



**KURZ-INFORMATION
über VDF-Drehmaschinen**

**Werkstückgewichte
und
Maschinenbelastbarkeit**



Werkstückgewichte und Maschinenbelastbarkeit

Inhalt

1. Einleitung
2. Funktion der Werkstückgewichte
 - 2.1. Zulässige Werkstückgewichte als Richtwert für die Werkstatt
 - 2.2. Zulässige Werkstückgewichte als Anhaltspunkt für den Maschinenvergleich
3. Zulässige Werkstückgewichte für VDF-Drehmaschinen
4. Ermittlung des rechnerischen Werkstückgewichtes
5. Einflüsse auf das zulässige Werkstückgewicht
6. Die Belastbarkeit der Hauptlager in VDF-Drehmaschinen

1. Einleitung

Beim Kauf und beim Betrieb von Drehmaschinen treten immer wieder Fragen nach zulässigen Werkstückgewichten und Maschinenbelastungen auf. Diese sind jedoch nicht nur mit einfachen Zahlenangaben zu beantworten, da verschiedene Einflußgrößen berücksichtigt werden müssen. In dieser VDF-Kurzmitteilung soll deshalb der Problembereich von **Werkstückgewichten** und **Maschinenbelastbarkeit** etwas eingehender diskutiert werden.

2. Funktion der Werkstückgewichte

Zunächst weisen wir darauf hin, daß Angaben über zulässige Werkstückgewichte

- a) nur als Richtwerte für den Werkstattgebrauch gedacht sind, um Überlastungen der Maschinen und damit eine Beeinträchtigung von Genauigkeit und Lebensdauer zu vermeiden – siehe 2.1.
- b) z.Z. aber auch für einen meistens ungenauen Vergleich von Maschinen verschiedener Hersteller benutzt werden – siehe 2.2.

2.1. Zulässige Werkstückgewichte als Richtwerte für die Werkstatt

Die technische Entwicklung auf dem Gebiet der Spindel-lagerung, insbesondere auch der Übergang auf Wälzlagerungen bei Hauptspindeln, hat dazu geführt, daß die zulässigen Gewichte erheblich gesteigert werden konnten. Das hatte zwei Konsequenzen:

Die zulässigen Gewichte lassen sich bei Drehmaschinen kleiner und mittlerer Größe oft im Arbeitsraum der Maschine selbst durch massive Stahlwerkstücke nicht mehr realisieren. Für diese könnten damit Angaben über maximale Werkstückgewichte entfallen.

Die auf Grund der Belastbarkeit der Hauptspindel möglichen Werkstückgewichte lassen sich mitunter nicht auf der Maschine aufnehmen, weil die Belastbarkeit der Spannmittel, Körnerspitzen und Setzstöcke geringer ist als die der Hauptspindel.

Man sieht daraus, daß Angaben über zulässige Werkstückgewichte nur bei größeren Drehmaschinen eine Rolle spielen. Wenn auch bei kleinen und mittleren Drehmaschinen nach diesen Werten gefragt wird, geschieht das meistens aus dem Wunsch, Maschinen verschiedener Größe oder Hersteller zu vergleichen.

2.2. Zulässige Werkstückgewichte als Anhaltspunkt für den Maschinenvergleich

Für den echten Vergleich verschiedener Drehmaschinen könnte das zulässige Werkstückgewicht nur dann herangezogen werden, wenn es **auf Grund gleicher Voraussetzungen** ermittelt wurde. Da entsprechende Vereinbarungen oder Normen dazu bisher nicht vorliegen, trifft dies z.Z. mit Sicherheit nicht zu. Auf Grund dieser Situation gibt es zwei Alternativen bei der Angabe der zulässigen Maschinenbelastung:

Man gibt Werkstückgewichte an, die für die Werkstatt sinnvoll sind. Damit erscheint u. U. die Maschine jedoch weniger belastbar, als sie es theoretisch ist.

