

**EXPERIMENTELLE UND ANALYTISCHE UNTERSUCHUNGEN  
DES GEWINDESCHLEIFPROZESSES BEIM  
LÄNGS- UND EINSTECHSCHLEIFEN**

von

**Diplom-Ingenieur Reiner Druminski**  
aus Dinslaken

Vom Fachbereich Konstruktion und Fertigung  
der Technischen Universität Berlin  
zur Verleihung des akademischen Grades  
**D o k t o r - I n g e n i e u r**  
genehmigte Dissertation

Berlin 1977

D 83

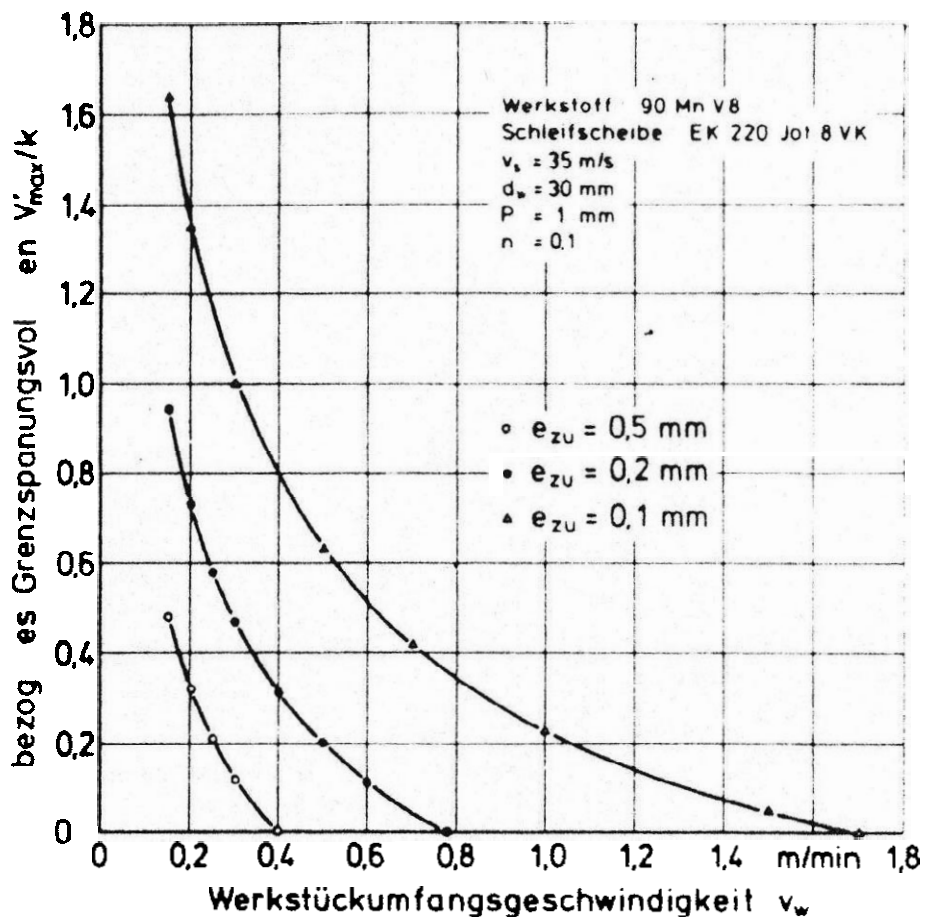


Bild 74: Analytisch ermittelte Abhängigkeit des bezogenen Grenzspannungsvolumens  $V_{max}/k_V$  für Werkstückumfangsgeschwindigkeiten  $v_w > 0,15 \text{ m/min}$

### 5.8 Einfluß der Schleifscheibenspezifikation beim Gewinde-Einsteichschleifen mit mehrprofiligen Schleifscheiben

Die bisher beschriebenen Versuchsergebnisse basierten auf Untersuchungen, die beim Gewinde-Längsschleifen von spitz vorgeschliffenen Gewinden mit einprofiligen Scheiben durchgeführt wurden, wobei die Einstellgrößen ( $v_w, e_{zu}$ ) den Arbeitsbedingungen des Gewinde-Einsteichschleifens angepaßt waren. Die konkrete Übertragbarkeit der dabei gewonnenen Versuchsergebnisse auf das Gewinde-Einsteichschleifen konnte erst überprüft werden, nachdem eine geeignete Maschine zur Verfügung stand. Durch die Realisierung definierter Abrichtverhältnisse (automatisiertes Abrichten mit Diamantprofil-

rolle, siehe 4.2) war nun auch die Möglichkeit gegeben, den Einfluß der Schleifscheibenspezifikation auf das Arbeitsergebnis systematisch zu untersuchen und die Grundlage für eine sinnvolle Schleifscheibenauswahl zu schaffen.

