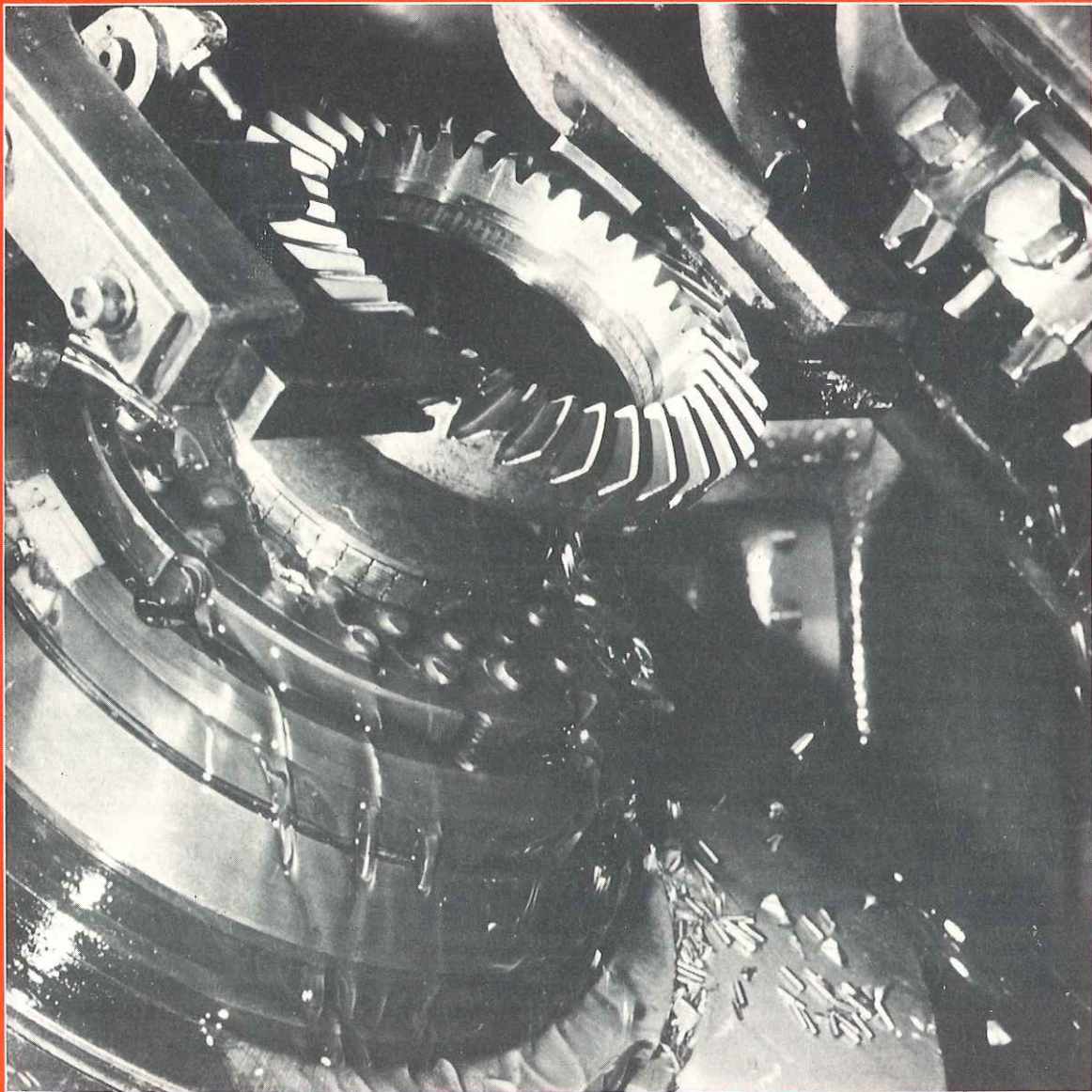


RINGSPANN®



Präzisionsspanngeräte für die Automobilindustrie



RINGSPANN® eingetr. Warenzeichen der RINGSPANN Albrecht Maurer KG, Bad Homburg

Sonderdruck aus Automobil-Industrie
28. Jahrgang, Heft 4
Vogel-Verlag Würzburg

Präzisionsspanngeräte für die Automobilindustrie

RUPRECHT MAURER/BERND MAYER/KARLHEINZ TIMTNER

Die Anforderungen an die Präzision vieler Kraftfahrzeugteile — insbesondere aus Antriebs- und Fahrwerksaggregaten — sind immer höher geworden. Gleichzeitig mußten aber

die Kosten für die Teile stetig gesenkt werden. Das war nur möglich, indem die Leistungen der Produktionsmaschinen auf das heutige hohe Niveau gesteigert wurden. Einen wichti-

gen Beitrag dazu haben hochentwickelte Spanngeräte geleistet, die das „Interface“ zwischen Maschine und Werkstück darstellen.

DK 629.113

Ziel dieses Beitrages ist es deshalb, etwas ausführlicher auf Details solcher Spanngeräte einzugehen. Ausgehend von einer systematischen Übersicht heute gebräuchlicher Spanngeräte werden die Anforderungen zusammengestellt und Auswahlverfahren für optimale Spanngeräte beschrieben. Danach werden erfolgreich im Einsatz befindliche Spanngeräte für Werkstücke aus der Automobilindustrie gezeigt; sie sollen als Anregung dienen, wie solche Aufgaben vorteilhaft gelöst werden können. Schließlich wird versucht, zukünftige Trends bei Spanngeräten anzudeuten.

1. Einleitung

Im Rahmen der Fortschritte, die in den letzten Jahrzehnten in der Produktionstechnik von Automobilen erzielt werden konnten, spielte das präzise Spannen während vieler Herstellungsschritte von Motor-, Getriebe- und Fahrwerksteilen eine große Rolle. Nur mit erheblichen Fortschritten in der Spanntechnik konnten auch die Leistungen der Produktionsmaschinen und der Produktionsverfahren auf das heutige hohe Niveau gesteigert werden. Insbesondere war es nur durch hochentwickelte Spannsysteme möglich, die Nebenzeiten wirkungsvoll zu reduzieren. Für die Zukunft stellt sich insbesondere bei flexibler Fertigung über die bestehenden Forderungen hinaus die weitere Forderung nach Reduzierung der Rüstzeiten. Auch hier werden zukunftsorientierte Entwicklungen von Spanngeräten ihren Beitrag zum technischen Fortschritt leisten.

Die Genauigkeitsanforderungen an die Teile der genannten Aggregate sind im Laufe der Zeit immer höher gestiegen. Es ist heute selbstverständlich, daß eine große Zahl von Teilen Durchmesser-, Planlauf- und Rundlauf-toleranzen in der Größenordnung von wenigen hundertstel Millimetern, wenn nicht sogar tausendstel Millimetern, haben müssen, um ihre Funktion sicher zu erfüllen. Die Gründe hierfür sind vielfältiger Art, besonders hängt das mit der kontinuierlichen Steigerung des Leistungsgewichtes zusammen, was direkte Zusammenhänge mit Energieeinsparung und Senkung der Gesamtkosten des Fahrzeuges hat. Aber auch Fragen des Umweltschutzes, also Geräusch- und Emissionsreduzierung und Anforderungen an die Verkehrssicherheit der Fahrzeuge bestimmen unmittelbar die Präzision der einzelnen Teile.

Durch die höheren Genauigkeiten werden selbstverständlich die Einzelkosten der Teile erhöht, und es ist zweifellos heute eine der wichtigsten Aufgaben, gerade in der Großserienfertigung mit engen Toleranzen sehr vorsichtig umzugehen. Die Entwicklungsingenieure und Konstrukteure tragen für die Gesamtwirtschaftlichkeit der Produkte eine außerordentlich große Verantwortung; sie müssen sich stets bewußt sein, was für ein großer Aufwand in der Produktion erforderlich ist, um z.B. eine Rundlaufgenauigkeit von 0,01 mm gleichmäßig bei Millionen Teilen sicherzustellen. Ohne eine enge und aufgeschlossene Zusammenarbeit zwischen Produktions- und Entwicklungsingenieuren wäre der hohe Stand der Technik nicht möglich.

Im Rahmen dieses Aufsatzes sollen — ausgehend von einer systematischen Übersicht über die Wirkprinzipien von Werkstückaufnahmen an zylindrischen Spannflächen — besonders vorteilhafte Spannprinzipien gezeigt werden. Danach soll entsprechend praktischen Aufgaben-

stellungen ein Weg gewiesen werden, wie man für die jeweilige Aufgabe zum optimalen Spanngerät kommt. Aufbauend auf diesen vorbereitenden Erläuterungen werden eine Reihe von Ausführungsbeispielen bewährter Präzisionsspanngeräte aus vielen Bereichen der Automobilfertigung beschrieben. Abschließend wird versucht, zukünftige Entwicklungstrends bei Präzisionsspanngeräten für neue Fertigungs- und Beschickungstechnologien darzustellen.

2. Abgrenzung hinsichtlich der behandelten Spanngeräte

Angesichts der nahezu unüberschaubaren Vielzahl von Teilen, die in der Automobilfertigung — selbst bei Einschränkung auf Antriebs- und Fahrwerksaggregate — vorliegen, ist es nötig, eine Abgrenzung zu schaffen, welche Spanngeräte in diesem Aufsatz vornehmlich behandelt werden. Diese Abgrenzung ist in verschiedenen Richtungen erforderlich. Die wichtigsten davon sind nachstehend aufgeführt:

2.1 Abgrenzung hinsichtlich der Fahrzeugteile

Es werden nur Spannzeuge behandelt, die für Teile in den Antriebsaggregaten — also Motor, Getriebe und Differential — und im Fahrwerk — also Teile der Lenkung, der Bremsen und der Räder — eingesetzt werden. Diese Teile werden auf Hochleistungsmaschinen mit täglichen Stückzahlen von einigen hundert, wenn nicht sogar tausend bearbeitet.