Man gibt die dynamischen Tragzahlen der Hauptspindel-lagerung an. Diese sind wiederum als Werkstatt-Richtwerte unbrauchbar, jedoch für den Vergleich von Maschinen geeignet, da sie nach gleichen Voraussetzungen ermittelt werden können.

Beide Möglichkeiten allein sind also unbefriedigend. Die VDF machen daher getrennte Angaben über die zulässigen Werkstückgewichte und über die dynamischen Tragzahlen.

Nachstehend finden Sie eine Zusammenstellung der entsprechenden Werte für alle VDF-Drehmaschinen, wobei auch ausführlich die Problematik der Zahlenangaben erläutert wird.

3. Zulässige Werkstückgewichte für VDF-Drehmaschinen

In der Tabelle 1 sind Richtwerte für zulässige Werkstückgewichte für die Grundtypen der VDF-Drehmaschinen angegeben. Dabei werden verschiedene Möglichkeiten der Werkstückspannungen unterschieden:

Werkstück zwischen Spitzen aufgenommen.

Werkstück zwischen Spitzen aufgenommen und mit einem Setzstock unterstützt.

Werkstück zwischen Spitzen aufgenommen und mit zwei Setzstöcken unterstützt.

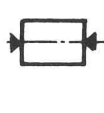
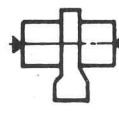
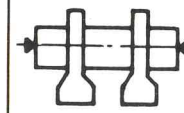

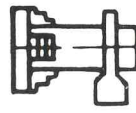
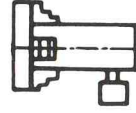
Werkstück fliegend in Futter oder Planscheibe gespannt.

Werkstück in Futter oder Planscheibe gespannt und mit einem Setzstock unterstützt.

Werkstück in Futter oder Planscheibe gespannt und mit einem Rollenstützlager unterstützt.

Zulässige Gewichte von zylindrischen Werkstücken

Tabelle 1

VDF - Type	Hauptspindel \varnothing im vord. Lager mm						
		t	t	t	mm t	t	t
21 RO	90	0,8	1	1,25	200 0,4	0,63	
42 D, 42 S, 42 L, 48 D, 48 S, 48 L	100	1	1,25	1,6	200 0,5	0,8	
M 530, V 630	120	1,6	2	2,5	224 0,71	1,12	
	140	2	2	2,5	224 0,9	1,12	
E 560, M 670, V 800	130	2,5	3,15	4	250 1	1,6	
	170	3,15	3,15	4	250 1,25	1,6	
E 710, M 850, V 1000	190	4	5	6,3	250 1,4	2	
E 850, M 1000, V 1180, VM 1250, VV 1600	240	6,3	8	10	250 2	3,15	
E 1000, M 1120, V 1250, VM 1600, VV 2000, E 1000 B, M 1120 B, V 1250 B, H 1400 B	260	12,5	16	20	280 3,55	6,3	12,5
E 1120, M 1250, V 1400, H 1600, E 1120 B, M 1250 B, V 1400 B, H 1600 B	260	20	25	31,5	315 5	10	20
E 1400, M 1600, V 1800, E 1400 B, M 1600 B, V 1800 B, H 2000 B	300	31,5	40	50	355 7,1	16	32
E 1800 B, M 2000 B, V 2250 B, H 2500 B	400	40	50	63	400 8	20	40

Die angegebenen Werkstückgewichte sind Richtwerte. Sie gelten nur bei zentrischer und sicherer Spannung.

Das zulässige Werkstückgewicht wird bei Setzstöcken mit normalem Führungsdurchmesser bzw. bei Drehmaschinen mit kurzen Drehlängen nicht immer erreicht.

