

Wireless 4-Komponenten Dynamometer (RCD)

Typ 9170B...

Rotierend – zur Messung der Zerspankräfte am rotierenden Werkzeug

Rotierendes 4-Komponenten Dynamometer zum Messen der Kräfte und des Drehmomentes bei Zerspanprozessen am rotierenden Werkzeug.

- Zerspankraftmessung an der rotierenden Schneide
- 4-Komponenten-Messung: F_x , F_y , F_z sowie M_z
- bis max. $16\,000\text{ min}^{-1}$
- kabellose Datenübertragung
- interne Kühlschmierstoffzufuhr möglich
- erhältlich für die gängigen Maschinenspindel-Schnittstellen
- Werkzeugaufnahme mit ER-Spannzangen
- hohe Rundlaufgenauigkeit und Auswuchtgüte
- komplettes Messsystem

Beschreibung

Das komplette Messsystem besteht aus einem sensorischen Werkzeughalter (Rotating Cutting Force Dynamometer), der direkt an der Maschinenspindel montiert werden kann, und einem Wireless Receiver, der die Daten über Funk vom Werkzeughalter empfängt. Die Spindelaufnahme der Werkzeugmaschine bestimmt die Ausführung des Rotors. Eingebaut im Werkzeughalter sind der piezoelektrische 4-Komponenten Sensor, vier Ladungsverstärker, sowie die digitale Übertragungselektronik. Gemessen werden damit die Radialkräfte F_x und F_y , die Axialkraft F_z sowie das Drehmoment M_z .

Für höchste Messqualität verfügt jeder Kanal über vier Messbereiche, um den Messaufbau für Schlicht- oder Schruppbearbeitungen anzupassen. Die Einstellung der Parameter und die Datenübertragung an einen PC können über den Ethernet-Anschluss des Wireless Receivers erfolgen. Außerdem verfügt das System über einen Remote-Eingang zum Starten und Stoppen der Messungen. Für den Anschluss des Systems an analoge Eingänge von Maschinensteuerungen verfügt der Wireless Receiver über analoge 10-V-Ausgänge. Dies ermöglicht eine breite Palette von Konfigurationen vom Labor bis zur vollautomatischen Maschinenintegration.

Die Software dazu ist die PTS (Piezo Tool System) App. Diese Software ermöglicht eine systematische Datenaufzeichnung und -analyse. Durch einstellbare Analysemasken lassen sich große Mengen an Messdaten einfach und schnell in Batch-Analysen betrachten und auswerten.



Anwendung

Mit einem rotierenden Dynamometer lassen sich die drei orthogonalen Kräfte F_x , F_y und F_z sowie das Drehmoment M_z bei spanenden Fertigungsverfahren, insbesondere beim Fräsen und beim Bohren, messen. Rotierende Dynamometer ermöglichen:

- Erfassung der mechanischen Belastung während Zerspanprozess
- Analyse des Verschleissvorganges
- Optimierung von Schnittparametern
- Berechnung von materialspezifischen Konstanten (z.B. die spezifische Schnittkraft)
- Optimierung des Werkzeuges hinsichtlich Geometrie und Beschichtung
- Verifikation von Zerspannsimulationen
- Prozessanalyse des Zerspanprozesses

Die Erfassung der Kräfte und des Momentes erfolgt nahe der Werkzeugschneide. Der angreifende Kraftvektor an einschneidigen Werkzeugen kann dabei direkt ermittelt werden. Dank dem im Rotor platzierten, neuentwickelten piezoelektrischen Sensor lassen sich hochdynamische Signale erfassen.

Vorteile eines rotierenden Dynamometers

Die Verwendung eines rotierenden Dynamometers als Messinstrument bietet für den Anwender einige Vorteile:

- Das zur Zerspaltung aufzubringende Drehmoment wird direkt gemessen. Das erlaubt eine akkurate Aussage über den Zustand des Werkzeuges, beispielsweise über den Verschleiss
- Der Rotor eines rotierenden Dynamometers rotiert mit dem Werkzeug mit und ermöglicht damit die direkte Quantifizierung der mechanischen Belastung des Werkzeuges
- Die Unabhängigkeit von Werkstückmasse, -dimension und -form ermöglichen die Kraft- und Momentmessung des Zerspanprozesses an aufwändigen und kostenintensiven Bauteilen, z.B. Strukturbauteilen von Flugzeugen oder Blisks (Blade Integrated Disc)

Technische Daten

Rotor Typ 9170B...