2.2 Abgrenzung hinsichtlich der Form der Spannflächen

Es sollen nur Spanngeräte für kreiszylindrische Spannflächen an den Werkstücken behandelt werden. Besonders wird auf die schwierige Aufgabe eingegangen, wenn diese Zylinder sehr kurz oder schwer zugänglich sind. Manchmal ist es erforderlich, zwei solcher koaxialer Zylinder mit unterschiedlichen Durchmessern als Spannflächen zu benutzen. Bei den vorstehend beschriebenen Schwierigkeiten zeigt sich besonders die Leistungsfähigkeit hochentwickelter Spanngeräte.

2.3 Abgrenzung hinsichtlich der Produktionsverfahren

Es sollen nur Spanngeräte für folgende Produktionsverfahren behandelt werden:

- Drehen,
- Schleifen,
- Bohren,
- Fräsen,
- Schweißen,
- Wuchten,
- Zentrieren,
- Kontrollieren.

3. Systematische Übersicht der Wirkprinzipien von Spanngeräten für zylindrische Spannflächen

Gemäß der Abgrenzung in Kapitel 2 soll nun versucht werden, eine systematische Übersicht der heute vorwiegend im Einsatz befindlichen Wirkprinzipien von Hochleistungsspanngeräten zu zeigen. Die verschiedenen Ausführungsformen sind in vielen Fällen durchaus gleichwertig. Allerdings hat jedes Prinzip ganz besondere Stärken.

3.1 Anforderungen an Spanngeräte gemäß den Abgrenzungen im Kapitel 2

Bevor auf die verschiedenen Prinzipien eingegangen wird, sollen hier die Hauptanforderungen festgehalten werden, die allgemein gelten:

- Rundlaufwiederholgenauigkeit besser als 0,01 mm über lange Zeit,
- Verschleißarm,
- Unempfindlichkeit gegen Späne,
- Unempfindlichkeit gegen Schmier- und Kühlflüssigkeiten,
- Keine Markierungen an den Werkstücken,
- Verzugfreies Spannen der Werkstücke.

Zur Sicherstellung der Rundlaufwiederholgenauigkeit ist es in vielen Fällen zwingend notwendig, daß das Spanngerät das Werkstück während des Spannvorganges an eine schlagfreie Planfläche anzieht. Es gibt nur relativ wenige Spanngeräte in Serienausführung, die diese Forderung erfüllen.

3.2 Systematische Gegenüberstellung der gebräuchlichsten Spanngeräte für Teile mit zylindrischen Spannflächen

Anhand von Bild 1 soll nun erläutert werden, welche Arten, welche Hauptgruppen von Spanngeräten zu unterscheiden sind und welche

Gegenüberstellung der zur Zeit bekanntesten Spannsysteme für Teile mit zylindrischen Spannflächen.

	Backen-Spanngeräte	Segment-Spanngeräte	Kegel-Spanngeräte	Hebelelement-Spanngeräte	Dehn-Spanngeräte
Komplexität ↓	Keilstangenfutter mit antizentrifugalem Spanntrieb 	Segment-Spanndorn 	Zangenspannfutter 	Flachfutter Korbfutter 	Hydrodehndorn
	Ausgleichfutter mit Fliehkraftausgleich 	Zangen-Spannfutter mit „Rubberflex“-Zange 	Kegeldorn Kegelfutter 	Flachdorn Kurzspanndorn 	„Rollkup“-Dehndorn
	Keilstangenfutter mit Schnellwechsel-Backen 	Segmentdorn, formschlüssig 	Zangen-Spannfutter mit Doppelkegel-Zange 	Flachmembrandorn/Futter 	„Spieth“-Dehndorn
	Keilhakenfutter mit Fliehkraftausgleich 	Lamellenspannfutter 	Doppelkegeldorn 	RINGSPANN-Spanndorn/ Spannfutter 	RINGSPANN-Spitzen-Dehndorn, mech.
	Mehrfingerfutter mit Plananzug 		Gleitbüchsendorn 	Expandisk-Spanndorn 	RINGSPANN-Flansch-Dehndorn, mech.
	Keilstangenfutter mit Schnellverstellung 		Fräserfutter 	Topf-Membranfutter 	
			Doppelkegeldorn mit wechselseitig geschlitzter Büchse 		
			„Tork-Lok“-Doppelkegeldorn 		
			Dorn mit Spanngewinde 		
			Doppelkegeldorn 		

← Spannereich (---) Genauigkeit

Bild 1 Systematische Übersicht über die Spanngeräte für Werkstücke mit zylindrischen Spannflächen

Systematic survey of clamping fixtures for workpieces with cylindrical clamping surfaces

Aperçu systématique des matériels d'ablocage prévus pour des pièces présentant des surfaces d'ablocage cylindriques

Vorteile diese jeweils haben. Im Bild 1 sind in fünf Spalten nebeneinander die fünf gebräuchlichsten Systeme aufgeführt:

- Backenspanngeräte,
- Kegelspanngeräte,
- Segmentspanngeräte,
- Hebelelementspanngeräte,
- Dehnspanngeräte.

Die erste Gruppe ist zweifellos am bekanntesten und am verbreitetsten. Das oberste Beispiel zeigt ein sehr modernes Backenfutter in stabiler Ausführung mit Fliehkraftausgleich. Es ist üblich, daß mit ausgedrehten Spannbacken gearbeitet wird. Größtenteils wird mit Kraftspannung von der Maschine her gearbeitet. Handbetätigte Futter sind in der Großserienfertigung praktisch nicht mehr anzutreffen. In der Spalte sind verschiedene Ausführungsformen aufgeführt. Die dritte Spalte für die Kegelspanngeräte läßt erkennen, daß hiermit ein Wirkprinzip gemeint ist, bei dem durch Axialbewegung eines Kegels eine geschlitzte Büchse im Durchmesser aufgeweitet oder zusammengedrückt wird.

Bei den Segmentspanngeräten nach der zweiten Spalte ist das Prinzip ähnlich, nur werden hier Einzelsegmente durch einen Kegel oder Keil radial verschoben.

In der vierten Spalte von links sind die Hebelelementspanngeräte zu erkennen. Das eigentliche Spannelement hierbei ist ein sinnreich gestaltetes, rotationssymmetrisches Teil, das Schwenkbewegungen infolge des axialen Spannhubes durchführt. Die Axialbewegung wird hierbei in eine Radialbewegung, also Durchmesserergrößerung oder -verkleinerung, umgesetzt. Das Hebelelement hat seinen Drehpunkt am Stützdurchmesser der Aufnahme oder des Spanndornes und schwenkt beim Spannen um diesen Punkt. In anderen Ausführungen wie der dritten Zeile von oben, ist der Drehpunkt ein elastisches Gelenk einer geschlossenen oder von innen her geschlitzten Membrane. In der ganz rechten Spalte von Bild 1 sind schließlich die Dehnspanngeräte dargestellt. Hierbei wird für das Spannen die elastische Verformungsfähigkeit dünnwandiger Rohre ausgenutzt. Diese Rohre werden entweder durch hydraulischen Druck, durch einen flachen Kegel über Rollen oder durch Hebelelemente aufgeweitet.

3.3 Zusammenfassende Betrachtung der systematischen Gegenüberstellung

Betrachtet man Bild 1 zusammenfassend, so kann man fortschreitend von links nach rechts eine höhere Spezialisierung der Wirkprinzipien feststellen. Grob vereinfachend kann gesagt werden, daß die Spanngenaugigkeit von links nach rechts zunimmt, wobei in der linken Spalte größte Rundlaufgenauigkeiten von 0,02 mm zu erzielen sind, bei den Spanngeräten nach den Wirkprinzipien der drei mittleren Spalten sind die üblichen Genauigkeiten 0,01 mm, während mit Spanngeräten der ganz rechten Spalte Genauigkeiten bis zu 0,001 mm erzielt werden können.

Betrachtet man Bild 1 von rechts nach links fortschreitend, so ist eine größere Universalität, aber damit auch eine Einschränkung für besondere Aufgaben gegeben. Z.B. lassen sich mit Backenspanngeräten dünnwandige Werkstücke oft nicht spannen, wenn nach der Bearbeitung größter Wert auf Rundheit gelegt wird.

Die Hebelspanngeräte in der vierten Spalte von links in Bild 1 zeichnen sich dadurch aus, daß sie zusätzlich zur radialen Spannbewegung das Werkstück aufgrund ihres Wirkprinzips stets axial an eine Plananlage anziehen.

Betrachtet man in Bild 1 die Spalten für die einzelnen Spanngeräte jeweils von oben nach unten, so ist eine höhere Komplexität des Aufbaues festzustellen, verbunden allerdings dabei mit dem Vorteil, daß besonders schwierige Spannprobleme — wie z.B. das Spannen auf sehr kurzen Zylinderflächen — damit lösbar sind.

