WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE U. FACHARBEITER

HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. H. HAAKE VDI

Jedes Heft 50—70 Seiten stark, mit zahlreichen Textabbildungen
Preis: RM 2.— oder, wenn vor dem 1. Juli 1931 erschienen, RM 1.80 (10% Notnachlaß)
Bei Bezug von wenigstens 25 beliebigen Heften je RM 1.50

Die Werkstattbücher behandeln das Gesamtgebiet der Werkstattstechnik in kurzen selbständigen Einzeldarstellungen; anerkannte Fachleute und tüchtige Praktiker bieten hier das Beste aus ihrem Arbeitsfeld, um ihre Fachgenossen schnell und gründlich in die Betriebspraxis einzuführen. Die Werkstattbücher stehen wissenschaftlich und betriebstechnisch auf der Höhe, sind dabei aber im besten Sinne gemeinverständlich, so daß alle im Betrieb und auch im Büro Tätigen, vom vorwärtstrebenden Facharbeiter bis zum leitenden Ingenieur, Nutzen aus ihnen ziehen können. Indem die Sammlung so den einzelnen zu fördern sucht, wird sie dem Betrieb als Ganzem nutzen und damit auch der deutschen technischen Arbeit im Wettbewerb der Völker.

Einteilung der bisher erschienenen Hefte nach Fachgebieten

I. Werkstoffe, Hilfsstoffe, Hilfsverfahren

	Heft
Das Gußeisen. 2. Aufl. Von Chr. Gilles	19
Einwandfreier Formguß. 2. Aufl. Von E. Kothny	30
Stahl- und Temperguß. 2. Aufl. Von E. Kothny	24
Die Baustähle für den Maschinen- und Fahrzeugbau. Von K. Krekeler	75
Die Werkzeugstähle. Von H. Herbers	50
Nichteisenmetalle I (Kupfer, Messing, Bronze, Rotguß). 2. Aufl. Von R. Hinzmann	45
Nichteisenmetalle II (Leichtmetalle). 2. Aufl. Von R. Hinzmann	53
Härten und Vergüten des Stahles. 5. Aufl. Von H. Herbers. (Im Druck)	7
Die Praxis der Warmbehandlung des Stahles. 5. Aufl. Von P. Klostermann	8
Elektrowärme in der Eisen- und Metallindustrie. Von O. Wundram	69
Brennhärten. 2. Aufl. Von H. W. Grönegreß. (Im Druck)	89
Die Brennstoffe. Von E. Kothny	32
Öl im Betrieb. 2. Aufl. Von K. Krekeler	48
Farbspritzen. Von R. Klose	49
Rezepte für die Werkstatt. 4. Aufl. Von F. Spitzer	9
Furniere — Sperrholz — Schichtholz I. Von J. Bittner	76
Furniere — Sperrholz — Schichtholz II. Von L. Klotz	77

II. Spangebende Formung

Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe. 2. Aufl. Von K. Krekeler	61
Hartmetalle in der Werkstatt. Von F. W. Leier	62
Gewindeschneiden. 3. Aufl. Von O. M. Müller	1
Wechselräderberechnung für Drehbänke. 5. Aufl. Von E. Mayer	4
Bohren. 3. Aufl. Von J. Dinnebier	15
Senken und Reiben. 3. Aufl. Von J. Dinnebier	16
Innenräumen. 2. Aufl. Von L. Knoll	26
Außenräumen. Von A. Schatz	80
Das Sägen der Metalle. Von H. Hollaender	40
Die Fräser. 3. Aufl. Von E. Brödner	22
Das Fräsen. Von Dipl.-Ing. H. H. Klein	88
Das Einrichten von Automaten I (Die Automaten System Spencer und Brown & Sharpe). Von K. Sachse. (Vergriffen)	21
Das Einrichten von Automaten II (Die Automaten System Gridley [Einspindel] und Cleveland und die Offenbacher Automaten). Von Ph. Kelle, E. Gothe, A. Kreil	23
Das Einrichten von Automaten III (Die Mehrspindel-Automaten, Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe). Von E. Gothe, Ph. Kelle, A. Kreil	27
Das Einrichten von Halbautomaten. Von J. v. Himbergen, A. Bleckmann, A. Wassmuth	36
Die wirtschaftliche Verwendung von Einspindelautomaten. Von H. H. Finkelnburg	81
Die wirtschaftliche Verwendung von Mehrspindelautomaten. Von H. H. Finkelnburg	71
Werkzeugeinrichtungen auf Einspindelautomaten. Von F. Petzoldt	83
Maschinen und Werkzeuge für die spangebende Holzbearbeitung. Von H. Wichmann	78