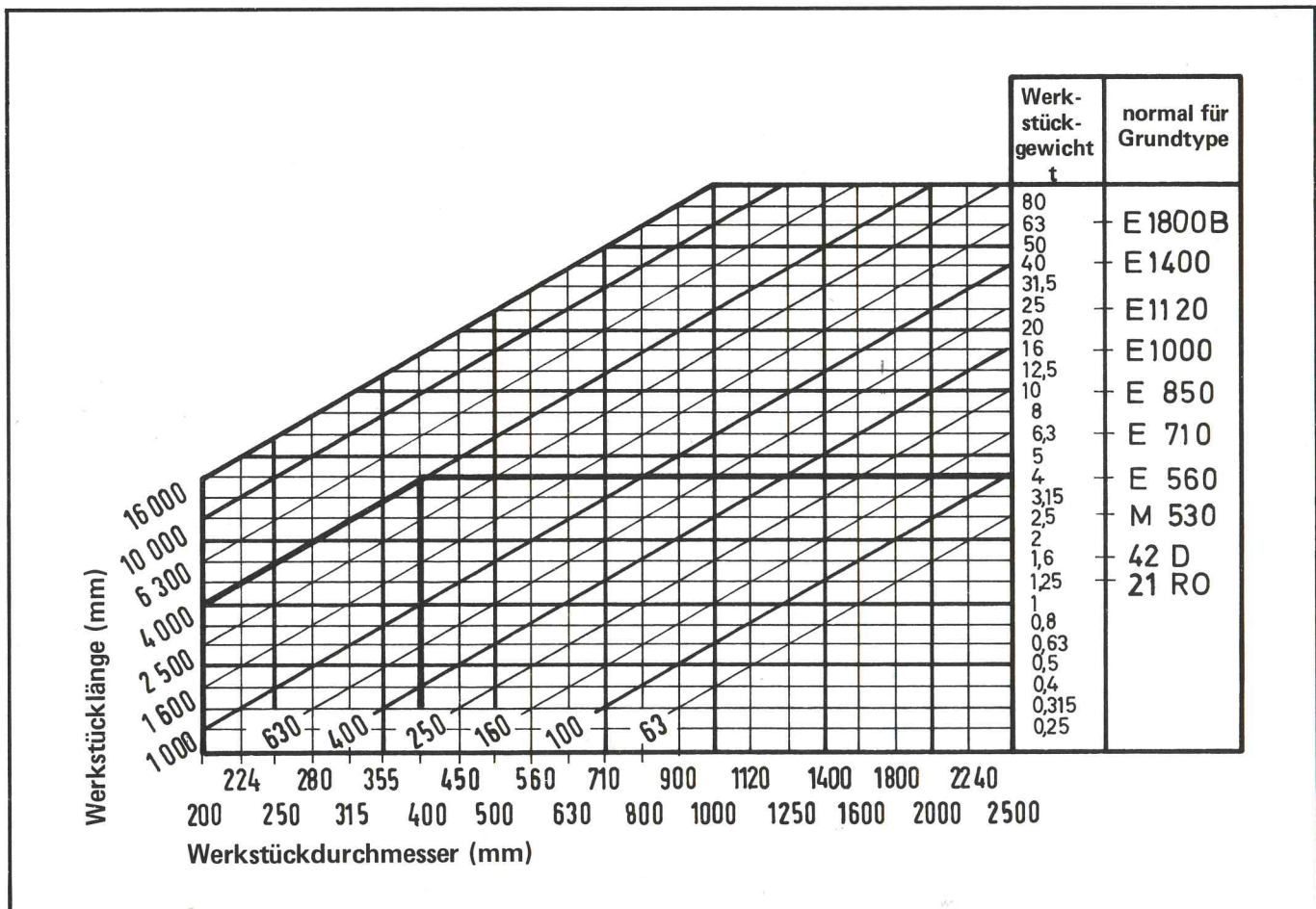
4. Ermittlung des rechnerischen Werkstückgewichtes

Alle Angaben der zulässigen Werkstückgewichte in Tabelle 1 gehen von zylindrischen Körpern aus. Größere Abweichungen von dieser Form sowie die Berücksichtigung von Schnittkräften, zwingen zur Anwendung von Zuschlägen zum wirklichen Werkstückgewicht auf Grund der nachstehenden Ausführungen. Dabei darf das rechnerische Werkstückgewicht – gleich Summe aus wirklichem Werkstückgewicht plus Zuschlägen – das in Tabelle 1 angegebene Werkstückgewicht nicht überschreiten.