Spanngeräte nach den verschiedenen Wirkprinzipien werden teils von Spezialfirmen, teils von den Werkzeugabteilungen der Automobilfabriken selbst hergestellt. Es hat sich jedoch in den letzten Jahren eindeutig ein Trend dahin entwickelt, aus Kostengründen für besondere Aufgaben Spezialisten mit entsprechenden Fertigungseinrichtungen heranzuziehen. Diese können fast immer in kürzester Zeit aufgrund ihrer reichen Erfahrungen die optimale Spannmethod vorschlagen. Im Hause der Autoren werden Spanngeräte hergestellt, die sich in Bild 1 in den gerasterten Feldern befinden. Die Elemente sind teils genormt und werden baukastenartig in Standardspanngeräte oder in Sonderspanngeräte eingesetzt. Bei einigen Wirkprinzipien werden ausschließlich Sonderspanngeräte, je nach Aufgabenstellung, hergestellt.

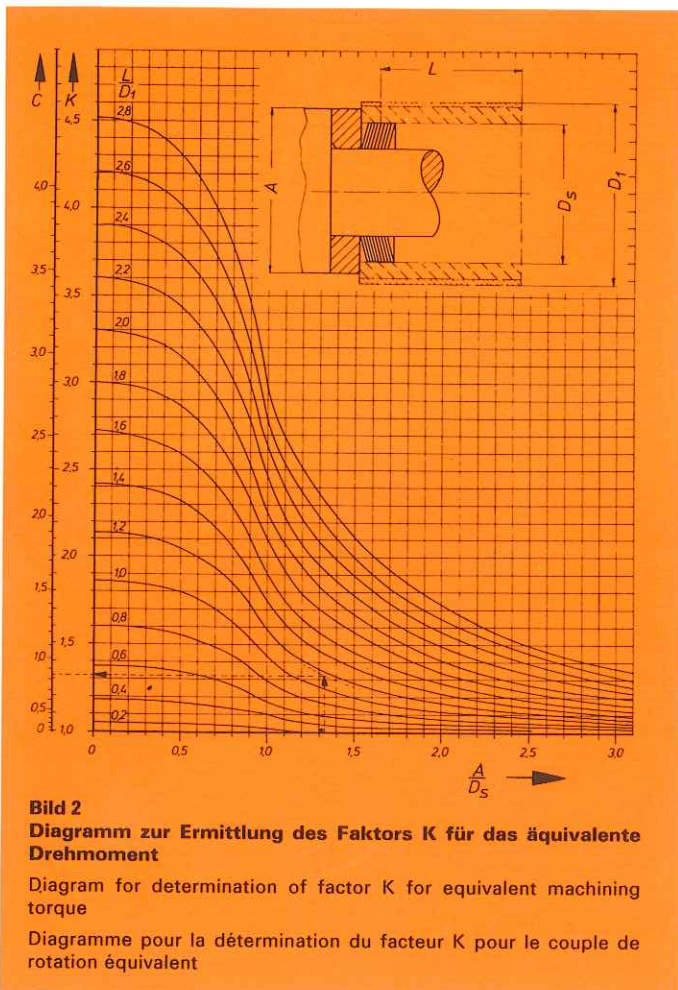
Tabelle 1 Richtwerte für spezifische Schnittkräfte aus AWF-Blatt 158

Werkstoff	Festigkeit bzw. Härte N/mm ²	Spez. Schnittkräfte k_s in N/mm ² b Vorschub i. mm/U			
		0,1	0,2	0,4	0,8
St 34, St 37, St 42	σ_B bis 500	3600	2600	1900	1360
St 50	500 bis 600	4000	2900	2100	1520
St 60	600 bis 700	4200	3000	2200	1560
St 70	700 bis 850	4400	3150	2300	1640
GS 38, GS 45	300 bis 500	3200	2300	1700	1240
GS 52, GS 60	500 bis 700	3600	2600	1900	1360
GS 70	über 700	3900	2850	2050	1500
Mn-Stahl, Cr-Ni-Stahl, Cr-Mo-Stahl und andere legierte Stähle	700 bis 850 850 bis 1000 1000 bis 1400 1400 bis 1800	4700 5000 5300 5700	3400 3600 3800 4100	2450 2600 2750 3000	1750 1850 2000 2150
Nichtrostender Stahl	600 bis 700	5200	3750	2700	1920
Werkzeugstahl	1500 bis 1800	5700	4100	3000	2150
Manganhartstahl		6600	4800	3500	2520
GG 10, GG 15	HB bis 200	1900	1360	1000	720
GG 20, GG 26	HB 200 bis 250	2900	2080	1500	1080
Gußeisen, legiert	HB 250 bis 400	3200	2300	1700	1200
Temperguß		2400	1750	1250	920
Messing	HB 80 bis 120	1600	1150	850	600
Rotguß		1400	1000	700	520
Gußbronze		3400	2450	1800	1280
Zink-Legierung Zn-Al 10 Cu2		940	700	560	430
Reinaluminium		1050	760	550	400
Aluminiumlegierung mit hohem Si-Gehalt 11 bis 13%, Si)		1400	1000	700	520
Kolbenlegierung Al, Si (zäh, 11 bis 13,5%, Si) G AL-Si (11 bis 13,5%, Si)		1400 1250	1000 900	700 650	520 480
Sonstige Al-Guß und Knetlegierungen	σ_B bis 300 300 bis 420 420 bis 580	1150 1400 1700	840 1000 1220	600 700 850	430 520 640
Magnesiumlegierungen		580	420	300	220

4. Auswahl und Lösungsfindung für das günstigste Spanngerät

Es hat sich bei den Spezialfirmen für den Bau von Präzisionsspanngeräten im oben geschilderten Sinne im Laufe der Jahre als zweckmäßig herausgestellt, den Auswahlvorgang für das optimale Spanngerät in gewisser Weise zu systematisieren. Grundsätzlich wird dabei nach folgenden Hauptpunkten gefragt:

- Art und Form des Werkstückes,
- Werkstoff des Werkstückes,
- geforderte Genauigkeiten an den zu bearbeitenden Flächen,
- Art und Genauigkeit vorhergehender Arbeitsgänge,
- Art der mit dem Spanngerät durchzuführenden Bearbeitungsvorgänge,
- Größe und Lage der Bearbeitungskräfte,
- Art der Maschine,
- Aufnahme des Spanngerätes,



ment erforderlich. Beispielhaft soll dafür ein häufig auftretendes Problem behandelt werden:

Es kommt oft vor, daß die Wirkungsebene der Bearbeitungskraft weit von der Spannebene entfernt ist. Dadurch tritt ein Drehmoment auf, das das Werkstück kippen will, so daß das vom Spannelement maximal übertragene Drehmoment nicht voll als Bearbeitungs-drehmoment genutzt werden kann. Zweckmäßigerweise errechnet man sich in diesem Falle – wie nachstehend gezeigt – ein äquivalentes Drehmoment M_v , das wie folgt ermittelt wird. Unter Einbeziehung des bereits oben errechneten Bearbeitungs-drehmomentes M_a wird das äquivalente Drehmoment M_v zu:

$$M_v = K \cdot M_a [N_m]$$

Der Faktor K wird gefunden, indem man die Werte für A/D_s und L/D_1 errechnet und den zugehörigen Wert für K aus Bild 2 entnimmt. Die darin aufgeführten Werte haben folgende Bedeutung:

- A = größter Anlagedurchmesser
- D_s = Spanndurchmesser
- L = Kipplänge
- D_1 = größter Bearbeitungsdurchmesser

Dieses Verfahren gilt nur für Spanngeräte mit nur einer Zentrier- oder Spannstelle und einem im Eingriff befindlichen Werkzeug. Der Einfluß der Nebenschnittkräfte ist vernachlässigt, da er meist unerheblich ist.

Mit den vorstehenden, etwas detaillierten Ausführungen über die Berechnung des Drehmomentes, das vom Spanngerät übertragen werden muß, sollte beispielhaft die Arbeitsweise im Stadium der Projektierung geschildert werden. Anhand der anderen Angaben gemäß obiger Liste kann man z.B. mit Hilfe von Auswahltabellen die zweckmäßigste Art des Spanngerätes ggf. aus einem Standardprogramm auswählen, wie Bild 3 zeigt.

Die linke Hälfte zeigt eine Auswahl aus dem Standardspanngeräteprogramm, während die rechte Hälfte die wichtigsten Sonderspanngeräte enthält. Die Auswahltabellen beginnen in der linken Spalte mit Spanndurchmesserbereichen und Spanndurchmesser-Längenverhältnissen. Die mittlere Spalte enthält Aussagen über bevorzugte Anwendungsbereiche. Als Ergebnisspalte enthält dann jeweils die dritte Spalte das für vorstehende Hauptkriterien günstig geeignete Spanngerät. In der oberen Hälfte der Tabellen sind Spanngeräte für Innenspannung, d.h. Spannung in Bohrungen der Werkstücke; in der unteren Hälfte Spanngeräte für Außenspannungen, d.h. auf Außendurchmessern der Werkstücke dargestellt. Die einzelnen Ausführungen zu den bevorzugten Anwendungsbereichen sollen hier nicht wiederholt werden. Beispielfür sei nur darauf hingewiesen, daß Kurzspanndorne oder Flachmembrandorne in kürzesten Zentrieransätzen sehr genau das Werkstück spannen können; zum Schleifen und Wuchten werden sie besonders häufig eingesetzt.

5. Ausführungsbeispiele

Vorstehende Erläuterungen haben zum Ziel, die vielfältigen Anforderungen bei der Bearbeitung unterschiedlichster Teile aus der Automobilfertigung aufzuzeigen. Weiter wurde dargestellt, welche Wirkprinzipien für Spanngeräte am gebräuchlichsten sind und wie man zweckmäßigerweise vorgeht, um das günstigste Spanngerät für den gegebenen Einsatzfall zu finden.