III. Spanlose Formung

Freiformschmiede I (Grundlagen, Werkstoff der Schmiede, Technologie des Schmiedens). 3. Aufl. Von F. W. Duesing und A. Stodt. (Im Druck)	11
Freiformschmiede II (Schmiedebeispiele). 2. Aufl. Von B. Preuss und A. Stodt	12
Freiformschmiede III (Einrichtung und Werkzeuge der Schmiede). 2. Aufl. Von A. Stodt	56

(Fortsetzung 3. Umschlagseite)

WERKSTATTBÜCHER
FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE UND FACH-
ARBEITER. HERAUSGEBER DR.-ING. H. HAAKE VDI

===== HEFT 91 =====

Schnittkraft- und Drehmomentmesser für Werkzeugmaschinen

Von

Heinrich Schallbroch und Heinrich Balzer

Professor Dr.-Ing. habil., München

Dr.-Ing., Leipzig

Mit 77 Abbildungen im Text

Berlin
Springer-Verlag
1943

ISBN 978-3-7091-5169-3

ISBN 978-3-7091-5317-8 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-7091-5317-8

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Die Aufgabenstellung der Leistungsuntersuchung an einer spanabhebenden Werkzeugmaschine	3
II. Anforderungen an eine Schnittkraft-Meßeinrichtung	4
A. Berechnete und gemessene Schnittkraft beim Zerspanen	6
B. Der grundsätzliche Aufbau der Maßeinrichtungen: Geber, Übermittler und Empfänger	8
III. Die Geber	9
A. Federnde Geber für Zug- und Druckbeanspruchung	9
1. Der Zylinder S. 9. — 2. Die Kugel S. 10. — 3. Federnde Hebel und Platten S. 10. — 4. Geber mit mehreren Meßbereichen S. 13.	
B. Federnde Geber für eine Verdrehungsbeanspruchung	13
5. Elastische Reibungskupplungen S. 14. — 6. Zahnräder S. 16. — 7. Schrauben- und Blattfedern S. 17. — 8. Federnde Wellen S. 18.	
IV. Die Übermittler und Empfänger	19
A. Hydraulische und pneumatische Übermittler und Empfänger	20
9. Hydraulische Übermittler S. 20. — 10. Pneumatische Übermittler S. 20. — 11. Hydraulische Empfänger S. 21. — 12. Pneumatische Empfänger S. 22.	
B. Mechanische Übermittler und Empfänger	23
13. Die Fühlhebel und die Meßuhr S. 23. — 14. Das anzeigende und aufzeichnende Schreibgerät S. 23.	
C. Elektrische Übermittler und Empfänger	24
15. Das piezoelektrische Verfahren S. 25. — 16. Das kapazitive Verfahren S. 27. — 17. Das Verfahren mit festem Halbleiter S. 30. — 18. Das Verfahren mit flüssigem Halbleiter S. 32. — 19. Das induktive Verfahren S. 33. — 20. Das magneto-elastische Verfahren S. 34. — 21. Die Empfänger der elektrischen Verfahren S. 36. — 22. Schaltungsaufbau und Arbeitsweise der elektrischen Empfänger S. 36. — 23. Die Meßwertanzeiger der elektrischen Empfänger S. 40.	
D. Verfahren der Kraftmessung auf anderen physikalischen Grundlagen	41
E. Kritische Betrachtung der Verfahren einer Schnittkraftmessung	42
24. Allgemeine Blickpunkte S. 42. — 25. Rückschlüsse für Geräteauswahl S. 46. — 26. Der trägheitsfreie Kraftmesser S. 47.	
V. Ausgeführte Schnittkraftmeßgeräte	48
A. Baubeispiele von Schnittkraftmessern und -meßtischen	49
27. Hydraulischer Dreikomponenten-Schnittkraftmesser S. 49. — 28. Hydraulischer Fräsmeißtisch nach F. EISELE S. 51. — 29. Pneumatische Schnittkraftmesser S. 54. — 30. Einfache mechanische Schnittkraftmesser S. 54. — 31. Mechanischer Schleifmeßtisch nach M. COENEN S. 55. — 32. Schnittkraftmesser nach M. OKOCHI und M. OKOSHI (piezoelektrisch) S. 56. — 33. Kapazitive Maßeinrichtung nach W. MAUKSCH S. 57. — 34. Bohrdruckmeßtisch mit kapazitiver Meßdose nach H. SCHROPP S. 57. — 35. Dreikomponenten-Schnittkraftmesser nach K. GOTTEIN (mit festem Halbleiter) S. 57. — 36. Dreikomponenten-Schnittkraftmesser nach A. WALLICH und H. OPITZ (mit flüssigem Halbleiter) S. 58. — 37. Einkomponenten-Schnittkraftmesser mit induktiver Meßdose nach H. SCHALLERBROCH und H. SCHAUMANN S. 59. — 38. Dreikomponenten-Schnittkraftmesser mit induktiven Meßdosen nach H. OPITZ S. 60. — 39. Einbauvorschlag für eine magneto-elastische Meßdose S. 60. — 40. Einkomponenten-Schnittkraftmesser auf Staudruck-Grundlage S. 61.	
B. Drehmoment- und Druck-Meßtische	62
41. Hydraulischer Drehmoment- und Druck-Meßtisch S. 62. — 42. Drehmoment- und Druck-Meßtische nach E. SACHSENBERG und Mitarbeitern S. 63. — 43. Drehmoment- und Druckmeßtische mit elektrischen Meßdosen S. 64.	
C. Umlaufende Drehmomentmesser	64
44. Umlaufende Drehmomentmesser von E. SACHSENBERG und Mitarbeitern S. 64. — 45. Desgleichen mit elektrischen Übermittlungsverfahren S. 65. — 46. Desgleichen mit kapazitiver Übermittlung S. 65. — 47. Desgleichen mit induktiver Übermittlung S. 66.	
VI. Auswahl eines geeigneten Schnittkraft- bzw. Leistungs-Meßgerätes, insbesondere beim Drehen	66
Schrifttum	68