Meistens wird eine für das vorliegende Bearbeitungsproblem günstige Schleifscheibe in der Praxis durch stichprobenartige Versuche ermittelt, ohne allerdings die vorhandene Härte der geeigneten Schleifscheibe zu bestimmen und als Grundlage für ähnliche Schleifaufgaben festzulegen. Beim Einsatz einer anderen Schleifscheibencharge desselben Herstellers bleiben dann trotz gleicher Spezifikationsangaben Überraschungen nicht aus, da schon geringfügige Änderungen der Härte innerhalb einer bestimmten Härtestufe unter Berücksichtigung der Brenngrenze große Abweichungen hinsichtlich des erreichbaren Zeitspannungsvolumens nach sich ziehen können, wie bereits STADE [46] bei praktischen Versuchen nachweisen konnte, wobei die Härte durch eine Einrollprüfung bestimmt wurde. Bei allen anderen bekannt gewordenen Untersuchungen des Gewindeschleifens wurde die vom Hersteller angegebene Härte der Schleifscheiben nicht überprüft, so daß die meisten Ergebnisse quantitativ kaum reproduzierbar sind.

Die zunächst stichprobenartig durchgeführte Bestimmung der Härte von Gewindeschleifscheiben über die Messung des E-Moduls (Meßgerät: Grindo-Sonic) ergab teilweise sehr große Abweichungen der Herstellerangaben von den Meßwerten, so daß es notwendig erschien, diesen Punkt detaillierter zu untersuchen. So wurde eine Reihenuntersuchung durchgeführt, **für die das Schleifscheibenlager eines Industriebetriebes zur Verfügung stand.** Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind für verschiedene Schleifscheibenreihen zweier Gewindeschleifscheibenhersteller in Bild 75 dargestellt. Die eingezeichneten Punkte stellen jeweils den Mittelwert der Messungen an 8 - 10 Schleifscheiben einer bestimmten Körnung der jeweiligen Schleifscheibenreihe dar, wobei an jeder einzelnen Scheibe wiederum 10 Messungen durchgeführt wurden. Das Bild 75 resultiert damit aus Messungen an ca. 800 Schleifscheiben, wobei insgesamt 8000 Einzelmessungen verarbeitet wurden. Eingezeichnet ist weiterhin der vom Hersteller des Härteprüfgerätes angegebene funktionelle Zusammen-