Drehzahl, max.		min ⁻¹	≤16 000
Messbereich 1, nominal	F_{x_i}, F_{y_i}	N	-500 ... 500 ¹⁾
	F_z	N	-2 500 ... 2 500 ¹⁾
	M_z	N·m	-10 ... 10 ¹⁾
Messbereich 2, nominal	F_{x_i}, F_{y_i}	N	-1 000 ... 1 000 ¹⁾
	F_z	N	-5 000 ... 5 000 ¹⁾
	M_z	N·m	-20 ... 20 ¹⁾
Messbereich 3, nominal	F_{x_i}, F_{y_i}	N	-2 500 ... 2 500 ¹⁾
	F_z	N	-10 000 ... 10 000 ¹⁾
	M_z	N·m	-50 ... 50 ¹⁾
Messbereich 4, nominal	F_{x_i}, F_{y_i}	N	-5 000 ... 5 000 ¹⁾
	F_z	N	-20 000 ... 20 000 ¹⁾
	M_z	N·m	-100 ... 100 ¹⁾
Linerarität		%FSO	≤±1,0
Hysterese		%FSO	≤1,0
Übersprechen	$F_x \leftrightarrow F_y$	%FSO	≤±2,0
	$F_{x,y} \rightarrow F_z$	%FSO	≤±3,0
	$F_z \rightarrow F_{x,y}$	%FSO	≤±1,0
	$F_z \rightarrow M_z$	mN·m/N	≤±1
	$M_z \rightarrow F_z$	N/N·m	≤±1

¹⁾ Kleinere Spindeladapter limitieren den Nutzbereich von RCD's. Die Rotoren werden entsprechend diesen Grenzwerten kalibriert (siehe Seite 5).

Eigenfrequenz ¹⁾	$f_0, F_{x,y}$	Hz	≈2 000
	f_0, F_z	Hz	≈5 300
Abtastrate pro Kanal ²⁾		kHz	2,5 / 5 / 10
Bandbreite (optimiert, um Anti-Aliasing zu vermeiden)		kHz	≈ 0 ... 0,8 / 1,6 / 3,2
Auflösung		bit	16
Batterielaufzeit (aktive Messung)		h	>5
Versorgungsspannung		V	5
Batterieladevorgang		h	<4
Max. Lagerdauer bis zur Aufladung		Monate	3
Übertragungsart			GFSK
Frequenzbereich (Datensendung)		MHz	2 400 ... 2 480
Max. Sendeleistung		dBm	+8
Reichweite ³⁾		m	≤5
Betriebstemperatur		°C	0 ... 60
Ladetemperatur		°C	0 ... 45
Lagertemperatur		°C	-20 ... 45
Schutzart (IEC 60529)			IP67
Verschmutzungsgrad (DIN EN 61010-1)			2
Interner Kühlschmiermitteldruck, max.		bar	≤70
Wuchtklasse		G	≤2,5
Gewicht (nur Rotor) ¹⁾		kg	2

¹⁾ Gilt für Typ 9170B131 (RCD mit Spindeladapter HSK-A63 und ER-Spannzangenadapter, ohne Werkzeug, Spannzange und Spannmutter).

²⁾ Wählbare Abtastrate pro Kanal (nicht separat wählbar).

³⁾ Äussere Einflussfaktoren (wie z.B. Objekte, andere Funkwellen) können die Reichweite und Verbindungsstabilität beeinflussen.

LabAmp WL-Receiver Typ 5347A4...

Anzahl Kanäle			4
Digitaler Tiefpass Filter ¹⁾		Hz	≥10
Grenzfrequenz (-3 dB)			
Wählbar in Schritten von 1 Hz			
Skalierung Analogausgang ²⁾		V	±10
Zeitversatz analoge Ausgabe		ms	320 ... 400
Ausgangsimpedanz typisch		Ω	10
Max. Ausgangsstrom		mA	±2
Steckertyp Analogausgang			BNC neg.
Ethernet-Schnittstelle ³⁾			2 x RJ45
Fernbedienung			D-Sub 9f
Versorgungsspannung		VDC	18 ... 30
Betriebstemperatur		°C	0 ... 60
Schutzart (IEC 60529)			IP20
Außenabmessungen mit Fuss und Anschlüssen (BxHxT)		mm	218x50x223
Gewicht		Kg	1,2

¹⁾ Die PTS App bietet wählbare Bereiche.