Überschlägige Berechnung des wirklichen Werkstückgewichtes

Tabelle 2 ermöglicht für zylindrische Körper aus Stahl eine schnelle, überschlägige Gewichts Berechnung.

Tabelle 2



Schnittkräfte

Die am Werkstück angreifenden Schnittkräfte sind bei den Angaben zulässiger Werkstückgewichte nicht berücksichtigt, da sie in der Größe sehr stark schwanken. Bei drückendem Schnitt wirken sie dem Werkstückgewicht entgegen und können ganz vernachlässigt werden, während sie bei ziehendem Schnitt, z. B. beim Kopieren hinter der Drehmitte, zum Werkstückgewicht zu addieren sind.

Während an den Einspannenden der Werkstücke jeweils immer nur das halbe Werkstückgewicht wirksam wird, kann die Schnittkraft bei entsprechender Stahlstellung einseitig voll wirksam werden. Bei ziehendem Schnitt muß deshalb die doppelte Schnittkraft dem Werkstückgewicht hinzugerechnet werden.

Ungleiche Gewichtsverteilung

Bei Werkstücken mit Absätzen liegt der Schwerpunkt u. U. nicht in der Mitte. Die Gewichtsverteilung auf das Spannmittel am Spindelkasten und auf die Reitstockspitze wird dadurch ungleich. Hierbei ist darauf zu achten, daß die höher belastete Werkstückaufnahme nicht mehr als 50 % der in Tabelle 1 angegebenen Werte zu tragen hat.

Bei Aufnahme des Werkstückes zwischen Spitzen und mit zwei Setzstöcken ist auf gleiche Belastung der Setzstöcke zu achten, wobei auch die Entlastung des Spannmittels und der Reitstock-Zentrierspitze etwa gleich sein soll.

Werkstückunwucht

In der Drehachse unsymmetrische Werkstücke erzeugen beim Drehen dynamische Zusatzkräfte, die nicht immer durch Gegengewichte ausgeglichen werden können. Diese Kräfte wachsen mit steigender Drehzahl. Sie belasten die Drehmaschine zusätzlich zum Werkstückgewicht. Zur Ermittlung des wirklichen Werkstückgewichtes sind die am Spannmittel und an der Reitstock-Zentrierspitze auftretenden Fliehkräfte der Drehzahl entsprechend zu berücksichtigen und der anteiligen Gewichts- und Schnittkraftbelastung hinzuzurechnen.

5. Einflüsse auf das zulässige Werkstückgewicht

Bei der Angabe der zulässigen Werkstückgewichte sind Voraussetzungen zugrunde gelegt, die nicht nur von der Drehmaschine selbst abhängen, die aber für die Ausnutzung des max. Werkstückgewichtes erfüllt sein müssen.

Die Zentrierbohrungen im Werkstück

Für die Aufnahme eines bestimmten Werkstückgewichtes zwischen Spitzen gehört eine entsprechend große Zentrierbohrung.

Tabelle 3 zeigt die Zuordnung der Zentrierbohrungen zu den Werkstückgewichten. Auch hier ist unter Werkstückgewicht das rechnerische Werkstückgewicht nach 4. zu verstehen.

