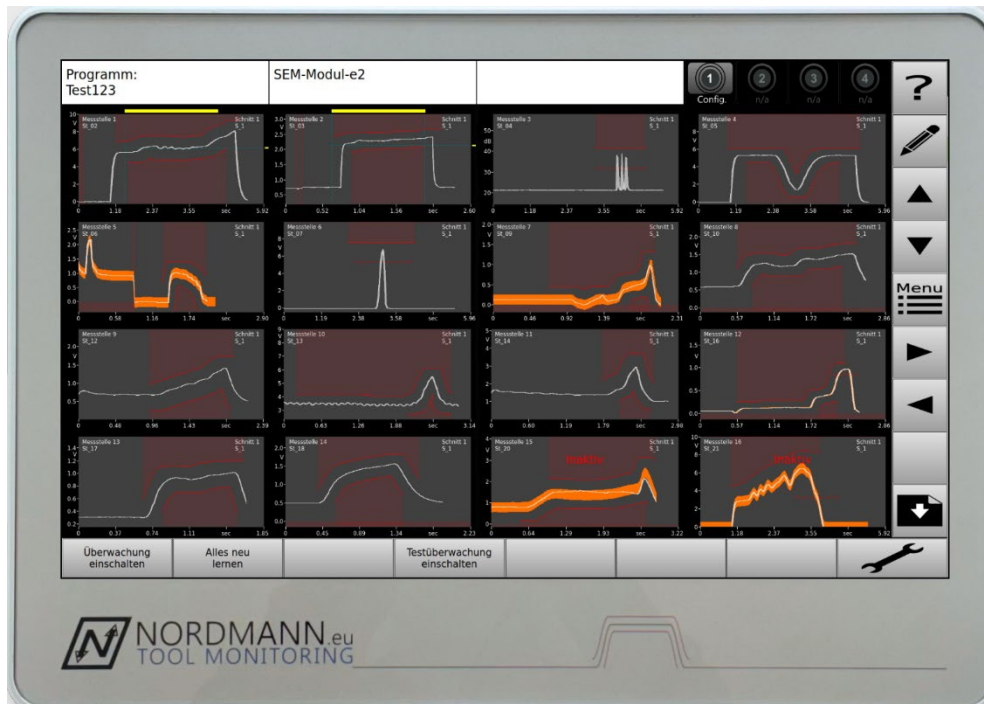


Seit 1989 Erfahrung im Bereich Werkzeugüberwachung und Prozesssteuerung für alle Arten spanender Werkzeugmaschinen

Unser Programm:

- Universelle, steuerungsunabhängige Werkzeugüberwachung für alle Werkzeugmaschinen
- Steuerungsintegrierte Werkzeugüberwachung für offene CNC-Steuerungen (Anzeige auf dem NC-Bedienfeld oder/und Auswertung interner Antriebsdaten über den Profibus)
- Sensoren zur prozessbegleitenden Bruchüberwachung auch der kleinsten Werkzeuge (ab Ø 0,05mm)
- Luftschnittverkürzung für das Schleifen mit der größten Körperschallsensorpalette
- Ergänzende Werkzeuglängenkontrolle
- Werkstückmaßkontrolle
- Verfahren zur Erhöhung der Bearbeitungsgenauigkeit spanender Werkzeugmaschinen



NORDMANN-Standorte Deutschland und Schweiz

Nordmann GmbH & Co. KG

50354 Hürth (Köln), Deutschland



- Hauptverwaltung
- Produktion der Sensoren
- Produktion von Sonderanfertigungen
- Vertriebs- und Servicezentrale
- Koordinierung und Belieferung weiterer Standorte in China, USA, Korea und Indien

Nordmann International GmbH

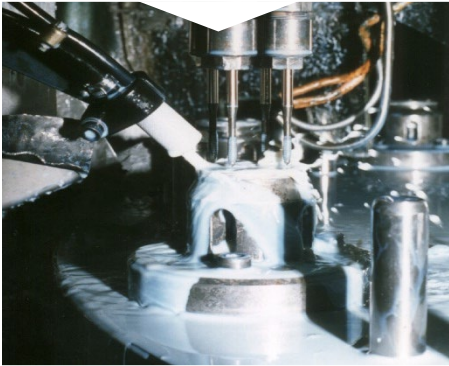
8808 Pfäffikon, Schweiz



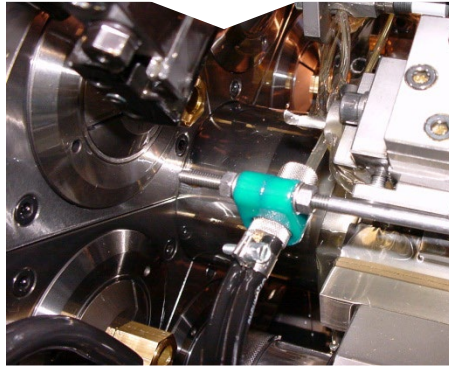
- Produktion der Tool Monitore
- Produktion der Wirkleistungsmessgeräte
- Produktion der Schallemissionsprozessoren
- Vertrieb und Service für südeuropäische Länder

Wo Werkzeugüberwachung stattfindet (Beispiele)