Diese relativ allgemeinen Ausführungen sollen nun anhand von Ausführungsbeispielen vertiefend beschrieben werden. Hierbei sollen folgende Gliederungsgesichtspunkte berücksichtigt werden:

- Art des Bearbeitungsverfahrens,
- Besondere Anforderungen vom Werkstück her (verzugsfrei, Plananzug, dünnwandig usw.),
- Moderne und zukünftige Fertigungstechnologien (z.B. neue Maschinensysteme, Beschickungseinrichtungen).

5.1 Art des Bearbeitungsverfahrens

- Drehen

Bild 4 zeigt ein Spannfutter zum Einsatz auf Mehrspindeldrehautomaten für die Bearbeitung von Ventilkörpern von Pkw-Servo-Lenkungsteilen. Eine große Zahl ähnlicher Teile wird an zwei unterschiedlichen Spanndurchmessern gehalten. Für die unterschiedlichen Spanndurchmesser müssen lediglich die zwischen RINGSPANN-Scheiben und Werkstück befindlichen geschlitzten Büchsen (Spannzangen) ausgetauscht werden. Dies ist innerhalb kürzester Zeit möglich.

In Bild 5 ist eine Fotografie des Arbeitsraumes mit den Spannfuttern gemäß Bild 4 gezeigt. In dem oberen Futter ist ein Werkstück zu erkennen, während das linke Futter kein Werkstück enthält.

Bild 6 zeigt einen Spanndorn für die Bearbeitung von Pkw-Brems-scheiben. Gespannt wird in der sehr kurzen zylindrischen Bohrung der Bremsscheibe, wobei gleichzeitig ein Plananzug am Anlagering er-

- Abmessungen des Spindelflansches oder der Aufnahmekegel,
- Art der Spannbetätigung,
- Anzahl der zu bearbeitenden Werkstücke,
- Bearbeitungsdrehzahl,
- Verwendete Kühl- und Schmiermittel,
- Art der Werkstückbeschickung,
- Gewünschte Lebensdauer des Spannwerkzeuges,
- Erforderliche Anzahl der Spannwerkzeuge.

Die Antworten auf diese Fragen, insbesondere die erstgenannten, grenzen weitgehend das Feld möglicher Spanngeräte ein. Eine wichtige Frage dabei ist stets, das während des Bearbeitungsvorganges auftretende Drehmoment bzw. die durch den Bearbeitungsvorgang vom Werkzeug auf das Werkstück und damit auf das Spanngerät wirkende Kräfte. Nachstehend soll für das Drehen als die fast immer auftretende Bearbeitungsart der hier betrachteten Teile, die Berechnung des auftretenden Drehmomentes beispielhaft gezeigt werden:

Das Bearbeitungs-drehmoment M_a durch die Wirkung eines Drehmeißels errechnet sich zu:

$$M_a = \frac{F_h \cdot D_1}{2000} [N_m]$$

Die Größen in dieser Gleichung haben folgende Bedeutung

F_h = Hauptschnittkraft [N]

$F_h = a \cdot s \cdot k_s [N]$

Die Größen in dieser Gleichung haben folgende Bedeutung

a = Schnitttiefe [mm]

s = Vorschub/Umdrehung [mm/U]

k_s = spezifische Schnittkraft [N/mm²]

Zahlenwerte aus Tabelle 1

D_1 = größter Bearbeitungsdurchmesser [mm]

Mit diesem Drehmoment kann mit entsprechenden Sicherheitszuschlägen für das Spanngerät, je nach Wirkprinzip, die Spannelemente und die Aufnahmeteile dimensioniert werden. Dabei sind allerdings oft noch weitere Betrachtungen als nur das reine Bearbeitungs-drehmo-

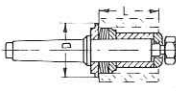
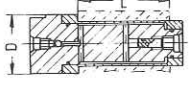
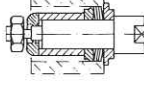
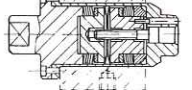
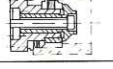

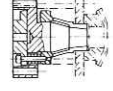
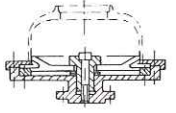
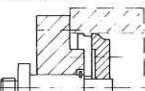
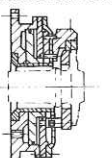

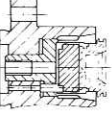

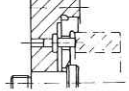
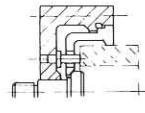
	Werkstück D/L-Verhältnis Spanndurchmesser	bevorzugte Anwendungsbe- reiche	RINGSPANN Standard-Spannzeug		Werkstück D/L-Ver- hältnis Spann- durchmes- ser	bevorzugte Anwendungsbe- reiche	RINGSPANN Sonder-Spannzeug	
Innenspannung	$D \geq L$ 18 bis 80 mm	Aufnahme im Konus von Dreh-, Fräs-, Schleif- und Wuchtmaschinen	Konusdorn 	Innenspannung	$D \leq L$ 20 bis 300 mm	Aufnahme zwischen Spitzen auf Kontrolleinrich- tungen, Dreh-, Schleif- und Wuchtmaschinen. Für empfindliche Werkstücke, höchste Genauigkeiten, Handbetätigung	Spitzendehndorn hydr. 	
	$D \geq L$ 18 bis 80 mm	Aufnahme zwischen Spitzen auf Kontrolleinrich- tungen Dreh-, Fräs- und Schleifmaschinen. Handbetätigung	Spitzendorn 		$D \leq L$ 25 bis 205 mm	Aufnahme zwischen Spitzen auf Sondermaschinen (drehen, fräsen, schleifen) mit höchsten Sicherheits- forderungen (keine Lek- kage). Auch für Werk- stücke aus Werkstoffen, die kein Öl oder Fett vertragen. Handbetätigung	Spitzendehndorn, mech. 	
	$D \geq L$ 22 bis 110 mm	Aufnahme am Flansch von Dreh-, Fräs-, Schleif- und Wuchtmaschinen. Hand- oder Kraftbetätigung	Flansch/Flansch- Stufendorn 		$D \geq L$ 25 bis 205 mm	Aufnahme am Flansch für Kontroll- und Zersp- nungsarbeiten an empfind- lichen, hochgenauen Werk- stücken Hand- oder Kraftbetätigung	Flanschdehdorn, mech. 	
	$D \geq L$ 10 bis 100 mm	Aufnahme am Flansch. Einsatz bei großen Zersp- nungs-Leistungen bzw. Drehmomenten, auch bei kleinen Spann-Ø, Kraftbe- tätigung.	Kegeldorn 		$D \geq L$ 50 bis 550 mm	Aufnahme am Flansch auf Vertikal- und Horizontal- Wuchtmaschinen, Schleif- und Drehmaschinen, Bear- beitungszentren. Spannung durch Eigenfederkraft, hand- oder kraftbetätigt	Flachmembrandorn 	
	$D \geq L$ 90 bis 375 mm	Kurzbauende Spanndorne für Dreh-, Fräs-, Schleif- und Wuchtmaschinen. Hand- oder Kraftbetätigung	Flachdorne 		Außenspannung	$D \geq L$ 3 bis 165 mm	Aufnahme am Flansch vor- wiegend zum Einsatz auf Innenschleifautomaten, Feinbohrmaschinen und Fertigungszentren. Span- nung durch Eigenfeder- kraft, pneumatisch betätigt	Topfmembranfutter 
	$D \geq L$ 70 bis 200 mm	Spannen von Werkstücken mit kürzesten Zentriersät- zen zum Wuchten, Schleif- en und für mittlere Bear- beitungen	Kurzspanndorne 			$D \geq L$ 8 bis 150 mm	Aufnahme am Flansch auf Dreh- und Schleifmaschi- nen. Für hohe Zersp- nungsleistung Großserien- fertigung, automatische Werkstückzuführung	Kegelfutter 
$D \geq L$ 10 bis 100 mm	Vorwiegend zum Schleifen und für leichte Drehopera- tionen. Handbetätigung	Spannfutter 						
Außenspannung	$D \geq L$ 35 bis 350 mm	Kurzbauende Spannfutter für Dreh-, Fräs-, Schleif- und Wuchtmaschinen. Hand- oder Kraftbetätigung	Flachfutter 					
	$D \geq L$ 40 bis 340 mm	Kurzbauende Spannfutter für Dreh-, Fräs-, Schleif- und Wuchtmaschinen. Größere Einspanntiefe und Bearbeitung von Durch- gangsbohrungen möglich. Hand- oder Kraftbetätigung	Korbfutter 					

Bild 3
Auswahldiagramm zur Ermittlung des optimalen Spanngerätes
Selection diagram for determination of optimal clamping fixture
Diagramme de sélection pour la détermination du matériel d'ablocage optimal

folgt. Gespannt wird durch das Tellerfederpaket. Entspannt wird von Maschinenseite her durch Bewegen der Zugstange nach links. Bemerkenswert bei dieser Einrichtung ist die Dämpfungseinrichtung. Während des Spannvoranges werden durch Federn und einen axial angeordneten Schieber die Dämpfungskolben radial nach außen gedrückt und die zu bearbeitende Bremscheibe gegen Schwingungen stabilisiert.

