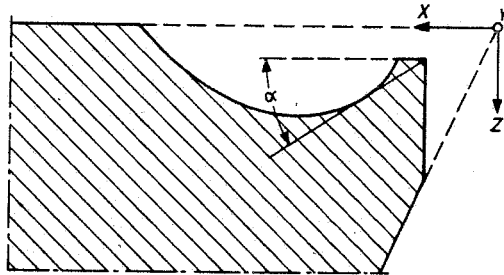


Bild 6

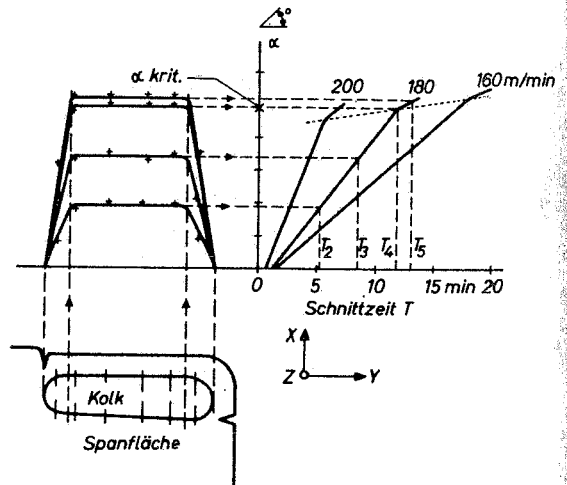


Bild 7

Bild 5 Die Entwicklungsstufen in der Zeitfolge einer Kolkprofilinie am gleichen Querschnitt

Bild 6 Die Kennzeichnung des Winkels α als Maß für die Standzeit

Bild 7 Das Verhalten des Winkels α über der Länge des Kolkes (Richtung y) und in Abhängigkeit von der Schnittzeit bei verschiedenen Schnittgeschwindigkeiten. Schnitttiefe 3 mm, Vorschub 0,4 mm/U, Schneidengeometrie 0.6.5.5.15.15.1,2, Werkstückstoff C 45, Schneidstoff P 20

Bild 8 Schaubild des Gesamtverschleißes an Spanfläche und Freifläche, ermittelt nach der Taylorschen Beziehung unter Verwendung des α -Kriteriums. Schnitttiefe 3 mm, Vorschub 0,4 mm/U, $y = 0,21$, $C_v = 190$ m/min

Bild 9 Standzeitgerade in Abhängigkeit vom Vorschub, aufgestellt mit dem α -Kriterium

Bild 10 Standzeitgerade in Abhängigkeit von der Schnitttiefe, ermittelt mit Hilfe des α -Kriteriums