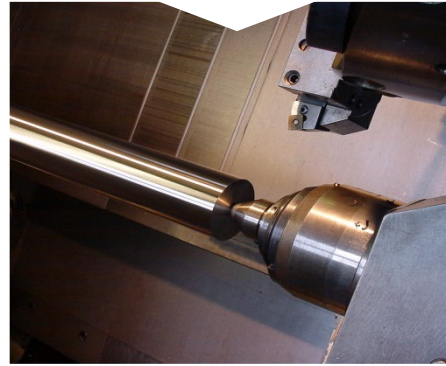
Mehrspindelbohrköpfe



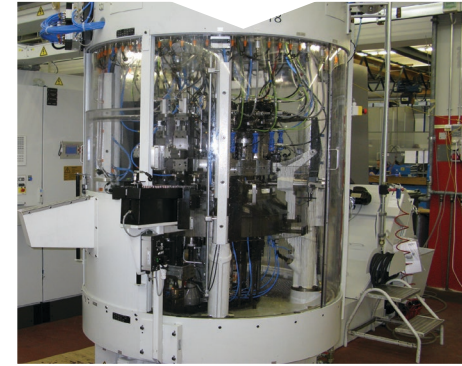
Mehrspindeldrehautomaten



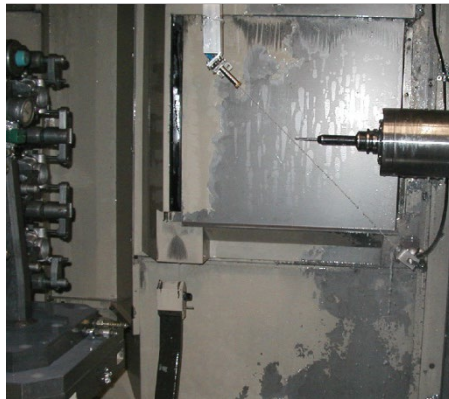
CNC-Drehmaschinen



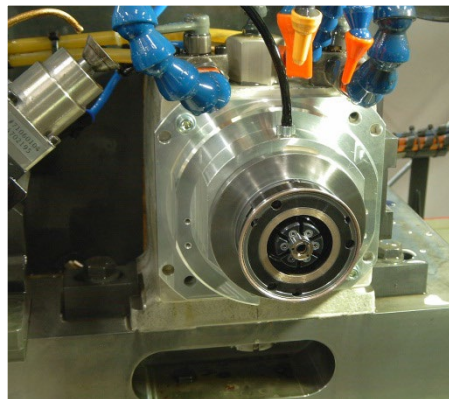
Rundtaktautomaten



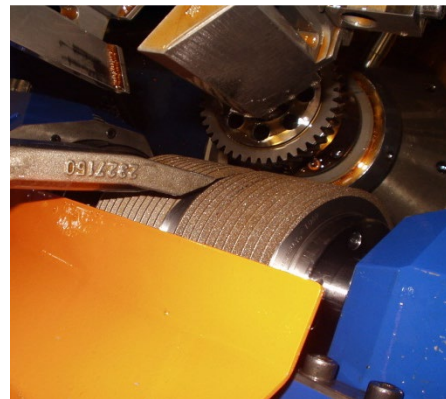
Bearbeitungszentren



Abrichten v. Schleifscheiben



Wälzschleifmaschinen



Transferstraßen



Hauptaufgaben der prozessbegleitenden Werkzeugüberwachung beim Drehen, Bohren, Fräsen und Schleifen

Werkzeug- und Maschinenschutz

- Werkzeugverschleißerkennung zur Verhinderung von Werkzeugbrüchen
- Werkzeugbrucherkennung im Augenblick des Bruchs

Mehr Werkstücke pro Stunde

- Hauptzeitverkürzung durch die Möglichkeit einer gefahrlosen Schnittwerterhöhung
- Luftschnittverkürzung über eine reaktionsschnelle Anschnitterkennung (Hauptanwendung beim Schleifen)

Qualitätssicherung und Ausschussvermeidung

- Erkennung schief, zu kurz, zu lang oder verdreht gespannter Werkstücke
- Erkennung nicht ausreichenden Rohteilmaßes
- Werkzeugverschleißerkennung zur Sicherung der Werkstückqualität bzgl. Maßen und Rauigkeit

Prozessbegleitende und Postprozess-Werkzeugüberwachung

Prozessbegleitende Werkzeugüberwachung

Indirekte Kontrolle des Werkzeugzustands während der Zerspaltung über die Wirkleistung von Spindel- oder Vorschubantrieben, die Zerspankraft oder den erzeugten Körperschall

Pro:

- Die Messung verlängert nicht die Produktionszeit.
- Die Maschine wird im Augenblick des Werkzeugbruchs gestoppt.
- Entlastung des Maschinenbedieners
- Erkennen von Prozessfehlern durch das Betrachten der Messkurven
- Keine zusätzlichen Einbauten (z.B. mechanische Taster) in Werkzeughöhe erforderlich.
- Verschleißfreie Sensoren.

Contra:

- Bietet nicht bei allen Werkzeugen und Brucharten eine 100% Erkennungssicherheit.
- Teilweise wird der Bruch erst beim Anschnitt des nächsten Werkstückes bemerkt, z.B. im Fall der Gewindebohrerbruchkontrolle mit Wirkleistung und einem Bruch im Augenblick der Drehrichtungsumkehr.

Postprozess Werkzeugüberwachung

Direkte Geometriekontrolle der Werkzeugschneide vor oder nach der Zerspaltung mit Tastern, Lichtschranken oder ähnlichen Einrichtungen

Pro:

- Zum Teil höhere Brucherkennungssicherheit.
- In der Regel einfache Handhabung.

Contra:

- Die Messung kann die Produktionszeit verlängern.
- Die Maschine wird erst nach dem Werkzeugbruch gestoppt, d.h. ggfs. Beschädigung des Werkstückes oder der Maschine oder des Werkzeughalters infolge beim Bruch auftretender Kräfte.
- Nicht alle Prüfmethode sind verschleißfrei.

Faustregel: Werkzeuge primär prozessbegleitend kontrollieren. Kleine Werkzeuge dürfen auch postprozess kontrolliert werden bzw. müssen teilweise postprozess kontrolliert werden.

Referenzen (Beispiele)

Die folgende Liste ist eine kleine Auswahl von Firmen, die auf Werkzeugüberwachungssysteme von Nordmann vertrauen. Insgesamt haben wir 16350 Systeme (Juli 2022) weltweit verkauft. Unser Exportanteil beträgt 40%.

Werkzeugmaschinenhersteller

Buderus	Krause-Mauser
Carl Benzinger	Kummer
Chiron	Magdeburg
Citizen	Meccanicanova
Gildemeister	Mikron
EMCO	Overbeck
Ernst Grob	Pfiffner
Eubama	Precitrame
EWAG	Riello
Hage	Sala
Höfler	Schaudt Mikrosa
Hüller-Hille	Schütte
Imoberdorf	Siemens
Index	Spinner
I.T.S.	Studer
Ixion	T-Mech
Kapp	Technica
Ketterer	UVA
Klingelnberg	Variomatic
Krause- Mauser	Vimacchine
	Witzig & Frank

Werkzeugmaschinenanwender

Atlas Copco	Erkert	ITT	Schaeffler (INA)*
Audi	EVVA	Keso	Scheufele
Austrian Airlines	FAG	Lego	Schneeberger
Berger	Fertigungst. Nord	Lucas	SFS
BMW	Fischer Werke	LuK	Siemens
BorgWarner	Ford	Mahle	SKF
Bosch	Galsterer	MAN B+W Diesel	Spicer
Braun	General Motors	Mesa	Stihl
Brueninghaus	Getrag	Motomak	Straumann
Burgmaier	Geze	NGK	Textron
Christian Weber	GKN	Oberndörfer	Thyssen Guss
Chopard	Häring	Océ	TRW
Continental	Harley-Davidson	Oerlikon Enka Tecnica	Viega
Daimler *	Heimeier	Opel	Visteon
Danfoss	Hero Honda	Philips	Voss
Delphi	Hewlett Packard	Quinn Scheuerle	VW *
Deutsche Star	Harting	Rexroth Star	Winkhaus
Deutz AG	Hilti	Röhm	ZF
Dom	IFA Rotorion *		

* Hier steht Nordmann im Pflichtenheft für die Ausstattung neuer Werkzeugmaschinen

Automobilhersteller vertrauen auf Nordmann

Folgende Automobilhersteller haben Nordmann in ihr Lastenheft „Prozessüberwachung“ aufgenommen:



Nordmann wurde ausgewählt auf der Grundlage vergleichender Bewertungen bzgl. Messwertqualität, Überwachungsstrategie, Bedienbarkeit, Bedienerakzeptanz, Servicebereitschaft und Preis.