□ Schleifen

In Bild 7 ist ein pneumatisch betätigtes Spannfutter mit Korbfutter spannkörper zur Aufnahme von Zahnrädern für die Bearbeitung auf einer Innenschleifmaschine dargestellt. Die Spannbetätigung erfolgt auch hier über Tellerfedern, die Entspannung über Druckluft. Die Spannung erfolgt indirekt über Rollen, die sich in einem Käfig befinden und in die Zahnluken eingeschoben werden. Dadurch ist die

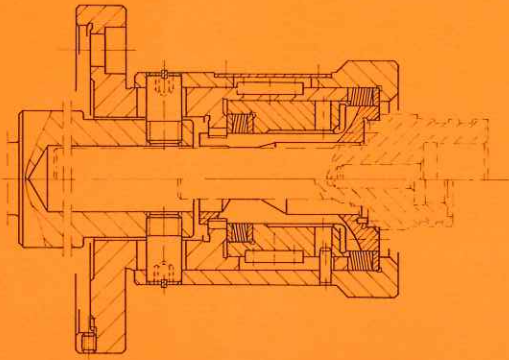


Bild 4
Spannfurter zur Bearbeitung von Ventilkörpern
 Chuck for machining valve bodies
 Mandrin de serrage pour l'usinage de corps de soupapes

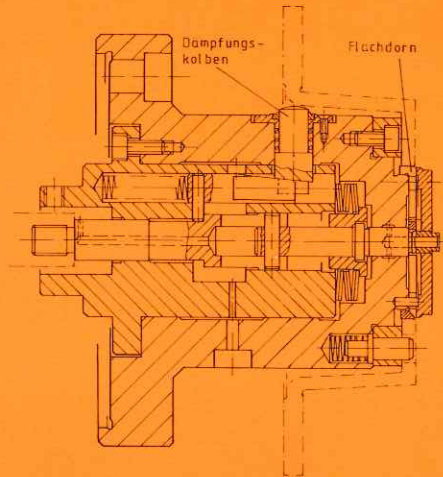


Bild 6
Spanndorn für die Bearbeitung von Pkw-Bremsscheiben mit Dämpfungseinrichtung
 Mandrel for machining car brake discs with dampening attachment
 Mandrin de serrage pour l'usinage de disques de freins de voitures de tourisme, avec dispositif d'amortissement

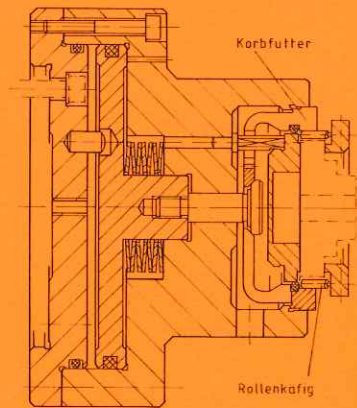


Bild 7
Pneumatisch betätigtes Spannfutter zur Bearbeitung von Zahnrädern
 Pneumatically operated chuck for machining gears
 Mandrin de serrage à actionnement pneumatique destiné à l'usinage d'engrenages

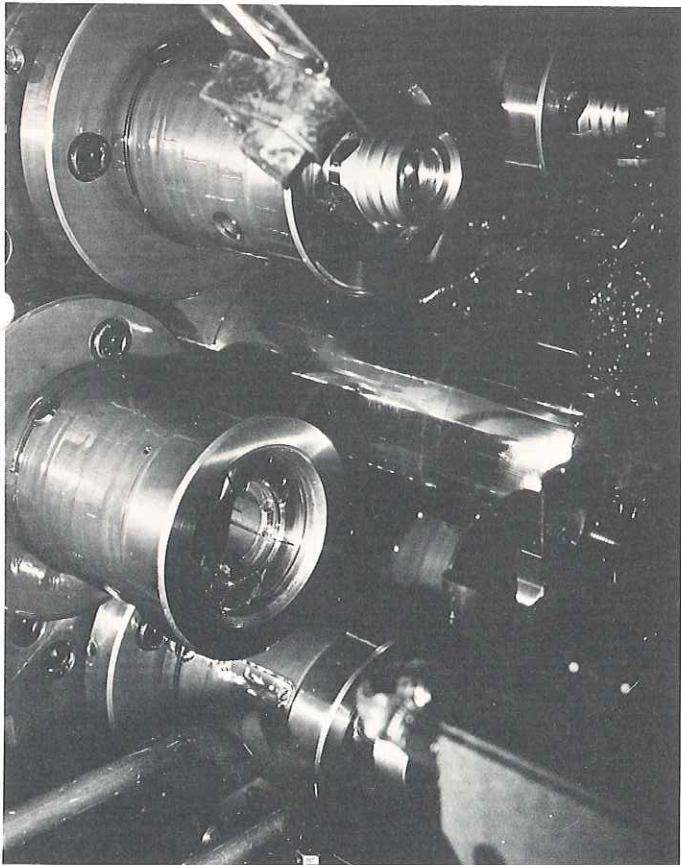


Bild 5
Arbeitsraum eines Mehrspindel-Drehautomaten mit Spannfuttern zum Bearbeiten von Ventilkörpern
 Machine room of multi-spindle lathe with chucks for machining valve bodies
 Escape de travail d'un tour automatique multibroche avec mandrins de serrage destinés à l'usinage de corps de soupapes

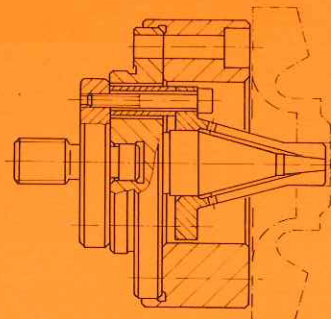


Bild 8
Kegelspanndorn zur Aufnahme von Pumpen-Laufrädern
 Tapered mandrel for holding pump impellers
 Mandrin à préhension conique pour l'ablocage de roues à aubes de pompes

Schlagfreiheit zwischen Teilkreis und zu bearbeitender Bohrung sichergestellt.

In Bild 8 ist ein Kegeldorn zur Aufnahme von Pumpenrädern auf einer Außenschleifmaschine gezeigt. Trotz des kleinen Spanndurchmessers in der Bohrung des Pumpenrades ist dieser Spanndorn sehr robust und baut kompakt.

□ Bohren

Bild 9 zeigt einen Parallelspeindorn mit RINGSPANN-Scheibenblöcken und einer geschlitzten Büchse zur Aufnahme von Pleueln auf einer Feinbohrmaschine. Die Betätigung erfolgt hierbei von Hand. Bearbeitet wird das Pleuellauge, das später innerhalb des Kolbens sitzt, um Verspannungen durch die rohe Planfläche des großen Pleuellauges zu vermeiden, ist der Dorn mit einem kardanischen Ring als Anlagerring ausgerüstet.

In Bild 10 ist ein pneumatisch betätigter Kegelspeindorn zur Aufnahme eines Schwungrades zum Bohren der Befestigungslöcher gezeigt. Hierbei ist besonders gut zu erkennen, wie kurz die mögliche Spannfläche bei solchen Speindornen sein kann.

□ Wuchten

In Bild 11 wird ein Kurzspeindorn zum Wuchten einer Schwungscheibe gezeigt. Die Problematik hier ist ähnlich wie in Bild 10; die Spannfläche ist auch hier wieder sehr kurz; die geforderte Genauigkeit mußte groß sein. Dieser Speindorn wird von Hand betätigt.

Bild 12 zeigt einen Dorn zum Wuchten von Bremscheiben auf einer horizontalen Wuchtmaschine. Der eigentliche Speindorn ist ein Membrandorn, der durch Eigenfederkraft der Membrane das Werkstück zentriert und das Drehmoment erzeugt. Entspannt wird über die Druckbüchse, einen Querkeil und eine Druckstange mit Hilfe einer Schraube durch Handbetätigung.

□ Kontrolle

Bild 13 zeigt einen Kontrolldorn mit einer Präzisions-Radial- und Axiallagerung zur Kontrolle auf Rund- und Planschlagfehler von Flanschen.

In Bild 14 ist eine seit vielen Jahren bewährte Konstruktion eines Speindornes für die Geräuschprüfung von Zahnrädern dargestellt. Die Zahnräder werden durch den Plananzug des RINGSPANN-Scheibenblockes auf den Kegel gezogen und ausgerichtet. Spannung und Entspannung erfolgen von Hand.

5.2 Besondere Anforderungen vom Werkstück her

Bild 15 zeigt ein Spannfutter zum Ausbohren der Lagerbüchse in einem Anlasserritzel für einen Drehautomaten. Das Zentrieren erfolgt durch flexibel gelagerte Präzisionsstifte in den Zahnücken des Ritzels. Die Stifte sind in Gummi gelagert und werden über einen RINGSPANN-Scheibenblock durch Axialverschiebung der äußeren Büchse zum Spannen gebracht.