Tabelle 3

Werkstückgewicht kg		Zentrierbohrung Nennmaß mm		
von	bis	d1	d2	α
	1	1	2,5	60°
1	4	1,6	4	60°
4	16	2,5	6,3	60°
16	63	4	10	60°
63	250	6,3	16	60°
250	1000	10	25	60°
1000	4000	16	40	60°
4000	16000	25	63	90°
16000	63000	40	100	90°

Spannmittel

Eine entscheidende Grenze für die zulässigen Werkstückgewichte bilden die Spannmittel, die nicht nur das Gewicht aufzunehmen haben, sondern auch das Drehmoment auf das Werkstück übertragen müssen. Die fest mit der Maschine verbundenen Zahnkranzplanscheiben bei den großen VDF-Drehmaschinen sind zwar für das max. Werkstückgewicht ausgelegt, doch ist man auch hier von der manuellen Spannung abhängig.

Bei den auswechselbaren Spannmitteln der mittleren und kleinen Drehmaschinen ist nicht jedes Spannmittel für die Aufnahme des zulässigen Werkstückgewichtes geeignet. Wegen der vielen Einflußgrößen existieren noch keine Zahlenangaben über zulässige Belastungen der Spannmittel.

Bei max. Belastung ist auf jeden Fall auf die richtige Form und Härte der Spannbacken, die ausreichende Größe der Spannfläche, auf genügende Rauigkeit der Werkstückoberfläche und auf genügende Spannkraft zu achten. In besonders ungünstigen Fällen sind Sonderspannbacken bzw. zusätzliche Spannelemente zu verwenden.

Faktoren zur Bestimmung des zulässigen Werkstückgewichtes zwischen Spitzen ohne Setzstöcke bei veränderter Drehzahl und Vollast-Lebensdauer.

Werkstückdrehzahlen

Tabelle 4 zeigt die Abhängigkeit des zulässigen Werkstückgewichtes von Drehzahl und Lager-Lebensdauer.

Die in Tabelle 1 angegebenen zulässigen Werkstückgewichte gelten für eine Drehzahl von 100 U/min und eine Lebensdauer von 4000 Stunden. Bei Abweichung davon ist das zulässige Werkstückgewicht mit den in Tabelle 4 angegebenen Faktoren zu multiplizieren. Es ist zu erkennen, daß durch die Wahl von kleineren Drehzahlen und durch Verzicht auf Lebensdauer größere Gewichte aufgenommen werden dürfen. Dies ist z. B. nötig, wenn bei einem Werkstück, das wegen des Gewichtes mit zwei Setzstöcken unterstützt werden muß, die Lauffläche für diese Setzstöcke herzustellen sind.

Die Erhöhung des Werkstückgewichtes darf aber nicht das in Tabelle 1 angegebene zulässige Maximalgewicht für die Aufnahme zwischen Spitzen mit Abstützung durch zwei Setzstöcke überschreiten. Bei einer Erhöhung des zulässigen Werkstückgewichtes ist auf die einwandfreie Zentrierung, auf das geeignete Spannmittel und auf kurzen Pinolenüberhang besonders zu achten. Es wird weiter empfohlen, nur geringe Spanquerschnitte abzunehmen.

Tabelle 4

Vollast- Lebens- dauer in Std.	U/min							
	7,1	14	28	56	100	224	450	1400
1000	1,6	1,6	1,6	1,6	1,52	1,19	0,97	0,68
2000	1,6	1,6	1,6	1,46	1,23	0,97	0,79	0,56
4000	1,6	1,6	1,46	1,19	1,0	0,79	0,64	0,45
8000	1,6	1,46	1,19	0,97	0,81	0,64	0,52	0,37
16000	1,46	1,19	0,97	0,79	0,66	0,52	0,42	0,30
32000	1,19	0,97	0,79	0,64	0,54	0,42	0,34	0,24

6. Die Belastbarkeit der Hauptlager in VDF-Drehmaschinen

Wie bereits gesagt, gibt das zulässige Werkstückgewicht keine genaue Auskunft über die wirkliche Belastbarkeit der Hauptspindel und der mitlaufenden Körnerspitze einer Drehmaschine. Die Belastbarkeit der Hauptspindel und auch der mitlaufenden Reitstock-Körnerspitze wird am stärksten von den dynamischen Tragzahlen der verwendeten Hauptlager bestimmt. Demgegenüber sind andere Einflußgrößen – wie Zahl der Lager, Tragfähigkeitswerte der übrigen Lager, Lagerabstand usw. – nur von untergeordneter Bedeutung. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, die dynamischen Tragzahlen der Hauptlager anzugeben. Diese Werte sind vergleichbar und in der linken Hälfte der Tabelle 5 aufgeführt.