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Vorwort.

Aus einer Forschungsarbeit entstanden bringt dieses Heft erstmalig einen Überblick über die Grundlagen, nach denen Schnittkraft- und Drehmomentmesser gebaut werden. Es zeigt den bisherigen Entwicklungsgang und richtet den Blick auf die zukünftigen Möglichkeiten. Als Werkstattbuch soll es die Scheu der Betriebe vor der Anbringung von Kraftmeßgeräten an Werkzeugmaschinen beseitigen helfen. Der Praktiker wird erkennen, daß die in den Forschungsstätten entwickelten Geräte allmählich immer handlichere und für den Betrieb geeignetere Formen annehmen. Das Ziel ist, sie als Hilfsmittel des Betriebes zur Überwachung und besten Ausnutzung der Maschinen und Werkzeuge auszugestalten.

I. Die Aufgabenstellung der Leistungsuntersuchung an einer spanabhebenden Werkzeugmaschine.

Wissenschaftliche Forschung und beobachtende Untersuchung des Betriebes bedienen sich der Meßtechnik, um technische Probleme des Maschinenbaues zu durchdringen und zu klären. Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse hängt ab von den verwendeten Meßverfahren und Meßmitteln, die einer ständigen Entwicklung durch konstruktive und fertigungstechnische Maßnahmen unterliegen. Fortschritte in Bezug auf die Genauigkeit einer Messung wurden im Laufe der Zeit durch Anwendung anderer, noch nicht erprobter physikalisch-technischer Erscheinungen erreicht, die als Grundlage der Meßverfahren und Meßmittel benutzt werden. Hierbei sind die Sachgebiete der Physik und physikalischen Chemie, wie die Mechanik, Optik, Akustik, der Magnetismus und die Elektrizität, herangezogen worden, mit deren Erscheinungsformen die Entwicklung der Meßtechnik vorwärts getrieben wurde. Sie hat heute auf dem Gebiete der Untersuchung von Kraft- und Arbeitsmaschinen einen Stand erreicht, der es wünschenswert erscheinen läßt, einen abwägenden und kritischen Überblick über die Grundlagen erprobter Meßverfahren zu geben. Kenngröße ist dabei vornehmlich die erzeugte oder übertragene Kraft, über deren Größe eine genauere Kenntnis erwünscht ist (1)¹.

Wir wollen uns bei der Behandlung auf spanabhebende Werkzeugmaschinen beschränken, bei denen die Kraftmessung an der Zerspanungsstelle von Bedeutung ist. Die zur spanabhebenden Arbeit erforderliche Kraft, die sog. Schnittkraft, muß den Schnittwiderstand überwinden; sie muß nicht nur an die Schnittstelle geleitet werden, sondern wirkt auch zurück auf die Werkzeugmaschine, das spanabhebende Werkzeug (Schwingungen) und das zu zerspanende Werkstück. Sie kennzeichnet das statische und dynamische Verhalten der Werkzeugmaschine unter einer aufgebrachten „natürlichen“ Belastung; weiter gibt ihre Feststellung Aufschluß über den Ablauf des Zerspanungsvorganges.

Sowohl die wissenschaftliche Forschung als auch der fabrizierende Betrieb wünschen die Zusammenhänge des eigentlichen Arbeitsvorganges beim Zerspanen zu erfahren (2). Die Forschung ist bemüht, Mittel und Wege aufzuweisen, mit denen bei geringstem Aufwand und günstigster Ausführung gearbeitet werden kann; der Betrieb ist verpflichtet, wirtschaftlich und termingemäß zu fertigen.

¹ Die eingeklammerten Zahlen verweisen auf das Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Buches.