In Bild 16 ist ein besonders tiefes Korbfutter zur Aufnahme eines großen Zahnrades für ein Nutzfahrzeuggetriebe dargestellt. Die Spannung erfolgt in der Außenverzahnung über einen Rollenkäfig. Zu bearbeiten ist die Stirnverzahnung an der rechten Planfläche des

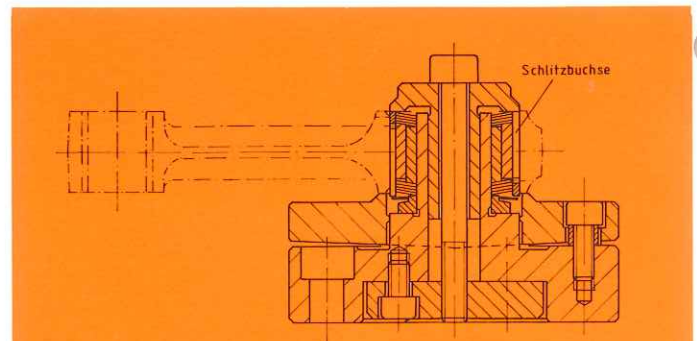


Bild 9
Parallelspeindorn für Pleuelstange

Parallel mandrel for connecting rod
Mandrin parallèle pour bielles

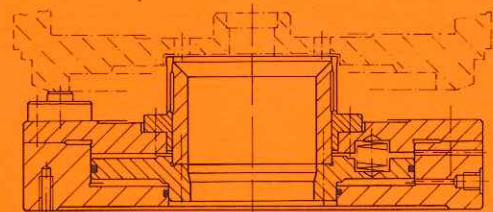


Bild 10
Pneumatisch betätigter Kegelspeindorn für Schwungrad

Pneumatically operated tapered mandrel for flywheel
Mandrin conique à actionnement pneumatique pour le serrage de volants

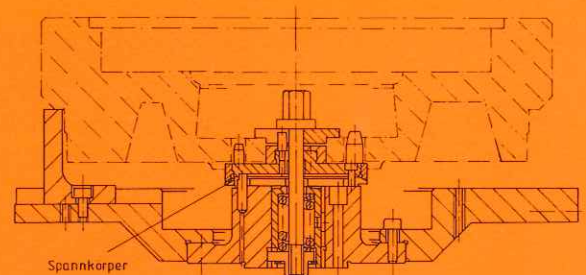


Bild 11
Kurzspeindorn zum Wuchten von Schwungscheiben

Short mandrel for balancing flywheels
Mandrin court pour l'équilibrage de disques de volants

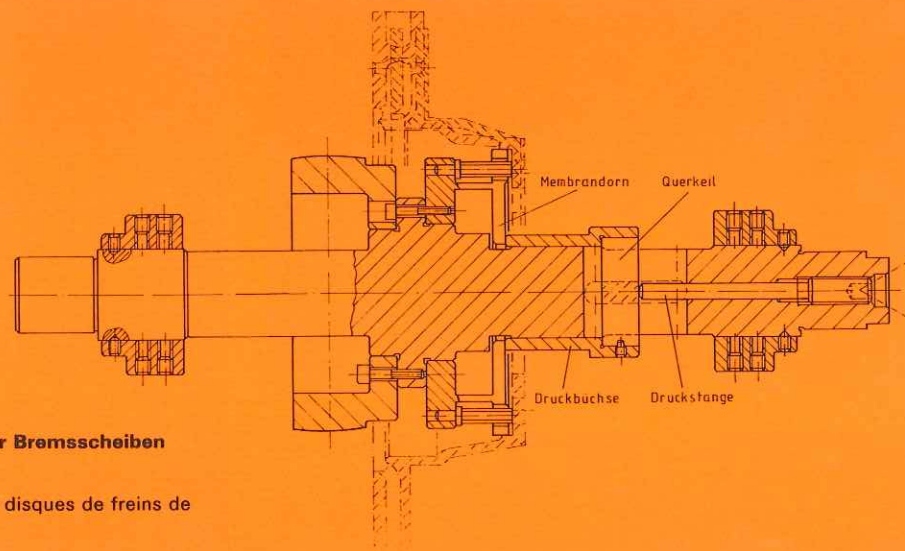


Bild 12
Spanndorn zum Wuchten unterschiedlicher Bremscheiben

Mandrel for balancing different brake discs

Mandrin d'ablocage destiné à l'équilibrage de disques de freins de différentes conceptions

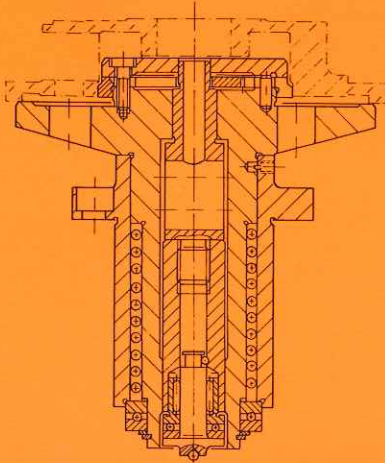


Bild 13
Kontrolldorn mit Radial- und Axiallagerungen für Flansche
 Control mandrel with radial and axial bearings for flange
 Mandrin de contrôle à paliers radiaux et axiaux pour le contrôle de brides

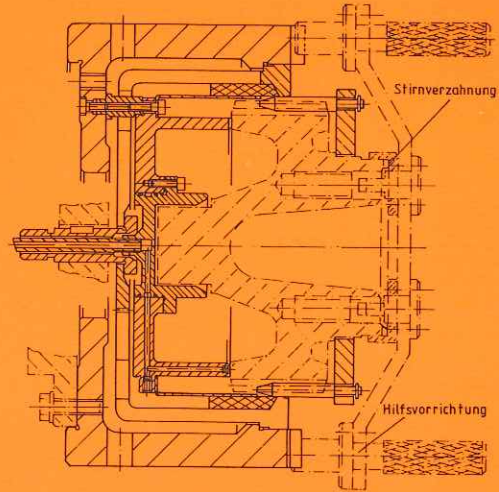


Bild 16
Korbfutter zur Zahnrad Aufnahme
Bearbeitung der Stirnverzahnung bei definierter Positionierung zur Laufrad-Verzahnung
 Basket-type chuck for holding gearwheel
 Machining of spur gears with defined positioning to impeller gears
 Mandrin en forme de panier pour l'ablocage de roues dentées —
 Usinage de la denture frontale de la roue en liaison avec un positionnement déterminé approprié à la denture de la roue

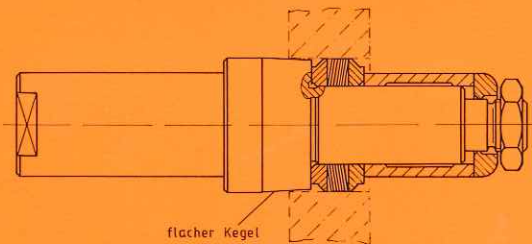


Bild 14
Spanndorn für die Geräuschprüfung von Zahnradern
 Mandrel for noise testing of gearwheels
 Mandrin d'ablocage destiné à des essais de bruits de roues dentées

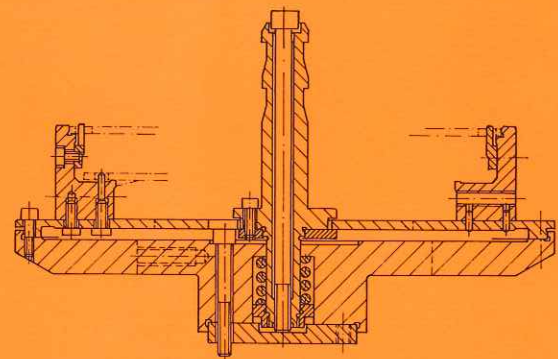


Bild 17
Membranspannfutter zur Aufnahme dünnwandiger Kupplungs-Druckplatten
 Diaphragm chuck for holding thin-walled clutch pressure plates
 Mandrin de serrage à membrane destiné à recevoir des disques de pression de faible épaisseur pour les embrayages à disques

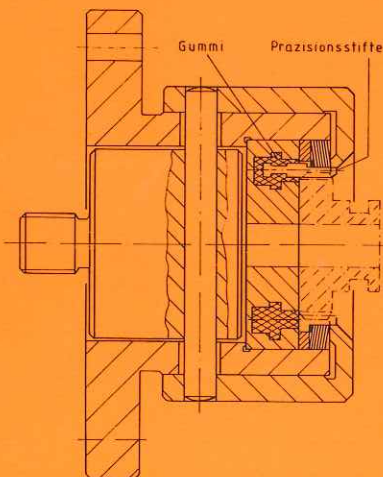


Bild 15
Spannfutter für Anlasserritzel
 Chuck for starter pinion
 Mandrin d'ablocage pour pignons de démarreurs

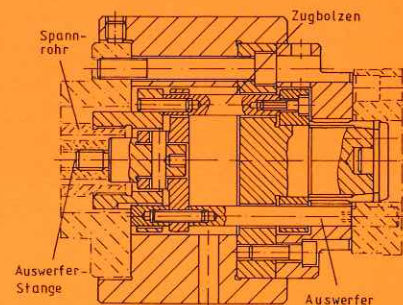


Bild 18
Kegelspanndorn zur Aufnahme von Kurbelwellen mit Auswerfer-Einrichtung
 Tapered mandrel with ejector device for holding crankshafts
 Mandrin de serrage conique destiné à la préhension d'arbres vilebrequins avec dispositif d'éjection

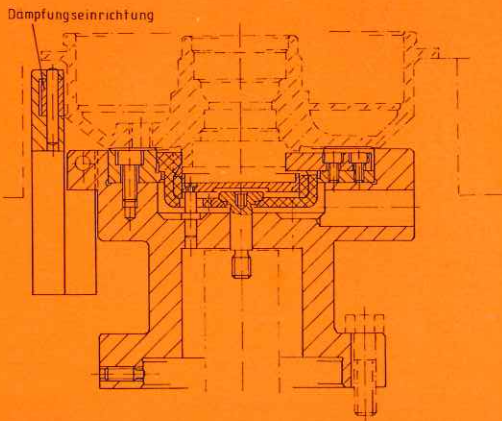


Bild 19
Korbfutter-Spanngerät zur Aufnahme von Bremstrommeln mit Dämpfungseinrichtung