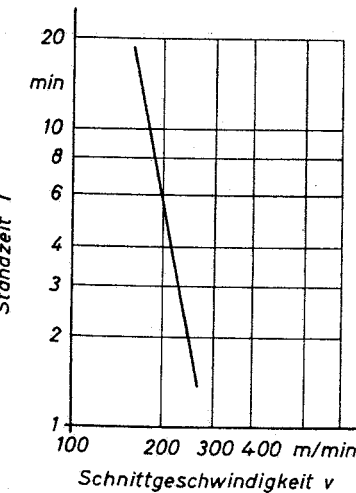


Bild 8

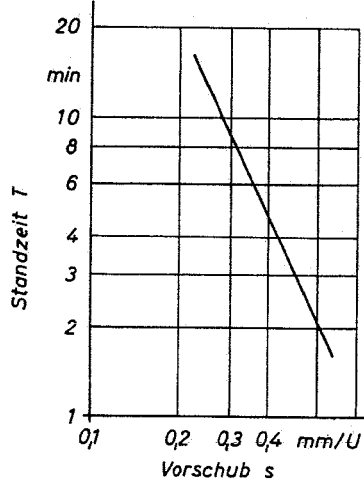


Bild 9

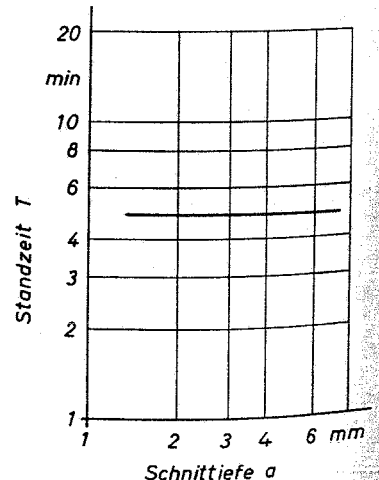


Bild 10

b) Ob die Werte des Winkels für jeden Kolkquerschnitt die gleichen sind. Andere Kolkverschleißkriterien beziehen sich auf die tiefste Stelle des Kolkes. Dieser Punkt bleibt während der Verschleißzunahme eventuell nicht in der gleichen Lage. Fände man ein Verschleißmaß, dessen Größe unabhängig von der tiefsten Stelle des Kolkes ist, so würde dies die Messung sehr vereinfachen.

c) Ob im zeitlichen Verlauf des Winkels bei Verschleißzunahme eine Unstetigkeit auftritt, mit der ein absolutes Standzeitkriterium verknüpft werden könnte.

Wie aus Bild 7 hervorgeht, können all diese Fragen positiv beantwortet werden. Der Winkelwert ist im größten Teil des Kolkes unabhängig von der Lage; die Zeitabhängigkeit ist fast linear, und es tritt eine deutliche Unstetigkeit unmittelbar (zwei bis fünf Minuten) vor dem Erliegen des Werkzeuges auf.

Es ist festzustellen, daß das mit dem Punkt der Unstetigkeit zu verbindende Absolutkriterium α_{krit} keinen konstanten Wert zeigt, sondern von der Schnittgeschwindigkeit abhängig ist.

Zur Bestätigung dieses Kriteriums sind zahlreiche Zerspanungsversuche durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind in Bild 7 dargestellt, wobei jedoch Schnitttiefe und Vorschub noch berücksichtigt werden müssen.

Die Auswertung dieser Kurven führt zu der Standzeit-Schnittgeschwindigkeits-Beziehung und zu den Standzeit-Vorschub- und Standzeit-Schnitttiefe-Beziehungen (Bilder 8, 9 und 10).

Es zeigt sich, daß die Standzeit von der Schnitttiefe fast unabhängig ist und daß sich für die anderen Größen folgende Beziehung ergibt:

$$v \left[\frac{T}{T_0} \right]^{0,21} = C_v \left[\frac{s}{s_0} \right]^{-0,45}$$

In dieser Beziehung ist $C_v = 190$ m/min die spezifische Schnittgeschwindigkeit bei einem Vorschub $s_0 = 0,2$ mm/U und einer Standzeit $T_0 = 30$ min.

Die Gleichung für den Gesamtverschleiß wird damit

$$v T^{0,21} = \frac{190}{s^{0,45}}$$

Schrifttum

1. Weber, G.: Die Beziehungen zwischen Spanentstehung, Verschleißformen und Zerspanbarkeit beim Drehen von Stahl. Diss. TH Aachen; 22. Mai 1954.
2. Bickel, E.: Contribution to a Solution of the Problem of Short Duration Tests for Determining the Life of Turning Tools. Microtecnic 10 (1956) 5, 215.
3. Takeyama, H.; Murai, T.; Usui, E.: Study on Wear Process of Carbide Tools. Journ. Mech. Lab. Japan 2 (1956), 2, 14.
4. Trigger, K. J.; Chao, B. T.: Cutting Temperature and Metal Cutting Phenomena. Trans. ASME, 73 (1951) 77. id. An Analytical Evaluation of Metal Cutting Temperatures. Trans. ASME, 73 (1951) 57.

DK 621.9:657.472.22

Prof. Dr.-Ing. Pavle Stanković, Universität Belgrad

Kostensenkung bei der spanabhebenden Bearbeitung durch betriebstechnische und konstruktive Maßnahmen

Die Wirtschaftlichkeit einer Werkzeugmaschine hängt einerseits von angewandten Arbeitsverfahren, andererseits von der Konstruktion und Auslegung der Maschine ab. In diesem Beitrag* werden die Möglichkeiten einer optimalen Ausnutzung der Maschine durch Anwenden geeigneter Schnittbedingungen sowie die notwendigen konstruktiven Änderungen bei einer Vergrößerung der Antriebsleistung untersucht. Die Ausführungen beziehen sich auf Drehmaschinen; sie lassen sich jedoch grundsätzlich auf jede andere Maschine übertragen.