Für Drehmaschinen ist die der Berechnung der dynamischen Tragzahlen zugrunde gelegte Lebensdauer von 1 Mill. Umdrehungen jedoch zu gering. Wenn darum praxisnahe Grundlagen mit der Drehzahl von $n = 100$ U/min und der Lebensdauer von $L = 4000$ Stunden entsprechend 24×1 Mill. Umdrehungen eingesetzt werden, so ergeben sich wirklichkeitsnähere Werte. In der rechten Hälfte der Tabelle 5 sind die Belastbarkeiten der Hauptlager unter den beschriebenen Bedingungen angegeben.

Ein Vergleich mit Tabelle 1 läßt erkennen, daß diese Zahlen erheblich höher sind als die zulässigen Werkstückgewichte. Zum Beispiel betragen die zulässigen Werkstückgewichte beim Fliegendrehen in Futter oder Planscheibe nur ein Sechstel bis ein Zwölftel der Belastbarkeit des Hauptspindellagers bei $L = 4000$ h und $n = 100$ U/min

Man sieht daraus, daß die Grenzen für die Werkstückgewichte nicht durch die Tragfähigkeit der Spindellager gegeben sind.

Belastbarkeit der Hauptspindellager

Tabelle 5

VDF-Grund-Type	Dyn. Tragzahl C in t			Zulässige Belastung bei $n = 100$ U/min und Lebensdauer $L = 4000$ Betr. Std.		
	vorderes Hauptspindellager		eingebaute mitlaufende Körnerspitze	Hauptspindel		mitlaufende Körnerspitze
	normal	verstärkt		normal	verstärkt	
21RO	12,5	-	2	4,8	-	0,75
42D	13,4	-	2,5	5,2	-	0,9
M530	20,8	27	5	8	10,4	1,8
E560	26	30	5	10	11,6	1,8
E710	-	47,5	7	-	18,5	2,7
E850	-	47,5	11	-	18,5	4,3
E1000	-	68	18	-	26,5	7
E1120	-	95	27,5	-	37	10,7
E1400	-	118	42,5	-	45	16,5
E1800B	-	170	62	-	63	27



M d **VEREINIGTE DREHBANK - FABRIKEN** e v

**VDF bietet
weltweiten
Service**

DEUTSCHLAND

Berlin · Bielefeld · Bremen · Dortmund · Düsseldorf
Göppingen · Hamburg · Hannover · Lübeck · München · Nürnberg
Saarbrücken · Stuttgart

EUROPA

Belgien/Brüssel · Dänemark/Kopenhagen · Finnland/Helsinki
Frankreich/Paris · Großbritannien/Staines (Middlex.)
Holland/Rotterdam · Italien/Mailand · Jugoslawien/Belgrad
Luxemburg · Norwegen/Oslo · Österreich/Wien · Portugal/Lissabon
Schweden/Solna (Stockholm) · Schweiz/Zürich · Spanien/Barcelona
Türkei/Ankara und Istanbul

ÜBERSEE

USA/New York und in 18 weiteren Städten · Kanada/Toronto, Don Mills
und Montreal · Mexico/Mexico City · Argentinien/Buenos Aires
Brasilien/Sao Paulo · Chile/Santiago de Chile · Kolumbien/Bogota
Peru/Lima · Uruguay/Montevideo · Venezuela/Caracas
Südafrika/Johannesburg · Israel/Tel Aviv · Indien/Calcutta
Pakistan/Karachi · Japan/Tokio · Australien/Chatswood (Sydney)
Neuseeland/Invercargill und Auckland.

