

Manfred Weck · Christian Brecher

Werkzeugmaschinen ***Konstruktion und*** ***Berechnung***

8., neu bearbeitete Auflage

Mit 585 Abbildungen

 Springer

Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. mult. Manfred Weck
WZL Laboratorium für Werkzeugmaschinen
und Betriebslehre
Steinbachstraße 53 B
52074 Aachen
m.weck@wzl.rwth-aachen.de

Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher
WZL Laboratorium für Werkzeugmaschinen
und Betriebslehre
Steinbachstraße 53 B
52074 Aachen
c.brecher@wzl.rwth-aachen.de

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN 10 3-540-22502-1 Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN 13 978-3-540-22502-7 Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Umschlaggestaltung: medionet AG, Berlin
Satz: Digitale Druckvorlage des Autors

Gedruckt auf säurefreiem Papier

68/3020 5 4 3 2 1 0

Ein Vergleich der Ergebnisse des geschilderten Tests mit denen anderer Versuche zeigt, unabhängig von der Art des Führungssystems (Rolle/Kugel) sowie den eingesetzten Dichtungs- und Schmiersystemen, dass die Art der Verschlusstechnik der Verschraubungslöcher der Führungsschienen einen großen Einfluß auf die Gebrauchsdauer der Führungssysteme darstellt. Die höchsten Laufleistungen wurden stets mit Führungssystemen erreicht, deren Führungsschienen-Schraubenlöcher mit Messingstopfen (im Gegensatz zum geklebten Abdeckband) verschlossen waren.

5.7.3 Abdeckung von Führungsbahnen

Zum umfassenden Schutz der Führungen sowie weiterer Komponenten des Vorschubantriebes (Zahnstange, Zahnriemen oder Kugelrollspindel) werden je nach Erfordernis unterschiedliche Abdeckungen eingesetzt. Die in Bild 5.266 dargestellten Varianten eignen sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften für unterschiedliche Anwendungsgebiete.

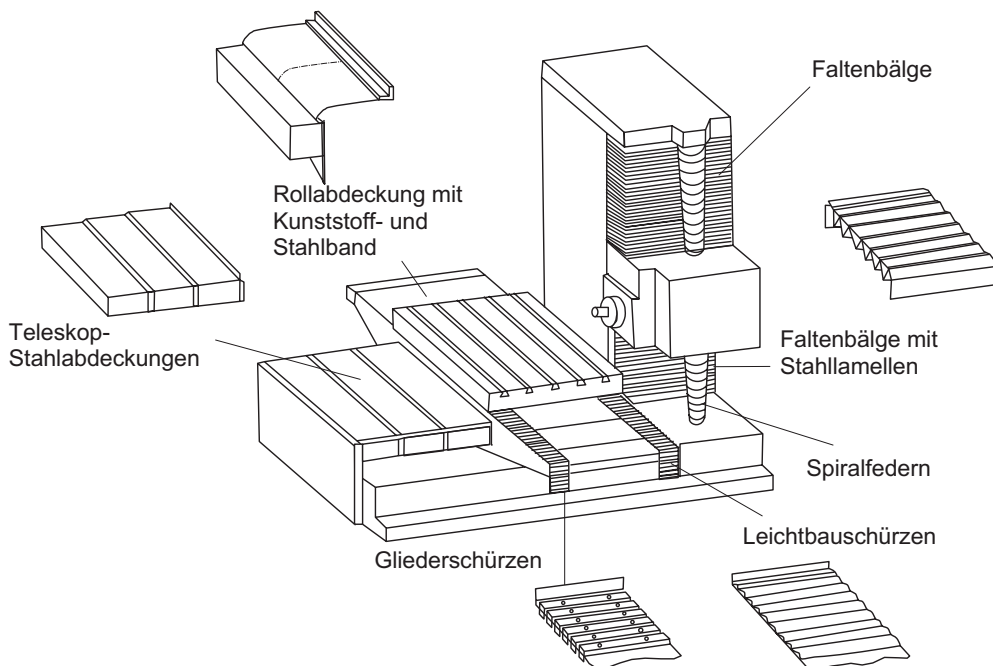


Bild 5.266. Abdeckung von Führungselementen in Werkzeugmaschinen. Quelle: Hennig

Teleskopabdeckungen stellen die am weitesten verbreitete Form der Abdeckung dar. Der prinzipielle Aufbau einer solchen Teleskopabdeckung ist in Bild 5.267 abgebildet. Damit während des Verfahrens beim Erreichen der Endlage eines Segmentes keine massenproportionalen Stoßkräfte durch den Anschlag an das benachbarte Element verursacht werden, werden Scheren eingebaut, die ein gleichmäßiges und gleichzeitiges Verfahren aller Segmente sicherstellen. Die Schermechanik verhin-

dert dabei ein gegenseitiges Anschlagen der Elemente und macht die Teleskopabdeckung besonders leise. Die Stoßkräfte insbesondere bei hohen Vorschubgeschwindigkeiten regen die Maschinenstruktur zu Schwingungen an, die zu Oberflächenmarkierungen auf dem Werkstück führen. Sie sind daher in jedem Fall zu vermeiden.