²⁾ Entspricht gewähltem vollem Messbereich der Kalibrierung.

³⁾ Der Sync Out Anschluss ist nicht aktiv.

Signale eines rotierenden Dynamometers (RCD)

Das rotierende Dynamometer Typ 9170B... basiert auf einem piezoelektrischen 4-Komponentensensor. Der Rotor des Messsystems ist im eingebauten Zustand verbunden mit der Maschinenspindel und rotiert entsprechend mit. Das bedeutet, dass auch das Koordinatensystem des RCD um die vertikale

Z-Achse rotiert. Dank dem rotierenden Koordinatensystem des RCD lassen sich direkte Aussagen über die mechanischen Belastungen der Werkzeugschneide machen.

Hier einige typische Beispiele von Messsignalen, die mit einem RCD erfasst wurden:

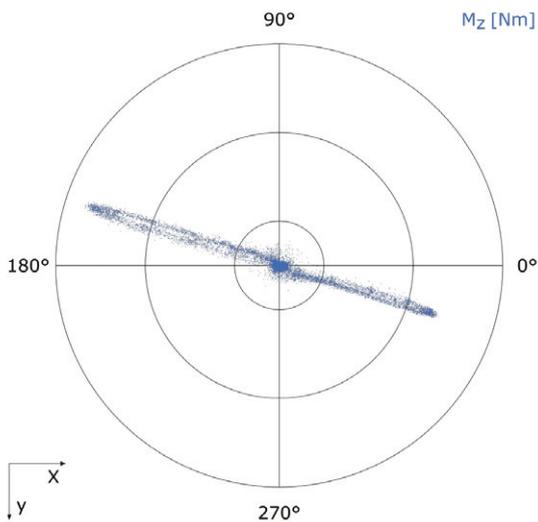


Abb. 1: Polarplot Fräsen mit zweischneidigem Werkzeug beim Schlichten

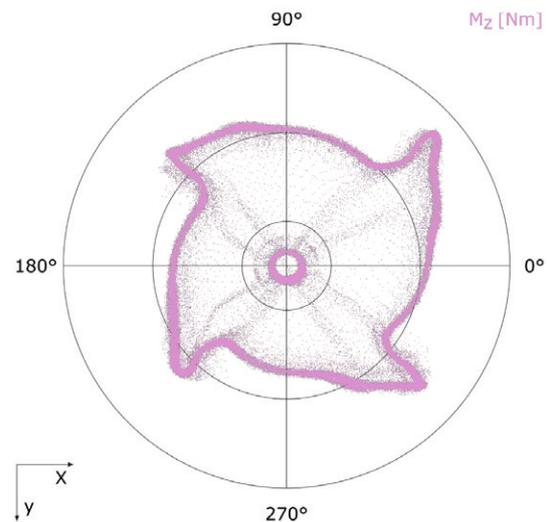


Abb. 2: Polarplot Fräsen mit vierschneidigem Werkzeug im Halbschnitt

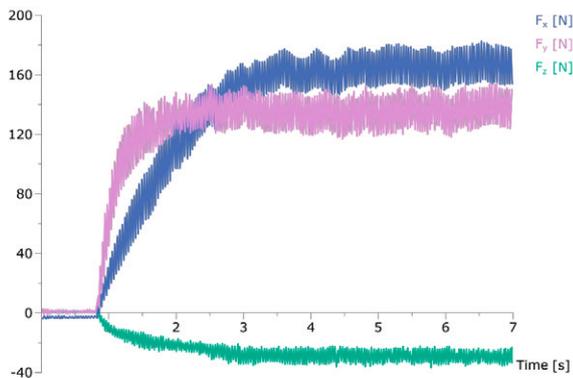


Abb. 3: Messdaten beim Fräsen

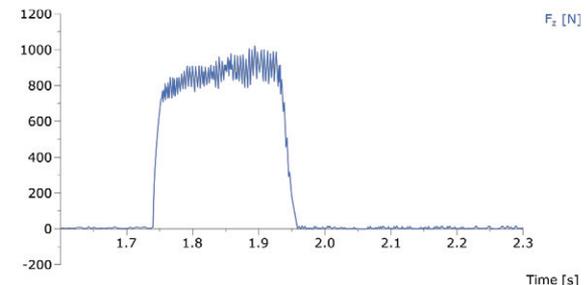
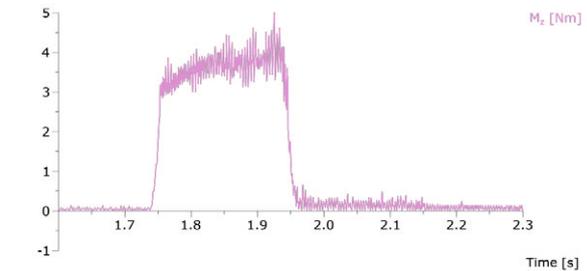


Abb. 4: Messdaten beim Bohren

9170B_003-608d-05.25

Montage des RCD Typ 9170B...