Cup-type clamping fixture for holding brake drums with dampening attachment
Abloqueur à mandrin en panier pour le serrage de tambours de freins, avec dispositif d'amortissement

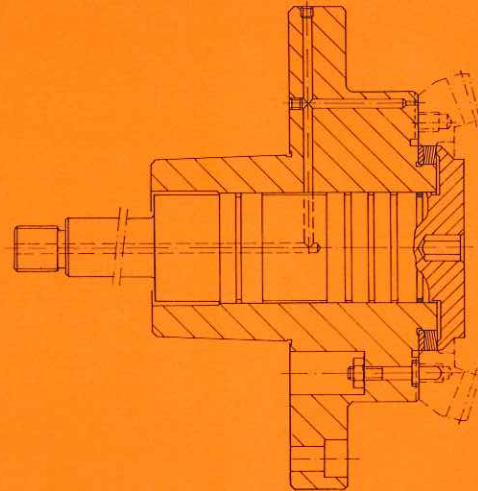


Bild 20
Spanndorn für Kegelräder mit pneumatischer Anlagekontrolle

Mandrel for bevel gears with pneumatic contact control
Mandrin de serrage de roues coniques, avec contrôle pneumatique de l'application

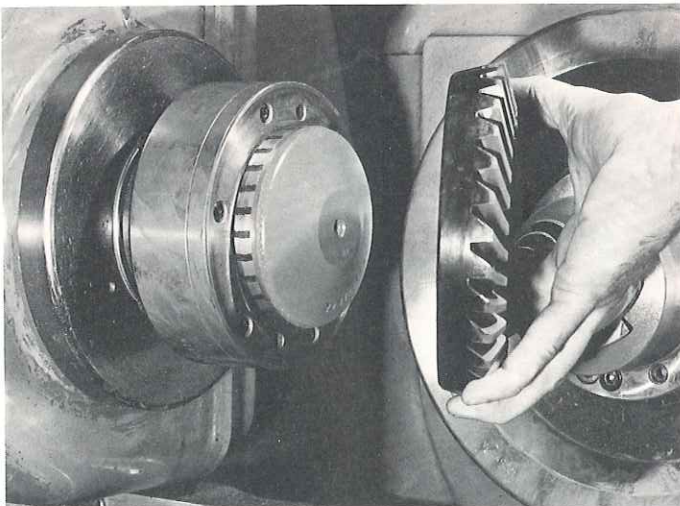


Bild 21
Fotografie des Spanndornes für Verzahnungsmaschine gemäß Bild 20

Photograph of a mandrel for cutting machine in Figure 20
Photographie du mandrin d'ablocage à monter sur la machine à tailler les engrenages représentée sur la figure 20

Zahnrad. Diese Verzahnung muß genau zur Hauptverzahnung positioniert sein, wozu die Hilfsvorrichtung erforderlich ist. Das Futter besitzt eine pneumatische Anlagekontrolleinrichtung, wodurch sichergestellt wird, daß das Werkzeug nicht in das Teil oder die Spanneinrichtung läuft, wenn das Werkstück nicht exakt an der Planfläche anliegt.

In Bild 17 ist ein extrem leicht gestaltetes Membranspannfutter zur Aufnahme dünnwandiger Kupplungsdruckplatten gezeigt. Das Spannfutter sitzt auf einer Vertikalwuchtmaschine und kann ohne Umrüsten für zwei verschiedene Werkstücke verwendet werden. Die Werkstück-zentrierung erfolgt durch die Eigenfederkraft der Membrane; sie wird unterstützt durch die im unteren Teil der Einrichtung angeordneten Schraubendruckfedern. Entspannt wird über die lange, zentrale Betätigungsschraube.

5.3 Moderne Fertigungstechnologien

Bild 18 zeigt einen Kegelspanndorn zum Einsatz auf einer automatisch beschickten Mikrofinishing-Maschine. Der Dorn dient zur Aufnahme

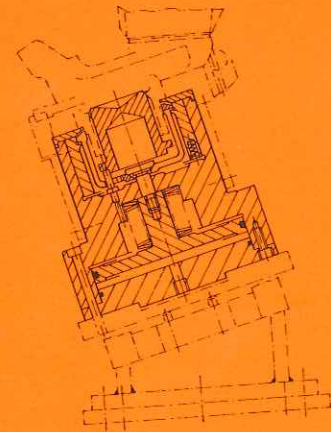


Bild 22
Korbfutter-Spanngerät für automatische Schweißanlage zum Fügen von Achsschenkel-Teilen

Basket-type clamping fixture for automatic welding unit for joining stub axle parts
Abloqueur à mandrin en panier destiné à être monté sur une ligne de soudage automatique d'assemblage d'éléments constitutifs de fusées d'essieux

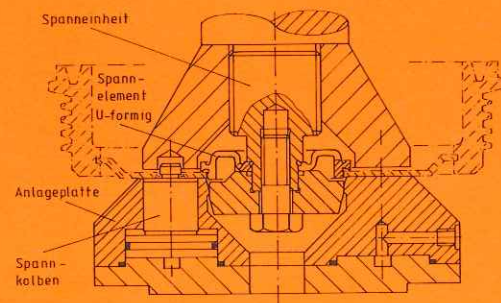


Bild 23
Spanndorn zur Bearbeitung von Bremstrommeln automatische Zuführung der Werkstücke Zentrierung durch Spanndorn, Spannung durch Spannkolben

Mandrel for machining brake drums with automatic workpiece feed, centering with mandrel and chucking by means of clamping pistons
Mandrin d'ablocage destiné à l'usinage de tambours de freins; aménagement automatique des pièces; centrage par mandrin et ablocage par piston de serrage

von Kurbelwellen. Es ist nur das äußerste linke Ende der Kurbelwelle in der Zeichnung dargestellt. Der Spanndorn ist mit einer Auswerfer-einrichtung versehen, mit dem nach Beendigung der Arbeit die Kurbelwelle vom Dorn geschoben wird. Die Spannstelle ist hier relativ kurz. Die Kegelspannbüchse wird über Zugbolzen und das Spannrohr betätigt.

In Bild 19 ist ein Korbfutterspanngerät zur Aufnahme von Brems-trommeln auf einer Vertikalmehrspindeldrehmaschine gezeigt. Das Spanngerät hat vergleichbar mit Bild 6 eine Dämpfungseinrichtung, wodurch Schwingungen in dem glockenförmigen Teil durch die Bear-beitung mit Keramikwerkzeugen weitgehend vermieden werden.

In Bild 20 ist ein Spanndorn zur Aufnahme von Kegelrädern auf Verzahnungsmaschinen dargestellt. Die Beschickung erfolgt hier durch eine automatische Einrichtung. Der Dorn ist mit einer pneu-matischen Anlagekontrolle versehen, die sicherstellt, daß die Maschine nicht anläuft, wenn das Werkstück nicht einwandfrei an der Anlage-fläche anliegt.

Bild 21 zeigt eine Fotografie des Spanndornes nach Bild 20. Hier wird von Hand demonstriert, wie das Kegelrad auf den Dorn durch die automatische Zuführanlage gebracht wird.

In Bild 22 ist ein schräg angeordnetes Korbfutter für eine automatische Schweißanlage für Achsschenkelteile gezeigt. Das Futter wird über das Tellerfederpaket gespannt, entspannt wird durch Luftdruck. Auch hier wird die einwandfreie Plananlage des Werkstückes pneumatisch über-prüft. Zusätzlich wird über ein Hebelsystem und Endschalter geprüft, ob die Spannbetätigung erfolgt ist.

Abschließend wird in Bild 23 ein Spanndorn in einer Sondermaschine zur Bremstrommelbearbeitung gezeigt. Die Bremstrommel wird bei hochgefahrter Spanneinheit automatisch auf die Auflageplatte ge-legt. Die Spanneinheit fährt sodann bis in die gezeichnete Stellung herab, danach heben mehrere im Unterteil angeordnete Spannkolben

das Werkstück, bis es an der Spanneinheit zur Anlage kommt. Wäh-rend dieses Vorganges wird das Werkstück durch das U-förmige Spannelement zentriert. Die besondere Form des Spannelementes ver-leiht diesem zur Überbrückung der großen Werkstücktoleranz die erforderliche Elastizität.

6. Zukünftige Entwicklungen in der Präzisionsspanntechnik

Wie in allen Gebieten der Technik, so werden sich auch bei Präzisions-spanngeräten die Anforderungen und die Aufgabenstellungen in Zu-kunft ändern. Es kann als sicher angenommen werden, daß das er-reichte Genauigkeitsniveau — worüber hier an verschiedenen Stellen immer wieder gesprochen wurde — bleibt, oder sogar noch höhere Anforderungen an Rund- und Planlaufgenauigkeit gestellt werden. In Zukunft werden automatische Beschickungseinrichtungen immer häufiger mit den Bearbeitungsmaschinen kombiniert werden, so daß bei der Gestaltung des Spanngerätes hierauf besondere Rücksicht zu nehmen ist. Eine Reihe von Beispielen in Kapitel 5 hat diesen Trend bereits erkennen lassen.