Andere Automobilhersteller wie Audi, BMW, Ford und GM (Opel) verwenden ebenfalls Nordmann, allerdings ohne expliziten Eintrag in ein Lastenheft.

Komponenten eines Werkzeugüberwachungssystems

Messwertaufnehmer



Überwachungsgerät

Profibus / Profinet
Digitale
Messwerte

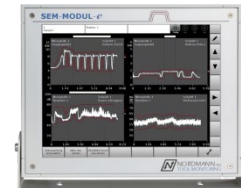
Tool Monitor
SEM-Modul-e2

Analoge Messwerte

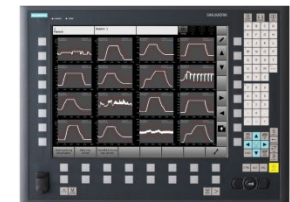
Ethernet

Visualisierung, Bedienung

Display mit Touchscreen



NC-Bedienfeld



PC

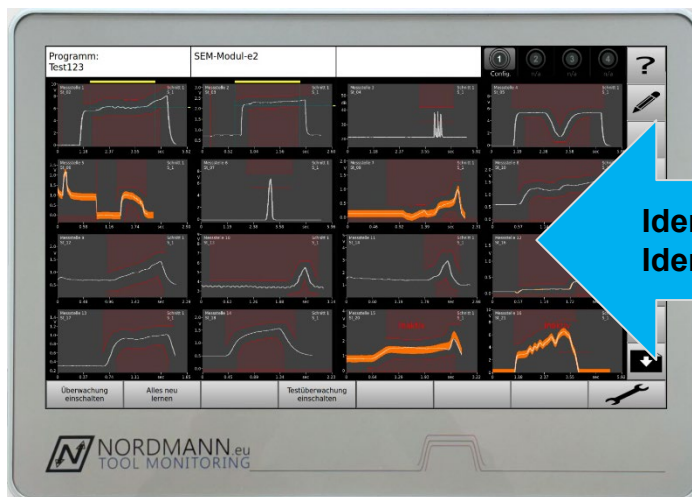


Konzept Tool Monitor SEM-Modul-e2

Einer für Alle

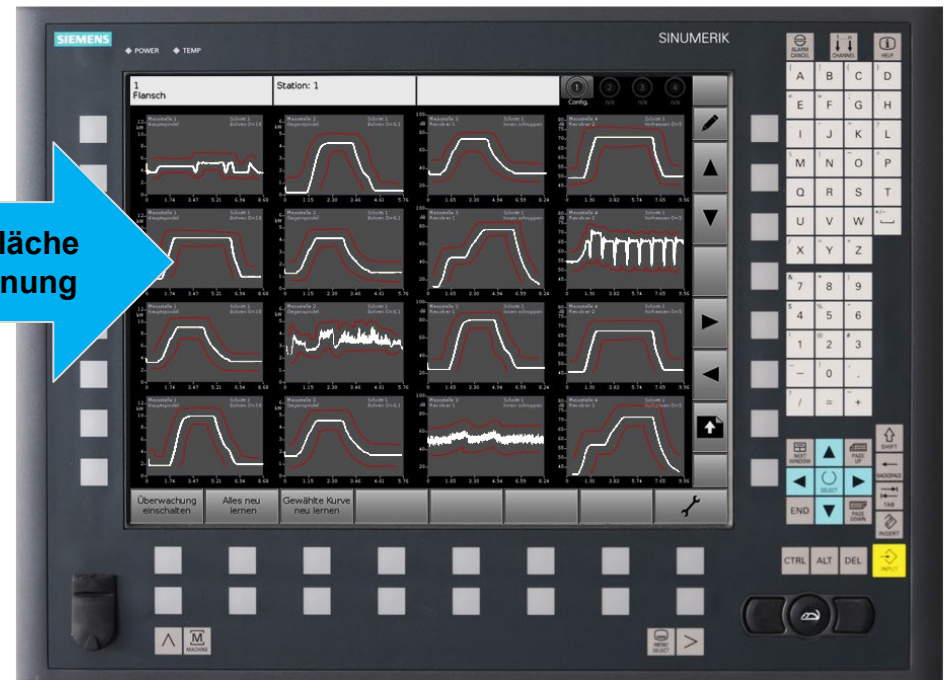
Nur ein System mit nur einer Bedienerführung für alle Maschinentypen

- für alle Maschinentypen (z. B. CNC-Drehm., BAZ, Rundtakter, Mehrspindler, Schleifmaschine)
- für alle Sensoren (z. B. Kraft, Leistung, Schall, Laser)
- für alle Überwachungsstrategien (Hüllkurven, statische und dynamische Auswertung etc.)



Nordmann-Display

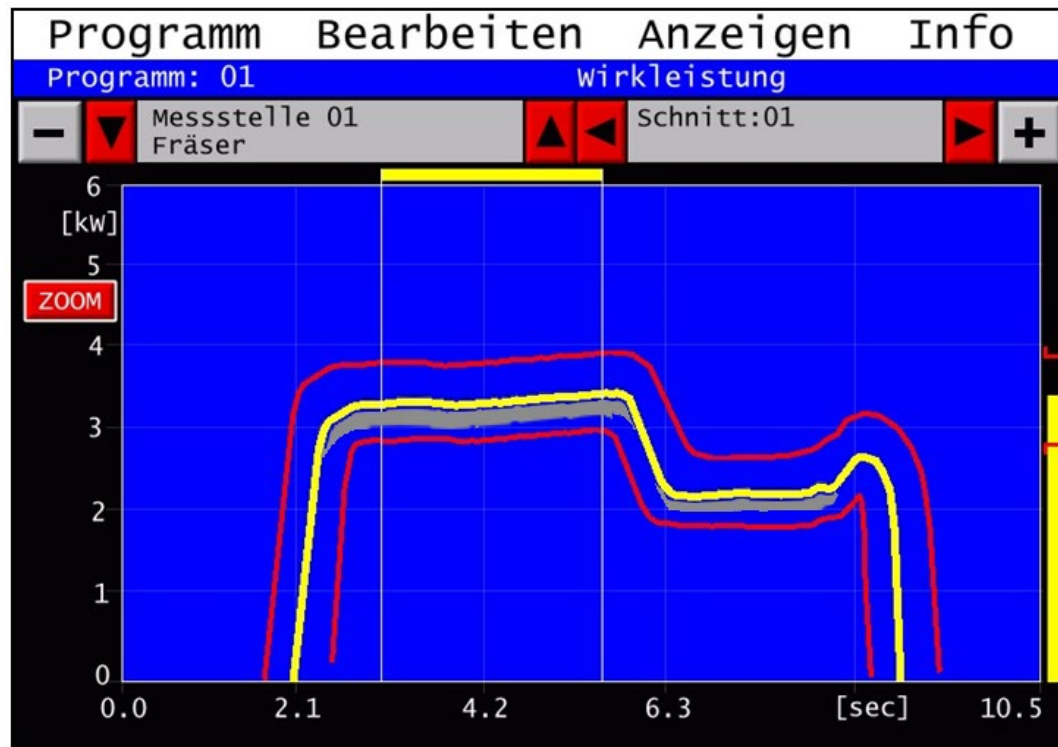
Identische Oberfläche
Identische Bedienung