Das rotierende Dynamometer wird, wie ein herkömmliches Werkzeug, über den Spindeladapter in die Maschinenspindel eingezogen.

Handhabung des RCD Typ 9170B... während dem Betrieb

Das Wireless RCD darf ohne explizite Freigabe von Kistler **nur manuell** in die Spindel eingesetzt werden und darf nicht mit dem automatischen Werkzeugwechsler eingewechselt werden.

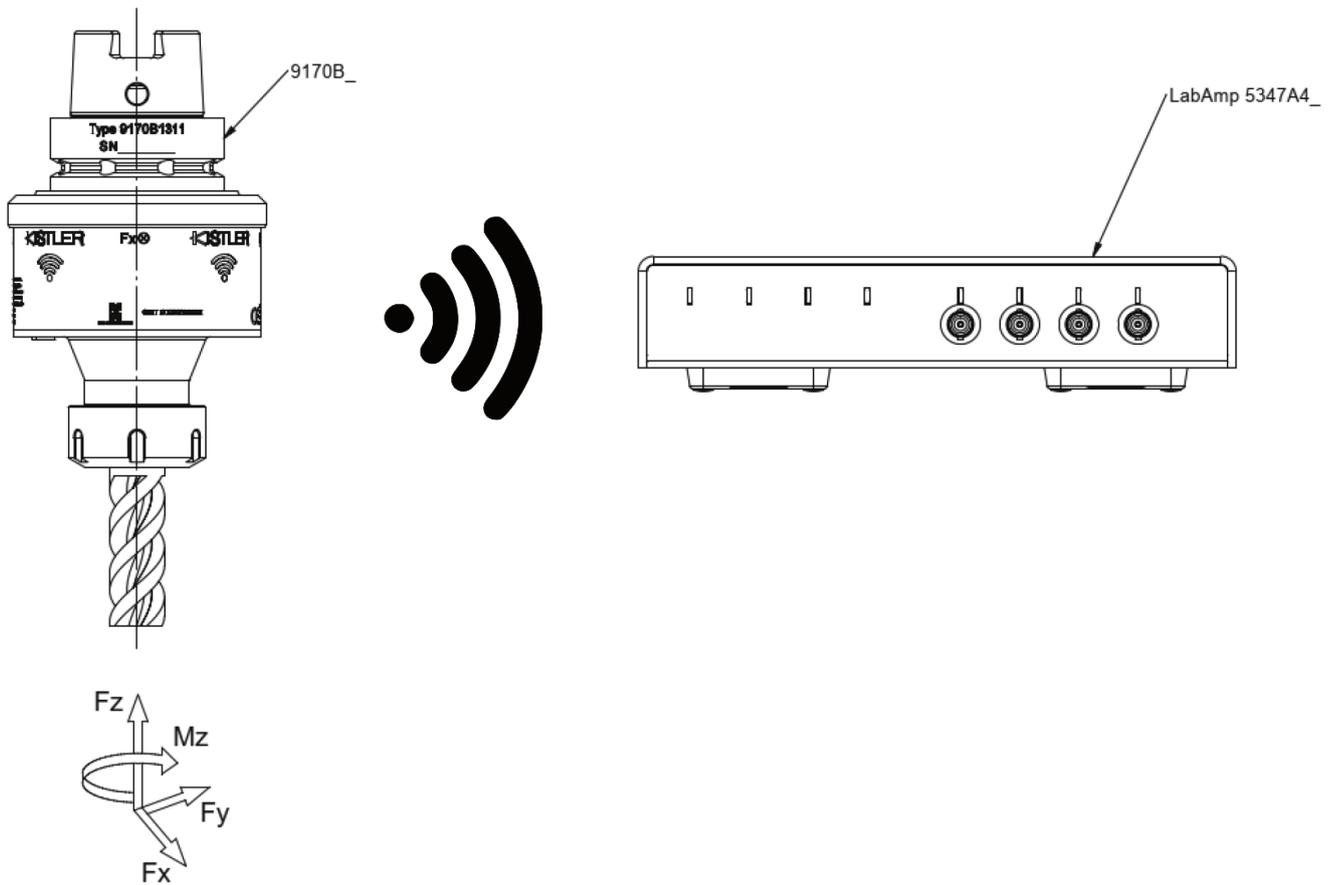


Abb. 5: Schema der Messkette

Typische Messkette mit PTS App

					
Dynamometer Typ 9170B...	Radio Link	Empfänger Dongle	Verlängerungskabel	WL Receiver Typ 5347A4...	Notebook (kundenseitig) mit PTS App
Empfänger					

9170B_003-608d-05.25

Kalibrierbereiche der verschiedenen RCD-Typen

Typ	Maschinenadapter			Kalibrierbereich 1	Kalibrierbereich 2	Kalibrierbereich 3	Kalibrierbereich 4
9170B111x	HSK-A40	F _x , F _y	N	500	1 000	-	-
		F _z	N	1 500	3 000	6 000	12 000
		M _z	N·m	10	20	40	80
9170B121x	HSK-A50	F _x , F _y	N	500	1 000	1 500	-
		F _z	N	2 500	5 000	10 000	20 000
		M _z	N·m	10	20	50	100
9170B131x	HSK-A63	F _x , F _y	N	500	1 000	2 000	3 000
		F _z	N	2 500	5 000	10 000	20 000
		M _z	N·m	10	20	50	100
9170B161x	HSK-E40	F _x , F _y	N	500	1 000	-	-
		F _z	N	1 500	3 000	6 000	12 000
		M _z	N·m	5	15	-	-
9170B171x	HSK-E50	F _x , F _y	N	500	1 000	1 500	-
		F _z	N	2 500	5 000	10 000	20 000
		M _z	N·m	5	10	20	35
9170B181x	HSK-E63	F _x , F _y	N	500	1 000	2 000	3 000