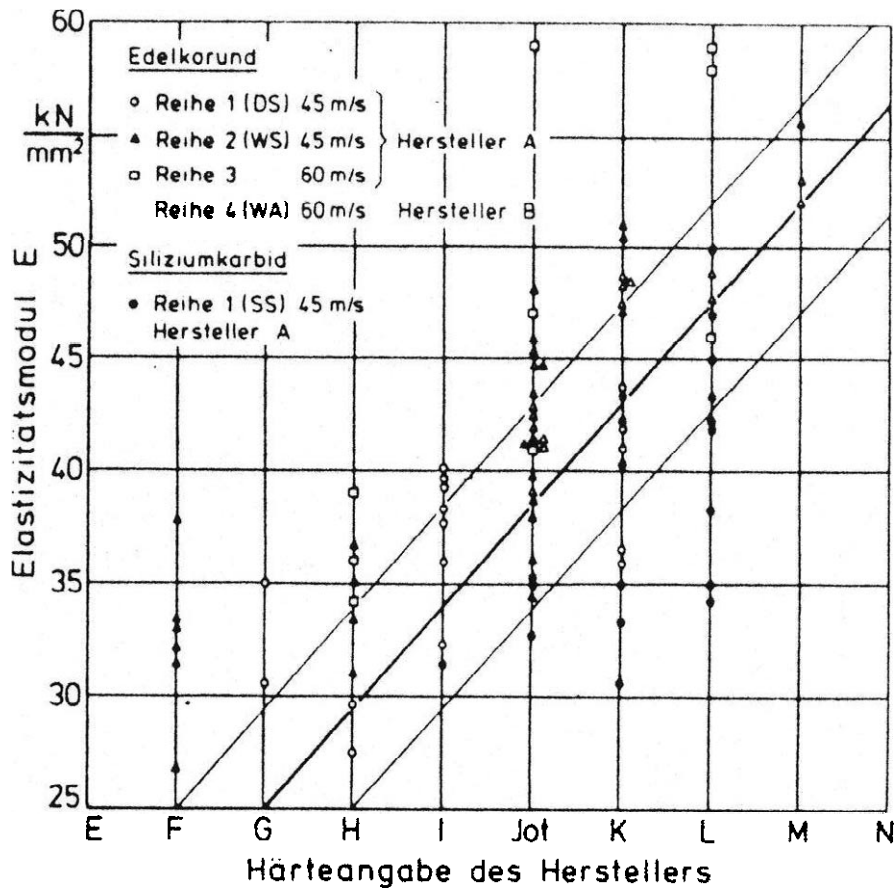


Bild 75: Streuung der Schleifscheibenhärte bei keramisch gebundenen Schleifscheiben verschiedener Hersteller

hang zwischen E-Modul und Härtestufe sowie ein Bereich von  $\pm 1$  Härtestufe entsprechend  $\pm 4,5 \text{ kN/mm}^2$ , den sich die Schleifscheibenhersteller selber vorschreiben. Abgesehen davon, daß eine Abweichung von  $\pm 1$  Härtegrad als wesentlich zu hoch angesehen werden muß, liegen 50 % der Mittelwerte außerhalb dieser Toleranz, wobei Abweichungen bis zu 4,5 Härtestufen festgestellt werden konnten.

In Bild 76 sind die Regressionsgeraden der einzelnen Schleifscheibenreihen dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf die Eintragung der Einzelmeßwerte verzichtet. Man erkennt deutliche Abweichungen der einzelnen Geraden untereinander und von den Angaben des Härteprüfgeräteherstellers.