CNC-Bedienfeld (hier: Sinumerik)

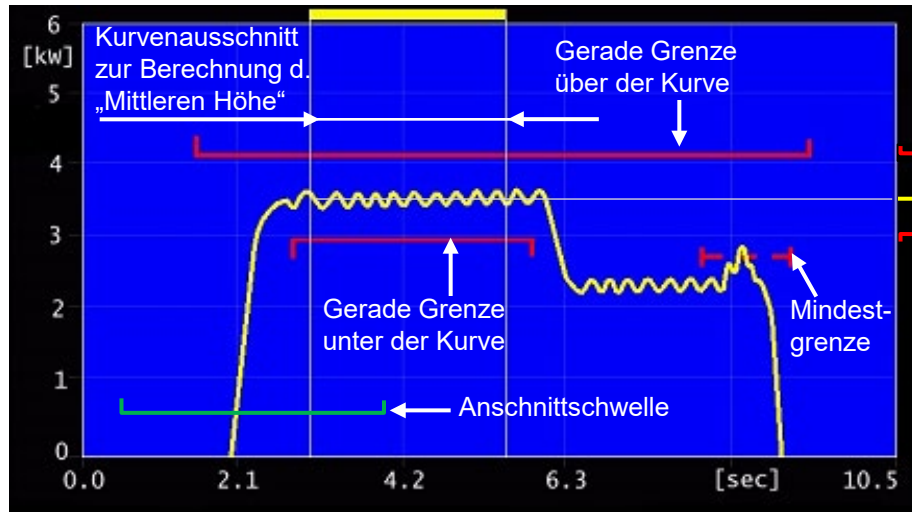
Schattenkurve

Darstellung der letzten Bearbeitung (Kurve in grau)



Überwachungsstrategien bzw. Grenzwerte zur Überwachung der Messkurven

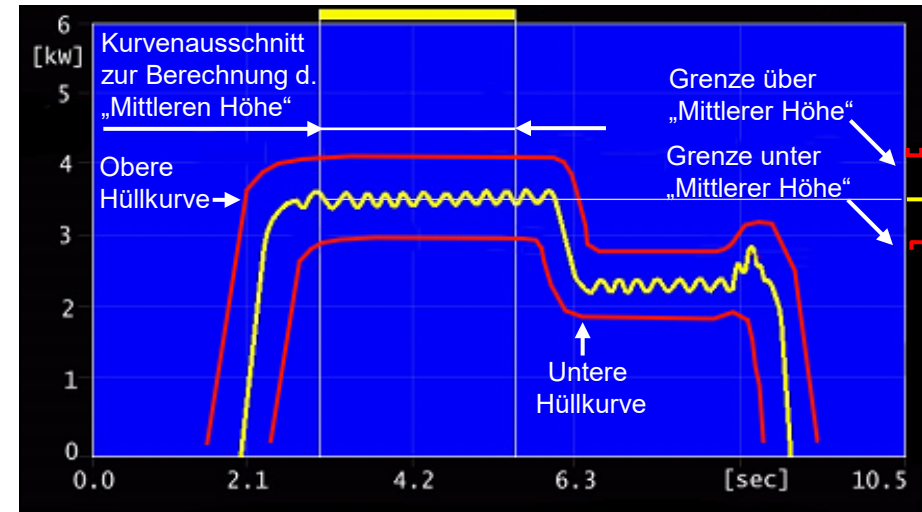
Gerade Grenzen



Anwendung der geraden Grenzen:

- Einfache Werkzeugbruchüberwachung
- Mindestgrenze zur Vorhandenseinskontrolle des Werkzeugs
- Anschnittschwelle zur schnellen Luftschnittüberbrückung, insbesondere beim Schleifen

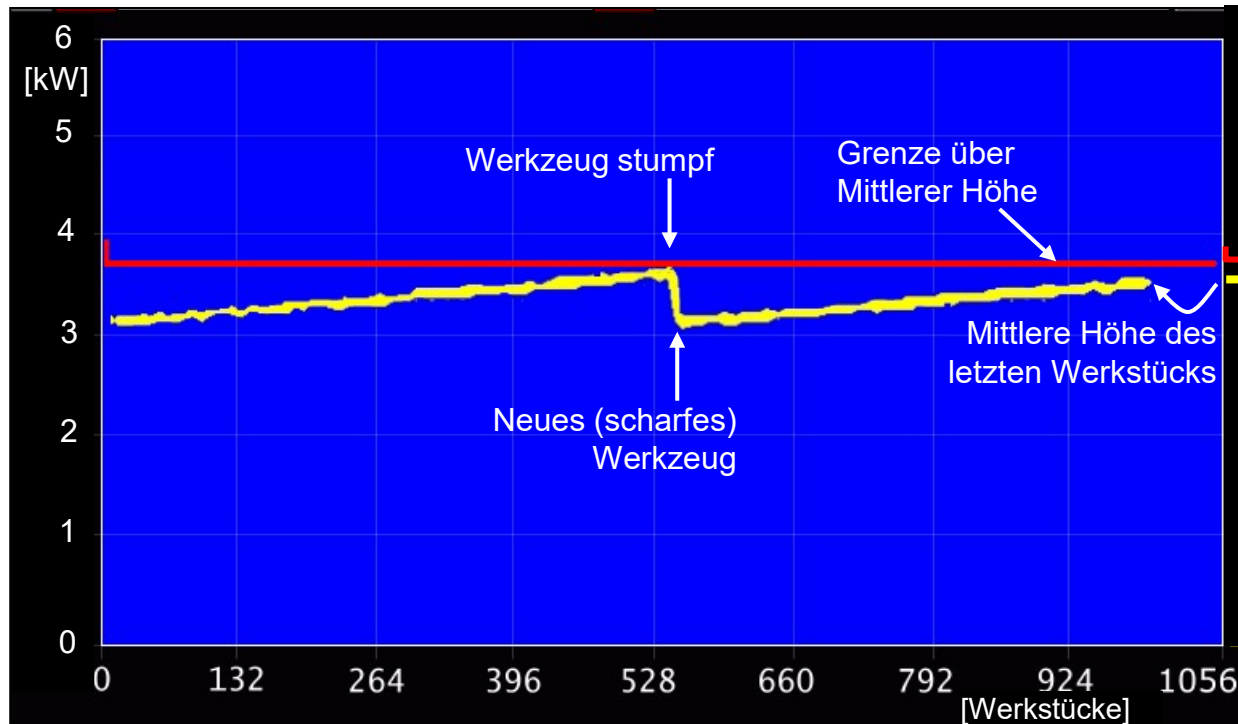
Hüllkurven



Anwendung der Hüllkurven:

