

Inhalt

Vorwort	V
Geleitwort	XIII
1 Allgemeines	1
1.1 Geschichtliches	1
1.2 Einleitung und Übersicht der Honverfahren	4
2 Langhubhonen	9
2.1 Langhubhонvarianten mit Bauteilcharakteristika	10
2.1.1 Innenrundhonen	10
2.1.2 Innenprofilhonen	12
2.1.3 Außenrundhonen	12
2.1.4 Hybridverfahren	13
2.2 Verfahrensmerkmale	14
2.3 Maschinenarten	15
2.3.1 Vertikal-Langhubhонmaschinen	18
2.3.1.1 Baugrößenordnung 1: Maschinen für Kleinserien – Ausführung A: Ø 25 – 370 mm, Ausführung B: Ø 60 – 110 mm	18
2.3.1.2 Baugrößenordnung 2: Maschinen für Kleinteile Ø 0,6 bis 10 mm	19
2.3.1.3 Baugrößenordnung 3: Maschinen für kleinere bis mittlere Ø von 8 bis 45 mm	21
2.3.1.4 Baugrößenordnung 4: Maschine für mittlere bis große Ø von 30 – 250 mm	23
2.3.1.5 Baugrößenordnung 5: Modulare Honbearbeitungszentren von Ø 70 – 125 mm ..	25

2.3.1.6	Baugrößenordnung 6: Großhonmaschinen für große \varnothing von 60 – 1500 mm	31
2.3.2	Horizontal-Langhubhonmaschinen	31
2.4	Honsysteme: Werkzeug- und Werkstück-Zuordnungen	33
2.4.1	Verbindungselemente mit Werkzeugaufnahme	36
2.4.2	Werkstückaufnahme (Vorrichtung)	36
2.4.2.1	Beispiele von „starren“ Werkstückaufnahmen gemäß Honsystem A	38
2.4.2.2	Beispiele von „schwimmenden“ Werkstückaufnahmen gemäß Honsystem B	41
2.4.2.3	Beispiele von „kardanischen“ Werkzeugaufnahmen gemäß Honsystem C	44
2.5	Werkzeugarten	46
2.5.1	Innenhon-Werkzeuge	47
2.5.1.1	Leisten-Honwerkzeuge, zustellbar während des Honens	48
2.5.1.2	Vollmantelwerkzeuge	56
2.5.1.3	Honwerkzeuge für Kleinstbohrungen	62
2.5.2	Außenhon-Werkzeuge	63
2.5.3	Honschneidbeläge	63
2.5.3.1	Schneidbeläge mit Diamant und CBN	67
2.5.3.2	Konstruktive Auslegung von Honbelägen	69
2.5.3.3	Konventionelle Aufbereitung von Honwerkzeugen mit Diamant- und CBN-Leisten-Systemen	70
2.5.3.4	Neue definierte Konditionierung von Honwerkzeugen mit Diamant- und CBN-Leisten-Systemen	72
2.5.3.5	Konventionelle Schneidstoffe	77
2.6	Kühlschmierstoff	79
2.6.1	Nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe	81
2.6.2	Wassermischbare Kühlschmierstoffe	82
2.6.3	Anforderungen an die Kühlschmierstoffe	84
2.6.4	Prozessanforderungen	85
2.6.5	Anforderungen und Handling	87
2.6.5.1	Betriebsicherheit und physiologische Verträglichkeit	87
2.6.5.2	Aufbereitung und KSS-Zuführtechniken	87
2.7	Vertikal-Innenrundhonmaschinen	95
2.7.1	Honleisten-Zustellsysteme	95
2.7.1.1	Hydraulische Zustellung (kraftschlüssig)	95
2.7.1.2	Mechanische Schrittzustellung (formschlüssig)	96
2.7.1.3	Doppelzustellsysteme	98