Durch die weitere Automatisierung werden immer mehr Spanngeräte unmittelbar mit Sicherheitseinrichtungen zur Überprüfung des Vor-handenseins, der Lage und der erfolgten Spannbetätigung des Werk-stückes ausgerüstet werden müssen. Auch andere Sicherheitseinrich-tungen und Positioniereinrichtungen am Spanngerät sind in Zukunft erforderlich. Hier wäre in Zusammenarbeit mit der Werkzeugmaschinen-industrie zu gegebener Zeit eine Normung der Überwachungs-an-schlüsse, ob elektrischer — oder pneumatischer Art, zu überprüfen. Zur weiteren Reduzierung der Rüstkosten kann es in Zukunft dazu kommen, daß Spanngeräte gleichermaßen wie heute Werkzeuge maga-ziniert werden. Mindestens jedoch werden Austauschteile bevorratet. Für Backenfutter sind solche Lösungen bereits vorgestellt worden. Die Konstrukteure von Spanngeräten — wie in diesem Aufsatz behandelt — müssen sich auf diese Gegebenheiten einstellen.

Zusammenfassung Präzisionsspanngeräte für die Automobilindustrie

Die moderne Automobilfertigung stellt an die Leistungsfähigkeit der Bearbeitungsmaschinen hohe Anforderungen. Das gilt insbesondere für Antriebsaggregate und Fahrwerksteile, wo Tole-ranzen im Bereich von wenigen Hundertstel Mil-limetern üblich sind. Diese Anforderungen kön-nen nur erfüllt werden, wenn die Spanngeräte zum Aufnehmen der Teile während des Bearbei-

tungsprozesses hohe Präzision und eine lange Lebensdauer haben. Darüber hinaus müssen sie so gebaut sein, daß das Beschicken problemlos und schnell ablaufen kann. Die Präzisions-spanngeräte tragen hauptsächlich dazu bei, daß die Nebenzeiten an den Bearbeitungsmaschinen auf ein Minimum reduziert werden können. In Zukunft werden die Spanngeräte alle diese An-

forderungen erfüllen und darüber hinaus insbe-sondere für die automatische Beschickung noch besser geeignet sein müssen. Ebenso zeichnet sich ab, daß zur Reduzierung der Rüstkosten Spanngeräte gleichsam magaziniert werden, wie es heute bereits bei den Werkzeugen mit deren Spanngeräten der Fall ist.

Summary Precision clamping fixtures for the automobile industry

In modern car manufacture machining tools are required to be highly efficient. This applies espe-cially to those used for drive units and chassis components where tolerances in the region of hundredths of millimetres are not uncommon. These demands can only be met if the clamping fixtures are high-precision and durable items.

They also need to be constructed in such a way that they can be loaded easily and quickly. Preci-sion clamping fixtures play a large part in reduc-ing idle times on machines to a minimum. In future clamping fixtures will not only have to fulfil all the above demands but will also need to be capable of adapting even more effectively to

automatic loading requirements. There is also an indication that clamping fixtures are starting to appear in magazine form as a way of reducing setting-up costs, as it is already the case with tools and their clamping fixtures.

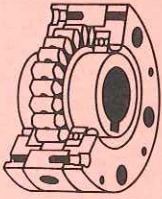
Résumé Matériels d'ablocage de précision pour l'industrie automobile

En construction automobile, les critères de fabri-cation modernes imposent des exigences très sévères au niveau des performances des machi-nes-outils. Ceci s'applique en particulier aux groupes d'entraînement et aux différents éléments constitutifs du châssis où des toléran-ces de l'ordre de quelques centièmes de milli-mètre sont tout à fait courantes. De pareilles exigences ne peuvent être accomplies que si les

matériels d'ablocage des pièces au cours du pro-cessus d'usinage possèdent une haute précision, tout en ayant une longue durée de vie. A cela vient s'ajouter que ces éléments d'ablocage doi-vent être conçus de telle manière que l'aména-gement puisse se faire rapidement et sans problème. Les matériels d'ablocage de précision constituent essentiellement un facteur de réduction à un mini-mum des temps morts et accessoires des machi-

nes-outils. Dorénavant, tous les équipements d'ablocage obéiront à l'ensemble de ces impé-ratifs, et ils devront se prêter dans une mesure encore meilleure notamment à l'aménagement auto-matique. La réduction des temps de réglage et de restructuration s'accompagne dans une mesure croissante d'un emmagasinage des matériels d'ablocage, ce qui est actuellement déjà le cas pour les outils montés sur les porte-outils.

RINGSPANN-Lieferprogramm



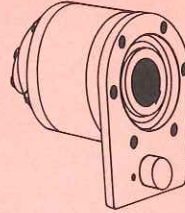
Überholfreiläufe

Automatisches Zu- und Abkuppeln von Antrieben. Höchste Lebensdauer durch Fliehkraft- oder hydrodynamische Abhebung der Klemmstücke. Gehäusebauart für Anlagen im Dauerbetrieb.



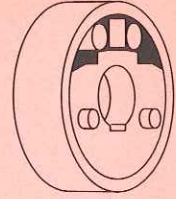
Schaltfreiläufe

Für schrittweisen Materialvorschub. Einfacher, kostengünstiger Ersatz von Untersetzungsgetrieben. Höchste Lebensdauer und größte Schaltgenauigkeit durch RIDUVIT-Klemmstücke und P-Schliff.



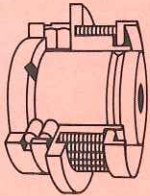
Rücklaufsperrn

Rücklaufsicherung von Förderbändern, Elevatoren oder Pumpen. Höchste Lebensdauer und Wartungsfreiheit durch RIDUVIT-Klemmstücke und Fliehkraftabhebung.



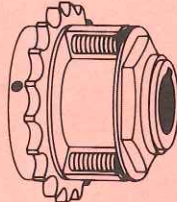
SIAM Lastmomentsperren

Zur Fixierung einer Winkelstellung gegen Rückdrehmomente.



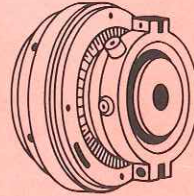
SIKUMAT

Drehmomentbegrenzer
Die zuverlässige formschlüssige Überlastsicherung mit höchster Ansprechgenauigkeit.



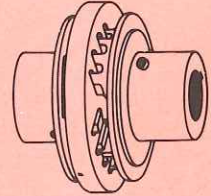
RIMOSTAT Rutschnaben und Schutzkupplungen

Das RIMOSTAT-Prinzip garantiert stets gleichbleibendes Rutschmoment unabhängig vom Belagverschleiß.



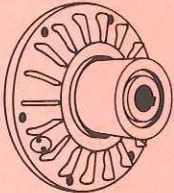
Schaltkupplungen

Weich schaltend, Grenzdrehmoment genau einstellbar. Friktionen und Bremsen mit im Lauf verstellbarem Rutschmoment.



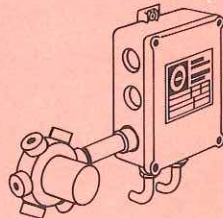
Ausgleichkupplungen

Große zuverlässige Quer- und Winkelverlagerungen. Drehstarre Momentübertragung. Keine Rückstellkräfte.



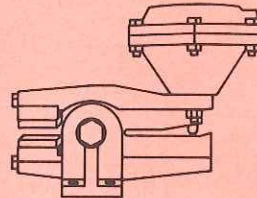
RIGAMAT

Granulat-Anlaufkupplungen
Vereinigen die Vorteile der mech. Fliehkraftkupplung und der Flüssigkeitskupplung: Sanftanlauf, schlupffreier Nennbetrieb, hohe Wärmekapazität, Überlastsicherung.



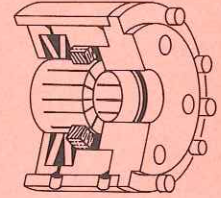
Drehzahl-Überwachung

Automatische Überwachungsorgane für Maschinen und Anlagen.



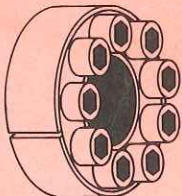
ALANCO

Industrie-Scheibenbremsen
Pneumatische und hydraulische Betätigung. Zum Abbremsen großer Massen. Sichere Beherrschung von Wickelvorgängen.



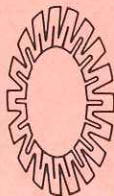
Sicherheits-Klemmeinheiten

Zum Sichern und präzisen Positionieren axial bewegter Stangen. Mechanische Klemmung; hydraulisch lösbar.



TOLLOK

Konus-Spannelemente
Zur Welle-Nabe-Verbindung. Hohe Drehmomente bei geringstem Platzbedarf. Ersetzen Keile, Paßfedern und Nuten.

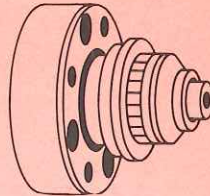


Sternfedern

Axialfederelemente für Friktionen und zur axialen Vorspannung von Kugellagern.

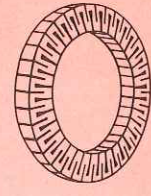
Sternscheiben

Für lösbare Befestigung von Maschinenteilen auf Wellen ohne Paßfedern oder Keile.



Spanndorne, Spannfutter

Präzisions-Spannvorrichtungen nach dem RINGSPANN-System für die spannabhebende Fertigung. Das Werkstück wird selbsttätig zentriert, ausgerichtet und gespannt.



Normteile für Spannzeuge

Zur Eigenherstellung von Präzisions-Spannvorrichtungen nach dem RINGSPANN-System oder als Konstruktionselemente zum Verbinden und Kuppeln.



RINGSPANN ALBRECHT MAURER KG · 6380 BAD HOMBURG

Postfach 2155 · Schaberweg 32-34 · Telefon (06172) 275-0 · Telex: 415197