- Exaktere Werkzeugbrucherkennung als mit geraden Grenzen
- Speziell zur Überwachung von Mehrspindelbohrköpfen mit Wirkleistungsmessung in Verbindung mit der gleitenden Anpassung der Hüllkurve (Autolearn-Funktion)

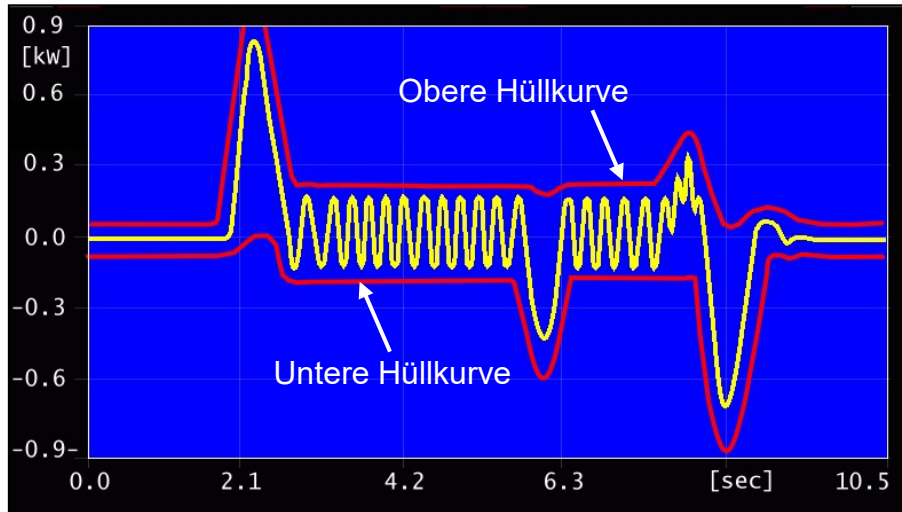
Trenddarstellung der Mittleren Höhe (Verschleißentwicklung)



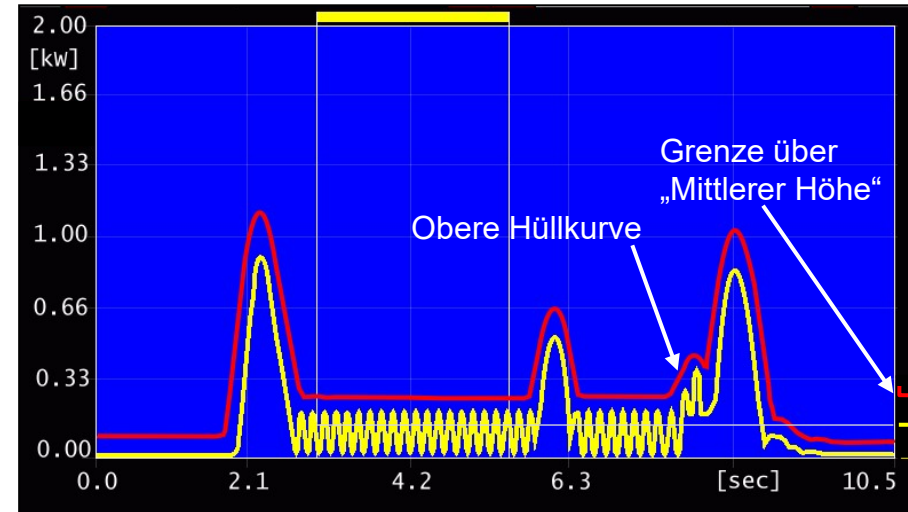
- Darstellung des Verschleißfortschritts über die Anzahl produzierter Werkstücke
- Optional Zuschaltung einer Mittelung über mehrere Werkstücke

Überwachung auf sprungartige Veränderungen und Welligkeiten

Dynamischer Anteil



Gleichgerichteter dynamischer Anteil



Anwendung des dynamischen Anteils

- Brucherkennung beim Drehen unter Aufmaß- und Härteschwankungen

Anwendung des gleichgerichteten dyn. Anteils

- Erkennung des unrunder Laufs eines Fräasers infolge Ausbruch einzelner Zähne.
- Ratter- und Welligkeitserkennung beim Schleifen.
- Brucherkennung beim Drehen unter Aufmaß- und Härteschwankungen.

Gleitende Hüllkurvenanpassung (statt fixe Hüllkurven)

Anwendungsbeispiel Mehrspindelbohrkopf

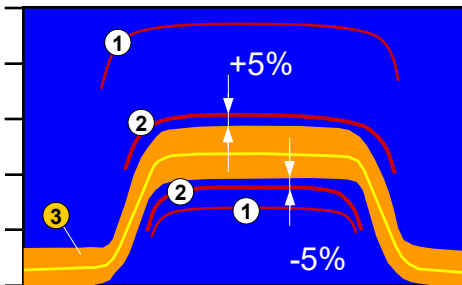
Ermöglichung der Bruchüberwachung mehrerer, von einem gemeinsamen Motor angetriebener Bohrer, mit der Wirkleistungsmessung.

Gleitende Anpassung der Hüllkurvengrenzen von Werkstück zu Werkstück an die Veränderung der Messkurvenhöhe infolge Werkzeugverschleiß. Damit kann ein sehr geringer Abstand der Hüllkurven zur Messkurve gewählt werden.

Die Hüllkurve orientiert sich hierbei mit einem prozentualen Abstand (z.B. $\pm 5\%$) an einer "Gemittelten Messkurve" (im Bild orange), die durch Mitteln über jeweils die letzten Werkstücke gebildet wird.