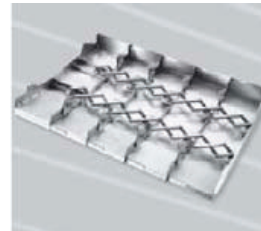
- 1 Gleiter
- 2 Rolle
- 3 Aufhängevorrichtung
- 4 Integralwasserrinne
- 5 Oberflächenbehandelte Stahl- oder Edelstahlbleche
- 6 Abstreifsysteme
- 7 Teleskopdämpfer
- 8 Scheren
- 9 Führungsschienen



Abdeckkästen gleichmäßig halb auseinander gezogen



Abdeckkästen zusammengeschoben



Abdeckkästen komplett auseinander gezogen

Bild 5.267. Schematische Aufbau einer gängigen Teleskopabdeckung. Quelle: Hennig

Teleskopabdeckungen sind außerordentlich robust und z.B. auch, je nach Ausführung, für ein Betreten durch das Bedienpersonal ausgelegt. Durch in die Teleskopsegmente integrierte Abstreifer lässt sich eine zufriedenstellende Dichtigkeit zu den darunterliegenden Führungsbahnen erzielen (Bild 5.268).

Die Abstützung und seitliche Führung der einzelnen Segmente kann durch Stützgleitlager und Stützrollen erfolgen (Bild 5.269). Für spezielle Hochgeschwindigkeitsbearbeitungen sind je nach Geometrie und Abmessung, Teleskopabdeckungen auf dem Markt erhältlich, die für Beschleunigungen von bis zu $2,5\text{ g}$ und Geschwindigkeiten bis 200 m/min im Dauereinsatz getestet sind.

Hauptnachteil der Teleskope ist ihre vergleichsweise große Masse. Massen-, Hub- und Reibungskräfte zehren einen erheblichen Teil der Leistung der Vorschubantriebe auf. Daher wird zunehmend der Einsatz alternativer Werkstoffe erwogen. Durch modular aufgebaute Teleskopabdeckung, in deren Rahmen aus Aluminium-Profilen Abdeckplatten verschiedener Werkstoffe (Stahl, Aluminium, faserverstärk-