2.7.2	Messsysteme an Honmaschinen	98
2.7.2.1	Direkt Messsysteme	100
2.7.2.2	Indirekt Messsysteme	104
2.7.3	Formregelungseinrichtungen	107
2.7.4	Berechnungsverfahren	108
2.7.4.1	Schnittgeschwindigkeit	109
2.7.4.2	Hublänge und Honleistenlänge	112
2.7.4.3	Schnittkräfte	113
2.7.4.4	Anpressdruck	114
2.7.4.5	Oberflächenrauheit	116
2.7.4.6	Bearbeitungszugaben und Honzeiten	118
2.7.4.7	Zerspanungskennwerte	123
2.7.5	Werkstoff- und Bauteilspektrum beim Honen	125
2.7.6	Verfahrensvarianten mit Arbeitsbeispielen	127
2.7.6.1	Honen kleiner Bohrungen	129
2.7.6.2	Microcut Honing-System	132
2.7.6.3	Dornhonen	136
2.7.6.4	Peak-Honen	141
2.7.6.5	Plateau-Honen	142
2.7.6.6	Koaxialhonen	149
2.7.6.7	FMF-Hybridhonverfahren: Honen-Fluidstrahlen- Microfinishen	151
2.7.6.8	LH-Hybridhonverfahren: Laserhonen	155
2.7.6.9	Positionshonen am Beispiel der Zylinderbohrung	158
2.7.6.10	Formhonen am Beispiel Zylinderlaufbahn eines Verbrennungsmotors	160
2.7.6.11	Nanotechnologie für Kolbenlaufbahnen	164
2.7.6.12	Honen mit Entgraten	169
2.7.7	Messverfahren, Messzeitpunkt, Maschinenbeispiel, Verfahrensbeispiel, Werkstückbeispiel (Moos, Klein 2022)	171
2.7.7.1	Messverfahren	171
2.7.7.1.1	Lehren mittels Fallkalibern	172
2.7.7.1.2	Messen mittels pneumatischer Staudruckmessung	172
2.7.7.2	Messzeitpunkt	174
2.7.7.2.1	In-Prozess-Messung	174
2.7.7.2.2	Post-Prozess-Messung	175
2.7.7.3	Maschinenbeispiel: Portalhonmaschine mit dreiachsigem CNC-Positioniersystem	182
2.7.7.4	Verfahrensbeispiel: Paarungshonen	184
2.7.7.5	Werkstückbeispiel: Führungshülse für Voice- Coil-Motoren in der Beatmungstechnik	186

3	Langhubhonen auf Bearbeitungszentren	189
3.1	Honen mit dem integrierten Bearbeitungszentrum (z. B. nach MAG oder Grob)	191
3.2	Honkomponenten integrierbar für BAZ oder Dreh- und Fräszentren (DIAHON-System)	195
3.2.1	coolEX® (DIAHON) Honwerkzeug – Technologie	195
3.2.2	Neue koaxiale Grob- und Feinbearbeitung – Reiben und Honen im Kombiwerkzeug	196
3.2.3	Hydraulikbauteil	201
4	Langhubhonen mit Roboter – Roboterhonen	205
4.1	Flexibles robotergeführtes Dornhonen am Beispiel Verdichter ..	206
4.2	Flexibles robotergeführtes Honen mit zustellbarem Honwerkzeug	215
5	Qualitätsmerkmale beim Langhubhonen	219
5.1	Grobgestaltabweichungen mit Messtechnik	220
5.2	Feingestaltabweichung	225
5.2.1	Rauheit	225
5.2.1.1	R_a – arithmetischer Mittenrauwert	225
5.2.1.2	R_{max} – maximale Rautiefe DIN 4748: 1990	226
5.2.1.3	R_z – gemittelte Rautiefe (nach DIN EN ISO 4287)	227
5.2.1.4	R_{3z} – Grundrautiefe (keine Normkenngröße) ..	228
5.2.1.5	R_{mr} – Materialanteil des Profils	229
5.2.1.6	Kenngrößen zur Beurteilung von plateauartigen Oberflächen (nach DIN EN ISO 13 565)	231
5.2.1.7	R_k – Kernrautiefe	232
5.2.2	Welligkeit	235
6	Oberflächenmesstechnik zur Kontur- und Rauheitsmessung	237
6.1	Berührende Messsysteme – Taktile Messtechnik	238
6.2	Berührungslose Messsysteme – Optische Messtechnik	239
6.2.1	Konfokale Messtechnik	240
6.2.2	Fokusvariation	242
6.2.3	Weißlichtinterferometrie	243
6.2.4	3D-Charakterisierung DIN EN ISO 25178	244
6.3	Optische Qualitätsprüfung von Honleisten	250
6.4	Optische Oberflächenmessung von gehonten Zylinderlaufflächen	255