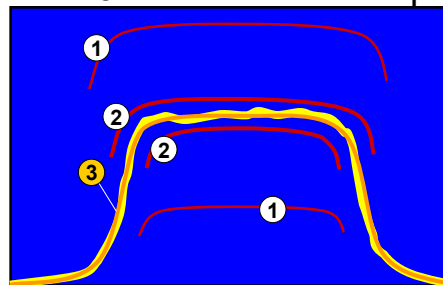
1. Werkstück

Alle 6 Bohrer scharf



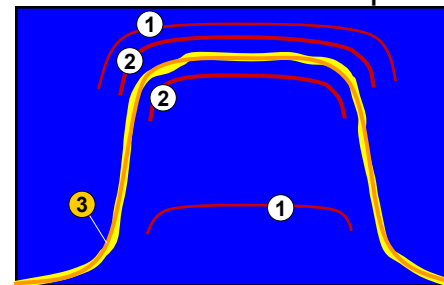
250. Werkstück

Alle 6 Bohrer halb stumpf



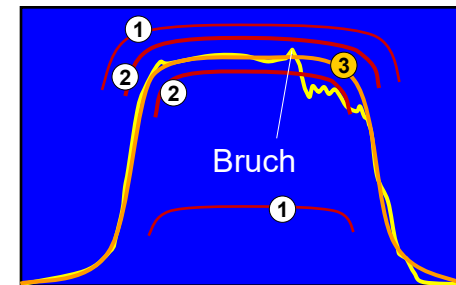
500. Werkstück

Alle 6 Bohrer stumpf



502. Werkstück

Alle 6 Bohrer stumpf,
1 Bohrer bricht



① Fixe Hüllkurven

② Gleitende Hüllkurven passen sich kontinuierlich von Werkstück zu Werkstück an.

③ Gemittelte Messkurve (orange, mit vorübergehender Verbreiterung nach Einwechseln neuer Werkzeuge)

Anwendungsbereiche der „Gleitenden Hüllkurve“ im Rahmen der Werkzeugbruchererkennung

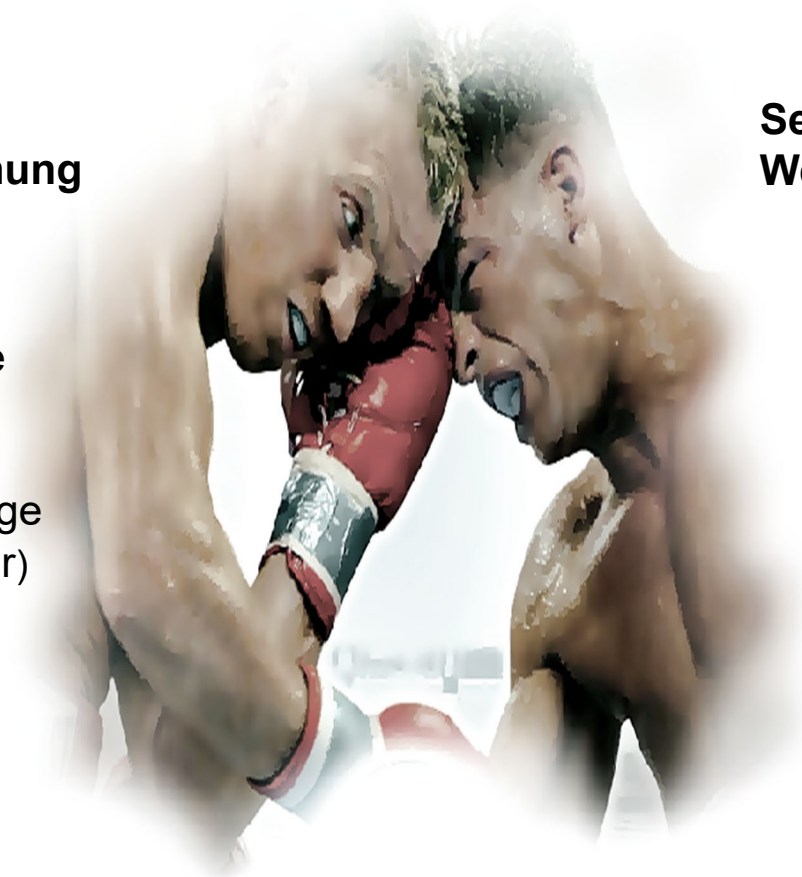
- Bohrerbruchererkennung in **Mehrspindelbohrköpfen** mit Wirkleistungsmessung
- Ermöglichung der **Erkennung kleiner Werkzeugausbrüche**, indem der Einfluss des Werkzeugverschleißes auf die Messkurvenhöhe berücksichtigt wird über die Bildung der „Gemittelten Kurve“ als Referenz für die Hüllkurven.
- **Vermeidung von Fehllarmen nach längerem Stillstand** (= Abkühlung der Maschine) dank zeitabhängiger Aufweitung der Hüllkurve, die sich danach wieder „gleitend“ abbaut.
- Bruchüberwachung beim **Drehen unter großen Aufmaßschwankungen** (Neuberechnung der Hüllkurve bei jeder Werkstückumdrehung anhand der Messkurve der jeweils letzten Werkstückumdrehung, anwendbar für Großdrehteile (Wälzlager, Eisenbahnräder, Walzen))

Bedienerfreundlichkeit der Werkzeugüberwachung

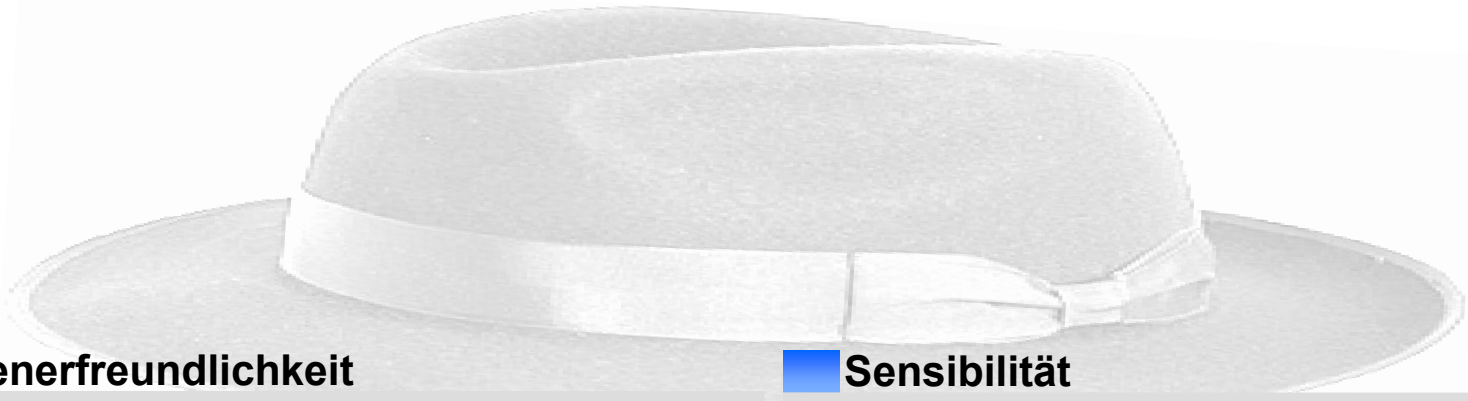
- Wenige Bedienschritte
- Wenige Bedienelemente (Menüs, Softkeys)
- Keine Messkurvenanzeige („Blackbox“ ohne Monitor)

Sensibilität der Werkzeugüberwachung

- Stabile Messwerte auch bei kleinen Werkzeugen
- Erkennung kleinster Werkzeugausbrüche
- Sichere Verschleißerkennung



Bedienerfreundlichkeit und Sensibilität „unter einen Hut“ bringen!