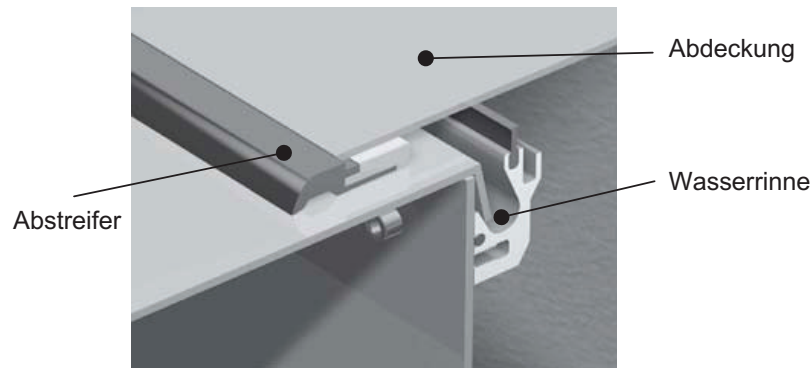


Bild 5.268. Abstreifsystem einer Teleskopabdeckung. Quelle: Kabelschlepp

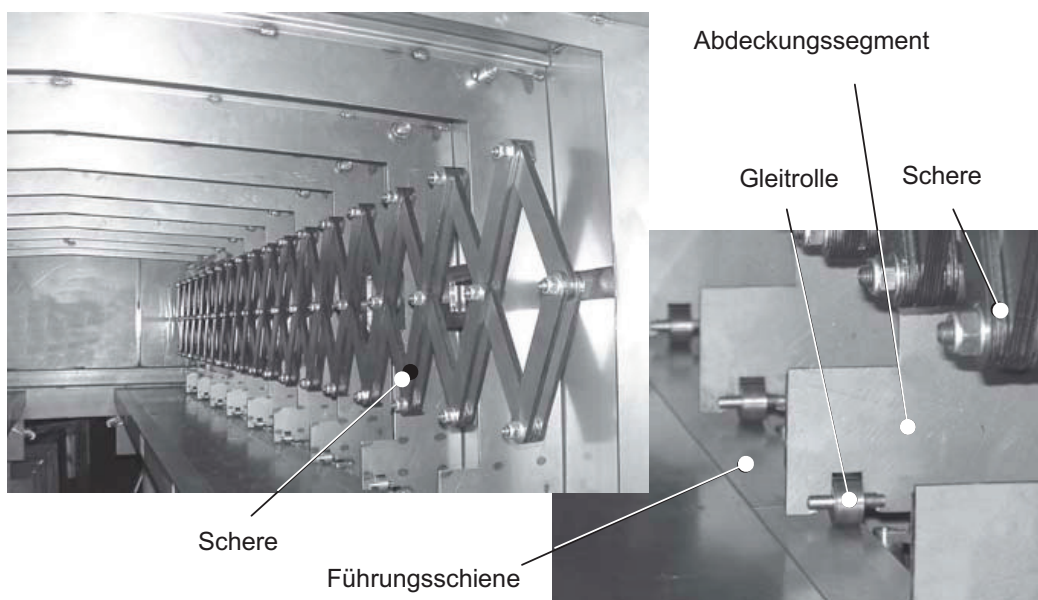


Bild 5.269. Teleskopabdeckung einer Werkzeugmaschine. Quelle: Kabelschlepp

ter Kunststoff) eingesetzt werden können, kann bei einer vergleichbaren Stabilität eine Gewichtsreduzierung von bis zu 70% erreicht werden.

Faltenbälge eignen sich durch ihr geringes Eigengewicht besonders für den hochdynamischen Betrieb. Sie bestehen aus mehrschichtigem Chemiefasergewebe, das (gestützt durch PVC-Rippen) ziehharmonikaförmig gefaltet ist, und einem Endflansch zur Befestigung an der Maschine (Bild 5.270). Um das nur begrenzt mechanisch und thermisch belastbare Gewebe vor direktem Beschuss durch heiße Späne zu schützen, werden Faltenbälge häufig, wie in Bild 5.270 gezeigt, durch zusätzlich in die Faltspitzen eingenähte Leichtmetallschuppen bewehrt.

Rolloabdeckungen zeichnen sich durch ihren minimalen Raumbedarf aus. Prinzipbedingt durch die geringe Masse eignen sie sich besonders für hohe Verfahrensgeschwindigkeiten. Rolloabdeckungen gibt es in verschiedenen Ausführungen mit Kunststoffband oder auch mit nichtrostendem Federstahlband, wobei sich Rolloab-