7	Grundlagenanalyse – neue Anwendung und Werkzeuge der Kraft-Weg gebundenen Zustellung	259
7.1	Abtragsvorgänge beim Honen und Superfinishen	259
7.2	Oberflächenanalytik in der Endbearbeitung	264
7.3	Kraftdynamik in der Endbearbeitung	267
7.4	Industrielle Anwendung der Prozesse	268
7.5	Kombinierte Technologie: Sensitiv-adaptives Honen und Superfinishen	273
8	Kurzhubhonen	275
8.1	Kurzhubhonvarianten nach Bearbeitungsgeometrien und spezifischen Bauteilen	276
8.2	Verfahren	278
8.2.1	Verfahrensmerkmale	278
8.2.2	Berechnungsgrundlagen	279
8.2.3	Verfahrensvarianten	280
8.2.3.1	Oszillationsfinishen als Einstechverfahren mit Beispielen	281
8.2.3.2	Oszillationsfinishen als Durchlauf- und Längsbearbeitung	282
8.2.3.3	Rotationsfinishen als Einstechverfahren für Plan- und sphärische Flächen	283
8.3	Maschinen	285
8.3.1	Zustellsysteme, Werkzeuge mit Schneidmittel	285
8.3.2	Kühlschmierstoff (KSS) mit Aufbereitung	286
8.3.3	Rotationsfinish-Maschine für Planflächen als Vertikalbearbeitung	287
8.3.4	Modulare Rotations-Finishmaschine auch als Feinstbearbeitungszentrum	289
8.3.5	Finishmaschine mit Band-Technologie	290
8.3.6	Robotergetriebene Superfinish-Bearbeitung	292
8.4	Bearbeitungsbeispiele	293
8.5	Kurzhubhon-Anbaugeräte	296
9	Verzahnungshonen	297
9.1	Einleitung	297
9.2	Geschichtliches	298
9.3	Verfahrensvarianten	299

9.4	Qualitätsmerkmale	302
9.5	Wirtschaftlichkeit	303
9.6	Leistungshonmaschine für Verzahnungen	304
9.7	Zusammenfassung und Teilespektrum	306

Index	309
--------------------	------------



Videoübersicht

Video Nr.	Was wird gezeigt?	Abschnitt/Seite
Video 1	microcut Honing-System	2.7.6.2/132
Video 2	KADIA X line Fertigungszelle Teaser V3	2.7.7.3/184
Video 3	KADIA R-line Erklärfilm	2.7.7.4/185
Video 4	DIAHON Simulation der Luftmessung und Live-Darstellung mit Cool EX LM Werkzeug	3.2.1/196
Video 5	DIAHON Fdream Honen und Reiben	3.2.2/198
Video 6	DIAHON, automatische Verstellung mittels Drehbewegung der Maschinenspindel, mikrometergenaue Durchmesseranpassung und Verschleißkompensation für FDhone- und coolEXact-Werkzeuge, Werkzeugverstellung am Beispiel in einer Grob	3.2.2/199
Video 7	Roboterhonen	4.1/212