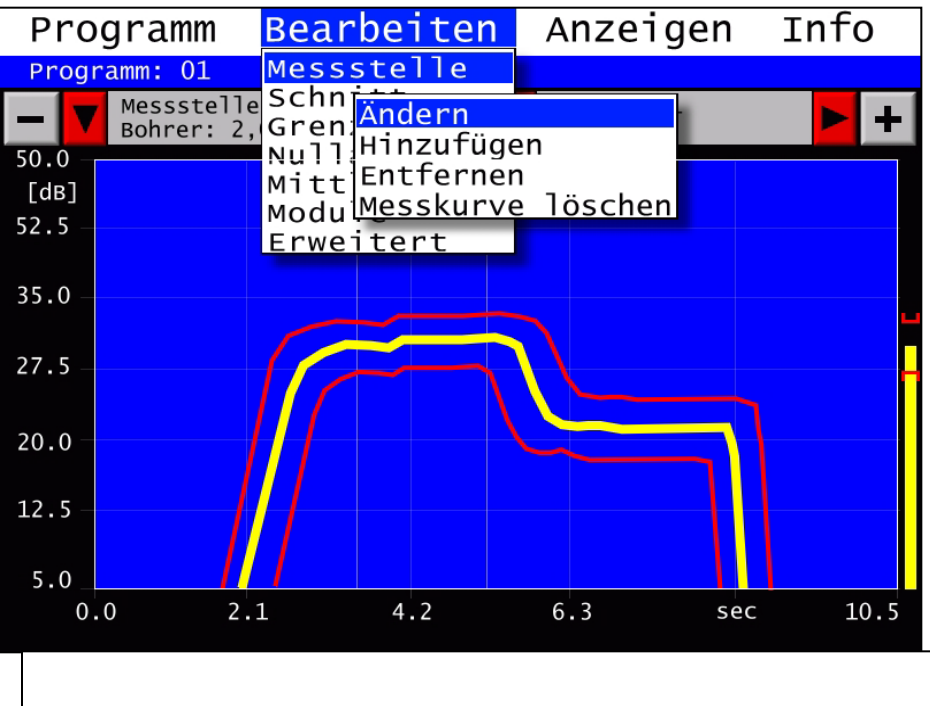
Bedienerfreundlichkeit

- Bedienerbezogene Schnellzugriffstasten (Softkeys) für häufig benutzte Funktionen
- Bediener- und kontextbezogenes Ausblenden unbenötigter Einstellmöglichkeiten
- Visualisierung von Messkurven und Grenzen:
 - Zeigt Prozessfehler schon durch bloßes Hinschauen
 - Grafische Einstellmöglichkeit der Grenzen per Maus oder am Touchscreen
- Automatische Grenzwertkorrektur, alternativ zur manuellen

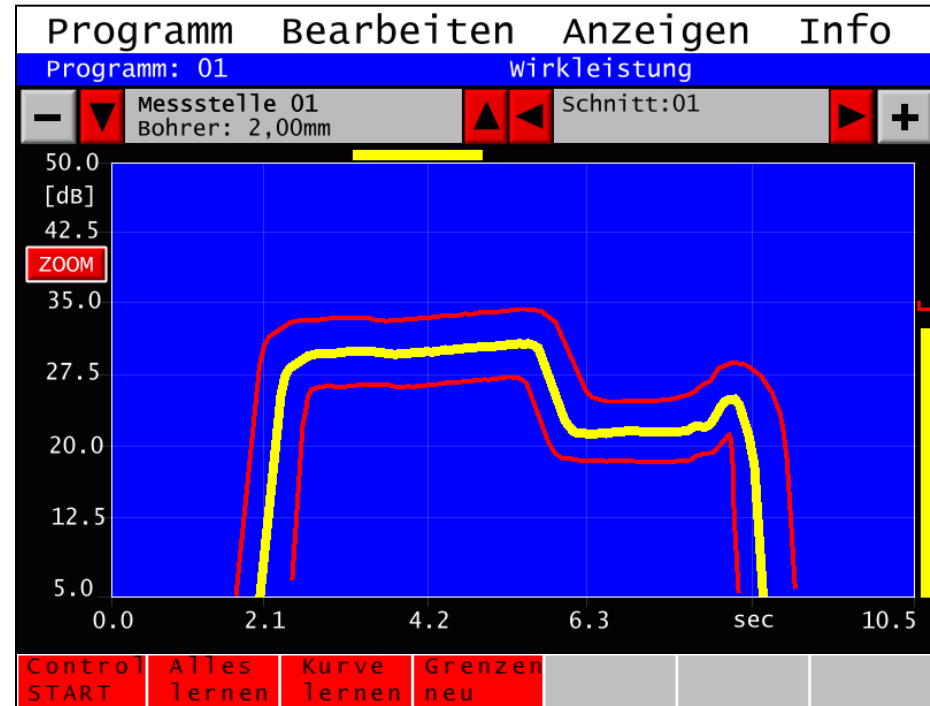
Sensibilität

- Auswahl der jeweils optimalen Sensorik für die zu überwachenden Werkzeuge aus einem großen Programm
- Auswahl des jeweils geeigneten Frequenzbereichs (Körperschallmessung)
- Hüllkurven als Grenzwerte ohne oder mit automatischer Anpassung an schleichende Messwertveränderungen (“Gleitende Hüllkurve”)
- Auswertung dynamischer Signalanteile mit jeweils eigenen Messkurven und Grenzwerten

Einfache Bedienung mit Softkeys beim Tool Monitor SEM-Modul



Klar strukturierte, bedienerbezogene **Pulldownmenüs**. Innerhalb der Menüs werden alle Einstellungen mit ausführlichem Klartext erläutert