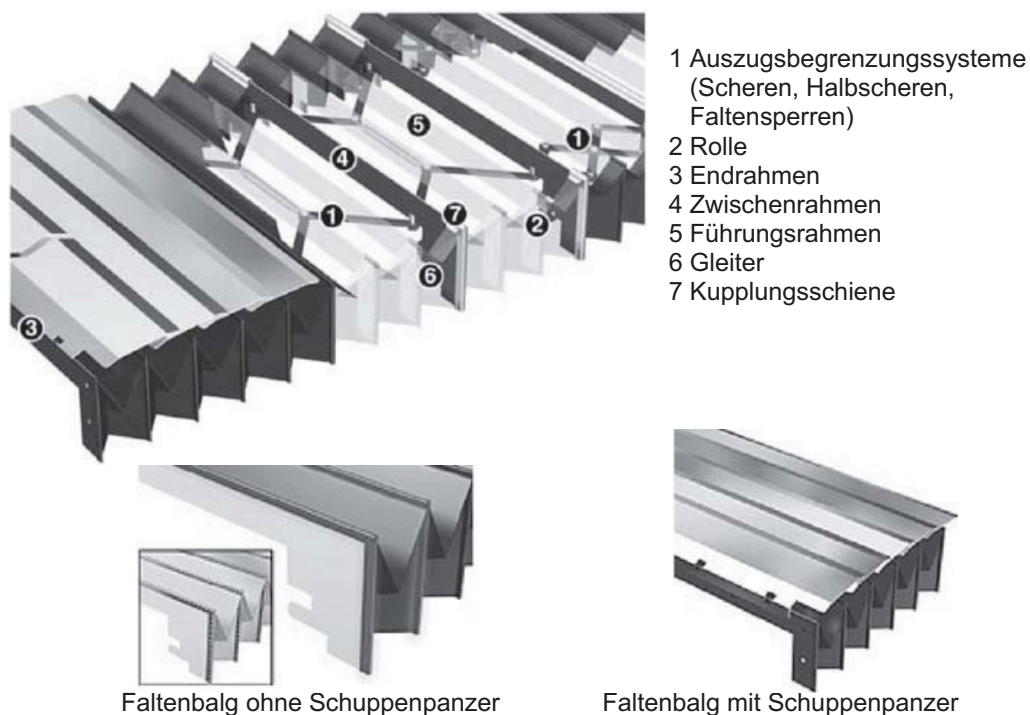


Bild 5.270. Teleskopabdeckung einer Werkzeugmaschine. Quelle: Hennig

deckungen aus Federstahl besonders für erhöhte mechanische Belastungen eignen. Zur Steigerung der Stabilität können sie auf der Bandunterseite durch querliegende Stahl- oder Aluminiumprofile versteift werden. Je nach Baugröße wird das Band beim Verfahren der Vorschubeinheit von einem Motor auf eine am Ende der Führungsbahn liegende Trommel oder von einer internen Feder aufgerollt (Bild 5.271).



Bild 5.271. Rolloabdeckung. Quelle: Hennig

Abdeckschürzen werden vorwiegend dort eingesetzt, wo aus Platzgründen Teleskopabdeckungen keine Verwendung finden können. Die Abdeckschürzen liegen

direkt auf den Führungsbahnen auf und können ohne besondere Führung am Bahnende lose herabhängen oder auch aufgewickelt werden (Bild 5.272). Auf ein reißfestes Trägerband aus Gummi oder Gewebe sind beidseitig Flachprofile aus Stahl, Messing oder Aluminium genietet.

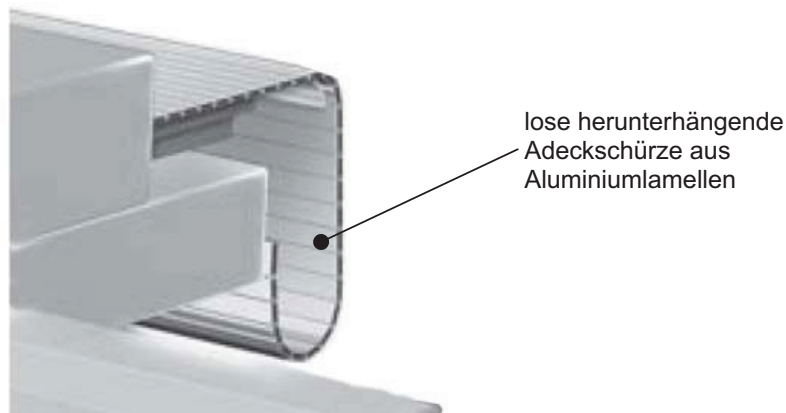


Bild 5.272. Abdeckschürzen. Quelle: Kabelschlepp

Bei der Abdeckung von Vorschubgewindespindeln, Wellen und Säulen finden Spiral-Wendelfedern Verwendung (Bild 5.273). Neben dem Schutz vor Verunreinigung und Beschädigung wird hiermit auch die Unfallgefahr verringert. Die Federn werden aus Federbandstahl gefertigt. Sie können ohne Demontage des zu umkleidenden Bauteils durch Umwickeln angebracht werden. Für größere Verfährwege werden zwei Federn gekoppelt montiert.



Teleskop Federbandspiralen schützen umlaufende Spindeln und Wellen vor Verunreinigungen und Beschädigungen. Ausserdem schützen sie das Bedienpersonal vor Unfällen.

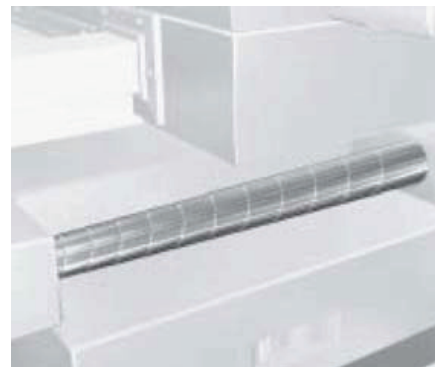


Bild 5.273. Teleskop-Federbandspiralen. Quelle: Hennig/ Kabelschlepp