In der folgenden Betrachtung wird von dem allgemeinen Ausdruck für die Antriebsleistung in der Form

$$N = \frac{P_H \cdot v}{60 \cdot 75 \cdot \eta} \quad (1)$$

ausgegangen, wobei P_H = Hauptschnittkraft in kp, v = Schnittgeschwindigkeit in m/min und η = Wirkungsgrad bedeuten.

Diese Gleichung kann einerseits zum Erreichen einer maximalen Standzeit der Werkzeuge und andererseits zum Erzielen der vollen Maschinenleistung eingesetzt werden.

Bei Zugrundelegung der optimalen Standzeit erhält man für die Hauptschnittkraft

$$P_H = C_K \cdot a^{x_1} \cdot s^{y_1} \quad (2)$$

a = Schnitttiefe, s = Vorschub; C_K , x , y sind Beiwerte, die vom Werkstoff abhängig sind.

Mit

$$v = \frac{C_v}{a^{x_1} \cdot s^{y_1}} \quad (3)$$

ergibt sich für die Antriebsleistung

$$N_A = \frac{K_1 \cdot v^z}{\eta} \quad (4)$$

$$\text{mit } z = 1 - \frac{x_1 + y_1}{x + y} \text{ und } K_1 = \frac{C_K \cdot C_v \cdot \frac{x_1 + y_1}{x + y} \cdot g^{x_1 - x} \cdot \frac{x_1 + y_1}{x + y}}{4500}$$

$g = \frac{a}{s}$ ist der Schlankheitsgrad des Spanes.

Zur Ausnutzung der vollen Maschinenleistung erhält man

$$N_M = K_2 \cdot \frac{v}{\eta} \quad (5)$$

$$\text{mit } K_2 = \frac{C_K \cdot s^{x_1} + y_1 \cdot g^{x_1}}{4500}$$

In Bild 1 sind die Abhängigkeiten der Leistung N_A und N_M von der Schnittgeschwindigkeit dargestellt, wobei der Schnittpunkt A die optimalen Bedingungen bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Werkzeugstandzeit und der Maschinenleistung wiedergibt. Die dem Schnittpunkt entsprechende Schnittgeschwindigkeit v_i stellt die optimale Geschwindigkeit bei gleichzeitigen optimalen Schnittbedingungen und voller Ausnutzung der Maschine dar.

Zuerst sei der Fall

$$N_{max} = \text{const.}$$

behandelt, wobei der Einfluß einer Verschiebung des Punktes A parallel zur Abszisse zur Bestimmung der optimalen Arbeitsbedingungen untersucht werden soll, d. h.

$$N_{0max} = \text{const.}$$

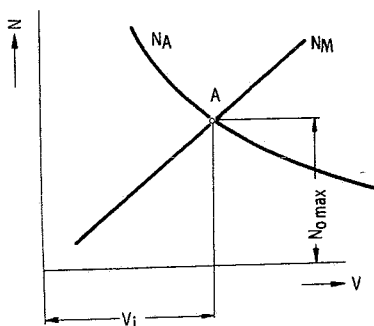


Bild 1 Abhängigkeit der Antriebs- und Maschinenleistung von der Schnittgeschwindigkeit

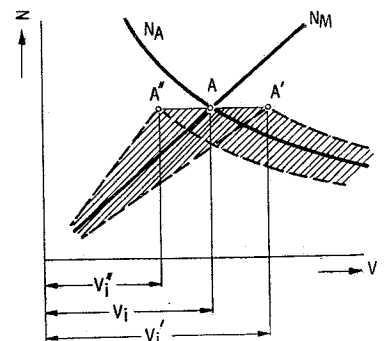


Bild 2 Ermittlung der optimalen Schnittbedingungen bei konstanter Leistung und veränderter Schnittgeschwindigkeit