		F _z	N	2 500	5 000	10 000	20 000
		M _z	N·m	10	20	40	70
9170B211x	DIN ISO 7388-1 - AD30 (DIN 69871-AD30)	F _x , F _y	N	500	1 000	-	-
		F _z	N	1 500	3 000	6 000	12 000
		M _z	N·m	10	20	40	80
9170B221x	DIN ISO 7388-1 - AD40 (DIN 69871-AD40)	F _x , F _y	N	500	1 000	2 000	3 000
		F _z	N	2 500	5 000	10 000	20 000
		M _z	N·m	10	20	50	100
9170B241x	JIS B 6339-2 JD 30 (MAS 403 BT 30)	F _x , F _y	N	500	1 000	-	-
		F _z	N	1 500	3 000	6 000	12 000
		M _z	N·m	10	20	40	80
9170B251x	JIS B 6339-2 JD 40 (MAS 403 BT 40)	F _x , F _y	N	500	1 000	2 000	3 000
		F _z	N	2 500	5 000	10 000	20 000
		M _z	N·m	10	20	50	100
9170B271x	ANSI / ASME B5.50-30 (CAT 30)	F _x , F _y	N	500	1 000	-	-
		F _z	N	1 500	3 000	6 000	12 000
		M _z	N·m	10	20	40	80
9170B281x	ANSI / ASME B5.50-40 (CAT 40)	F _x , F _y	N	500	1 000	2 000	3 000
		F _z	N	2 500	5 000	10 000	20 000
		M _z	N·m	10	20	50	100
9170B311x	Capto C5	F _x , F _y	N	500	1 000	1 500	-
		F _z	N	1 000	2 000	4 000	8 000
		M _z	N·m	10	20	30	60
9170B321x	Capto C6	F _x , F _y	N	500	1 000	2 000	3 000
		F _z	N	1 250	2 500	5 000	10 000
		M _z	N·m	10	20	40	80

9170B_003-608d-05.25

Bestellbeispiel: 9170B1312111111

Geprüftes Messsystem RCD Typ 9170B... bestehend aus:

- Integriertem Spindeladapter HSK-A63
- Integrierter Spannzangenaufnahme ER, Grösse 32 (DIN 6499-B32)
- Empfänger Dongle
- WL Receiver
- PTS App Netzwerklizenz (gültig für 1 Jahr)