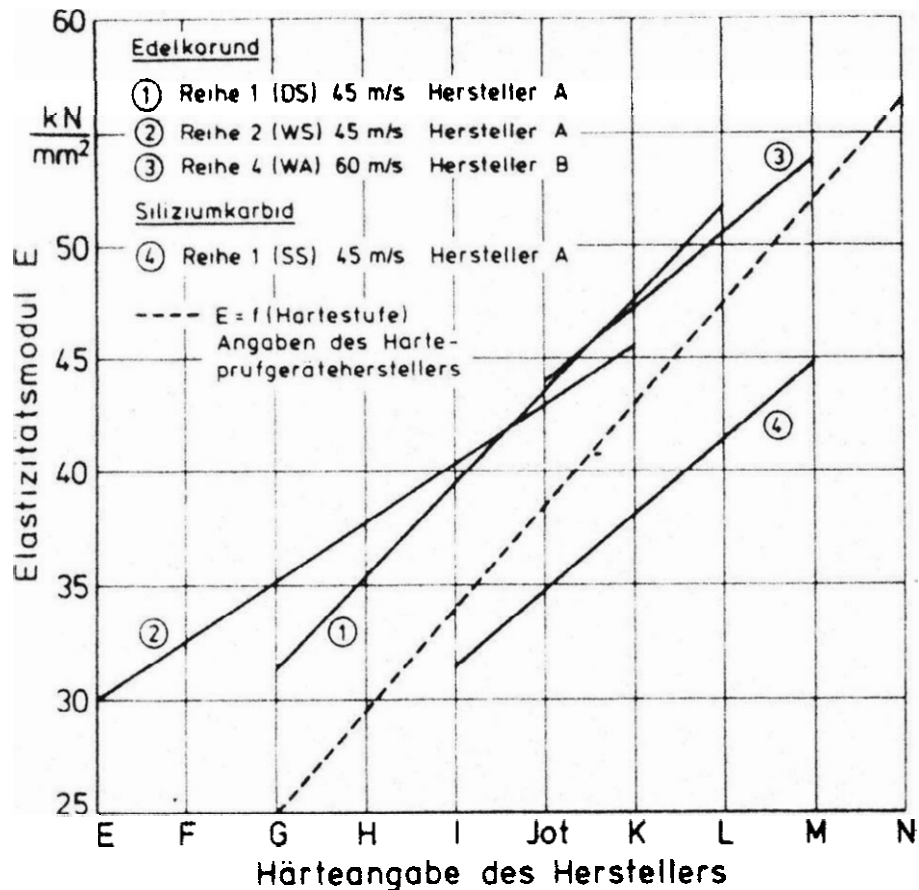


Bild 76: Regressionsgeraden der Schleifscheibenhärte bei verschiedenen Schleifscheibenreihen

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen muß man folgende Empfehlungen ableiten:

- Verschärfte Ausgangskontrollen beim Schleifscheibenhersteller, da man keinem Anwender auf Dauer zumuten kann, daß 50 % der bezogenen Scheiben um mehr als 1 Härtestufe von den Herstellerangaben abweichen,
- schärfere Eingangskontrollen beim Anwender,
- Vereinbarung eines zwischen Hersteller und Anwender verbindlichen Prüfverfahrens, wobei sich die E-Modul-Messung wegen der einfachen und zerstörungsfreien Arbeitsweise anbietet,
- Vereinbarung engerer Toleranzen, wobei maximal  $\pm 1/2$  Härtegrad ( $\pm 2,25 \text{ kN/mm}^2$ ) angestrebt werden sollten.

Bei der Interpretation der nachfolgend beschriebenen Versuchsergebnisse ist zu beachten, daß bei vielen Versuchsschleifscheiben ebenfalls deutliche Differenzen zwischen den Härteangaben des Herstellers und den eigenen Meßwerten auftraten. In allen Diagrammen sind daher neben der abgekürzten Herstellerbezeichnung (genaue Herstellerbezeichnung siehe Tabelle 1) in Klammern die Meßwerte für den E-Modul in  $\text{kN/mm}^2$  sowie die dem jeweiligen Wert zugeordnete Härtestufe mit Bruchteilen einer Stufe angegeben (z. B.  $45,0 \text{ kN/mm}^2 \hat{=} K + 0,45$ ).

Ein wichtiges Ergebnis, welches durch zahlreiche Versuche nachgewiesen werden konnte, sei hier vorangestellt. Die in der Industrie weitgehend geübte Praxis des Gewinde-Einsteichschleifens mit Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeiten  $v_s > 30 \text{ m/s}$  führt unter Berücksichtigung der Mengenleistung und Fertigungskosten nicht zu den besten Arbeitsergebnissen. Als wesentlich günstigere Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit muß  $v_s = 20 \text{ m/s}$  angesehen werden, wofür man im wesentlichen folgende Gründe anführen kann:

- Die Reduzierung der Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit führt zu einer bedeutend geringeren thermischen Beeinflussung der Oberflächenrandzone, was mit einer entscheidenden Steigerung des bezogenen Spannungsvolumens unter Berücksichtigung der Brenngrenze verbunden ist.
- Wegen der niedrigen Werkstückumfangsgeschwindigkeit beim Einsteichschleifen spielt der Verschleiß der Schleifscheibe beim Schleifen von gehärteten niedrig legierten Werkzeugstählen bei sinnvoller Schleifscheibenauswahl nur eine untergeordnete Rolle. Dieses gilt uneingeschränkt auch für die niedrige Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit  $v_s = 20 \text{ m/s}$ .
- Neben der Schleifscheibenspezifikation und den Einstellgrößen bestimmt vor allem die thermische Beanspruchung der Oberflächenrandzone die Oberflächengüte der Gewindeflanken (siehe Kapitel 6). Eine bemerkenswerte Verschlechterung der Oberflächengüte bei der Reduzierung der Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit von  $v_s = 30 \text{ m/s}$  auf  $v_s = 20 \text{ m/s}$  konnte bei keinem der zahlreichen Versuche beobachtet werden.