Die einzelnen Systemkomponenten können auch separat bestellt werden:

Komponente

Komponente	Typ/Mat. Nr.
• Rotor	9170B
• Steckernetzteil* 5 V	55245931
• Länderspezifische Netzstecker-Set	55255315
• Magnetladekabel zu Steckernetzteil	55245928
• WL Receiver	5347A
• Steckernetzteil* 24 V einschl. länderspezifischem Netzstecker	5779A2
• Ethernetkabel (Cat. 6e) l = 2,0 m	55117964
• Empfänger Dongle	55250534
• USB 2.0 A Verlängerungskabel	55255530
• Lizenz für PTS App	2935A
• Peli Case Rollkoffer	55245041

Mitgeliefertes Zubehör

- Spannschlüssel zu ER-Spannzangen
- Spannmutter Hi-Q/ER32 zu ER-Spannzangen

Typ/Mat. Nr.

65007932
65007915

Zubehör (optional)

- Spannzangen DIN 6499-B32-UP

Typ/Mat. Nr.

9169Axx

Bestellschlüssel Spannzangen

Spannzangen DIN 6499-B32-UP

Typ 9169A

Werkzeugdurchmesser d

1 ... 2 mm	02
2 ... 3 mm	03
3 ... 4 mm	04
4 ... 5 mm	05
5 ... 6 mm	06
6 ... 7 mm	07
7 ... 8 mm	08
8 ... 9 mm	09
9 ... 10 mm	10
10 ... 11 mm	11
11 ... 12 mm	12
12 ... 13 mm	13
13 ... 14 mm	14
14 ... 15 mm	15
15 ... 16 mm	16
16 ... 17 mm	17
17 ... 18 mm	18
18 ... 19 mm	19
19 ... 20 mm	20



Abb. 6: Peli Case Rollkoffer

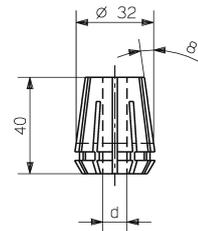


Abb. 7: Spannzange Typ 9169A...

Bestellschlüssel RCD

Rotierendes 4-Komponenten
Zerspankraft-Dynamometer RCD

Typ 9170B

Spindeladapter (integriert)

HSK-A40	11
HSK-A50	12
HSK-A63	13
HSK-E40	16
HSK-E50	17
HSK-E63	18
DIN ISO 7388-1 - AD30 (DIN 69871-AD30)	21
DIN ISO 7388-1 - AD40 (DIN 69871-AD40)	22
JIS B 6339-2 JD 30 (MAS 403 BT 30)	24
JIS B 6339-2 JD 40 (MAS 403 BT 40)	25
ANSI / ASME B5.50-30 (CAT 30)	27
ANSI / ASME B5.50-40 (CAT 40)	28
Capto C5	31
Capto C6	32

Weitere Spindeladapter auf Anfrage

Werkzeugaufnahme (integriert)

Spannzangenaufnahme ER (DIN 6499 – B32)	1
--	---

Messsystem

nur Rotor	0
Messsystem komplett mit Rotor, WL Receiver Typ 5347A4 und BT Dongle	2

Lizenzkonfigurationen

Kauf von Hardware und Lizenzen	I
Zustatzlizenz für ein existierendes Gerät	A

Abtastrate 2.5 kHz	0
Abtastrate 2,5 kHz, 5 kHz, 10 kHz	1

Kanäle F _z und M _z nicht verfügbar	0
Kanäle F _z und M _z aktiv	1

Kanäle F _x und F _y nicht aktiv	0
Kanäle F _x und F _y aktiv	1

PTS App

Ohne PTS App	00
DAQ-Lizenz (1 Jahr gültig)	11
DAQ-Lizenz (5 Jahre gültig)	15

DAQ-Lizenz Typ

Einzelplatzlizenz	1
Netzwerklizenz	2

Konfigurations Beispiele:

RCD mit integriertem HSK-A40
Spindeladapter und Werkzeughalter
ER32 inkl. 5 Jahre Lizenz für
Einzelarbeitsplatz und alle Kanäle
freigeschaltet

Typ 9170B1112111151

Zustatzlizenz für die Freischaltung
der Messkanäle F_z und M_z für ein
bestehendes Gerät

9170B---A010--

9170B_003-608d-05.25

Capto ist eine eingetragene Marke
der Sandvik Gruppe.