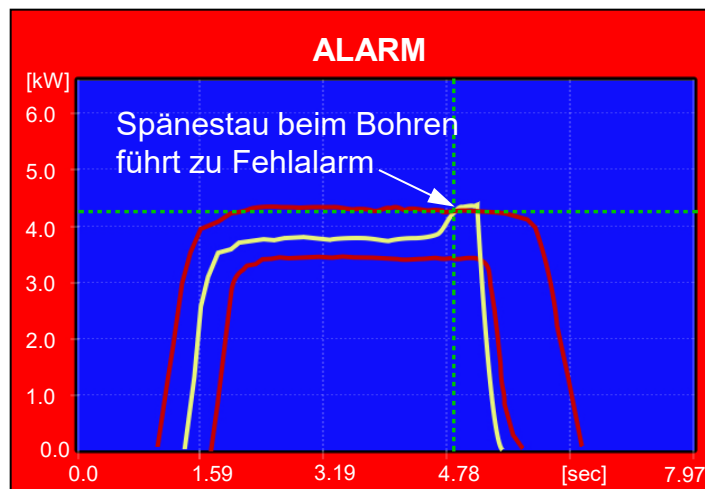
Bediener- und kontextbezogene **Schnellzugriffstasten** (Softkeys) für häufig benutzte Funktionen

Grafische Einstellung der Grenzwert-Hüllkurven am Touchscreen (SEM-Modul-e(e2))



Automatische partielle Grenzwertkorrektur nach falschen Alarmen (SEM-Modul)

1.) Messkurvenanzeige beim Alarm

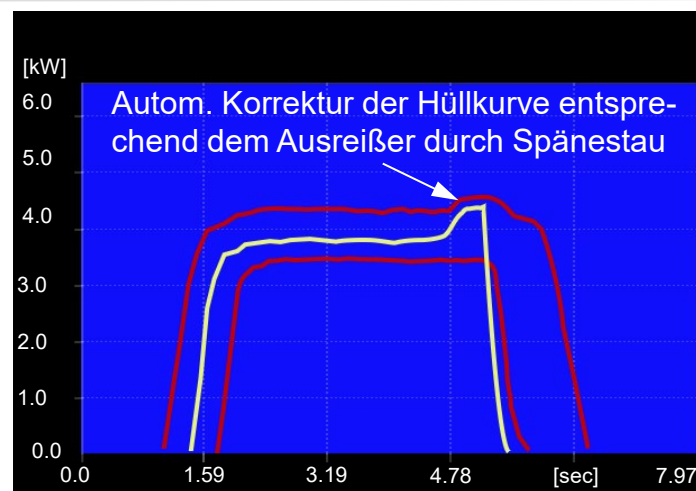


2.) Möglichkeiten der Alarmquittierung

1.) Grenzen anpassen?
Bitte wählen Sie aus:

Die Grenzen sollen unverändert bleiben
Die verletzte Grenze soll sich automatisch an diesen Alarm anpassen
Alle Grenzen sollen sich an die Messkurve anpassen
Dieses Programm neu lernen

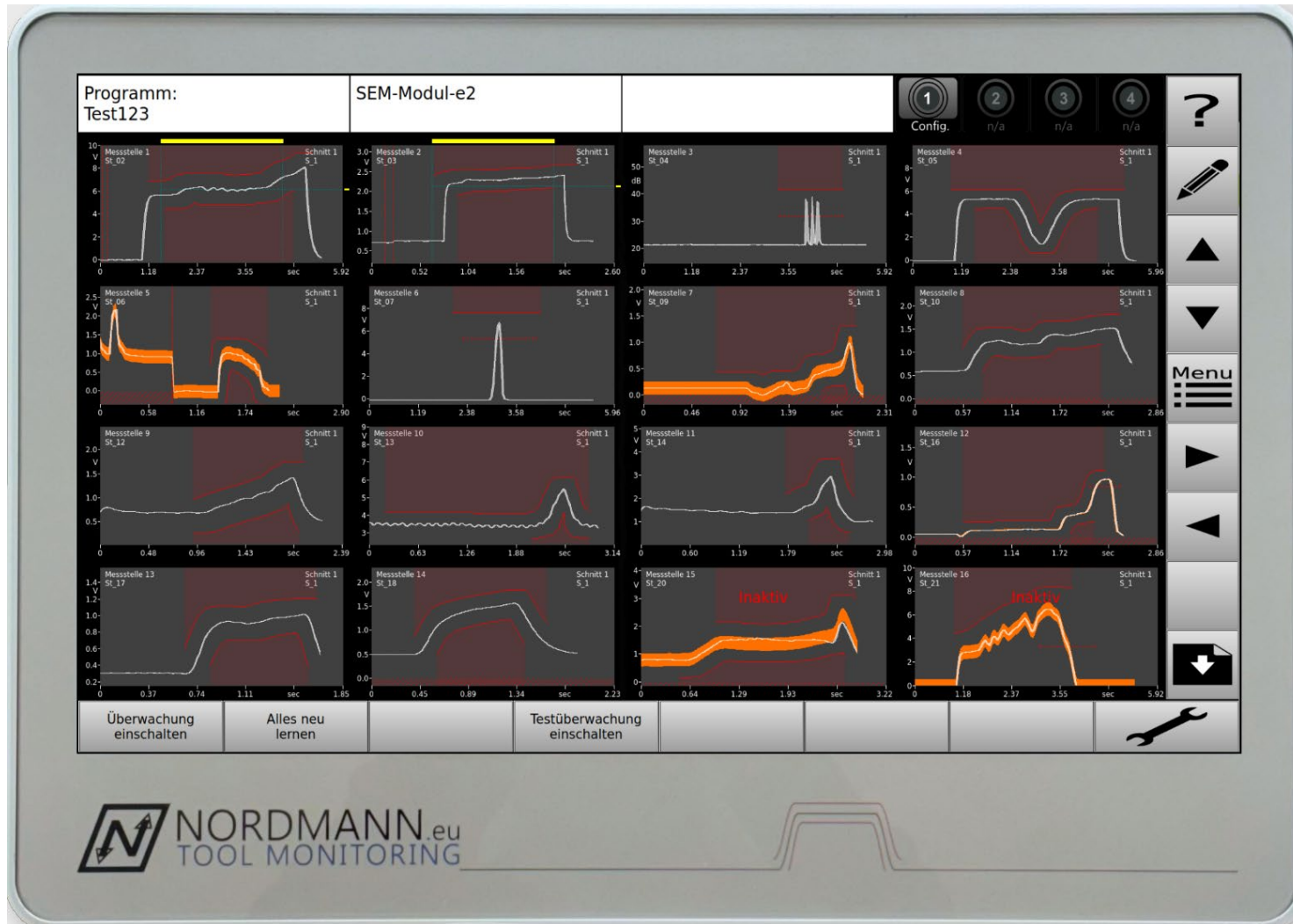
3.) Ergebnis nach Alarmquittierung



Vorteile der autom. Grenzwertkorrektur

Die Hüllkurve wird nur bzgl. der Störung durch den Spänestau angepasst.
Eine bis dahin vorgenommene Optimierung der Grenzwerthöhe wird dabei nicht gelöscht.

Modernes Design mit „Apps“

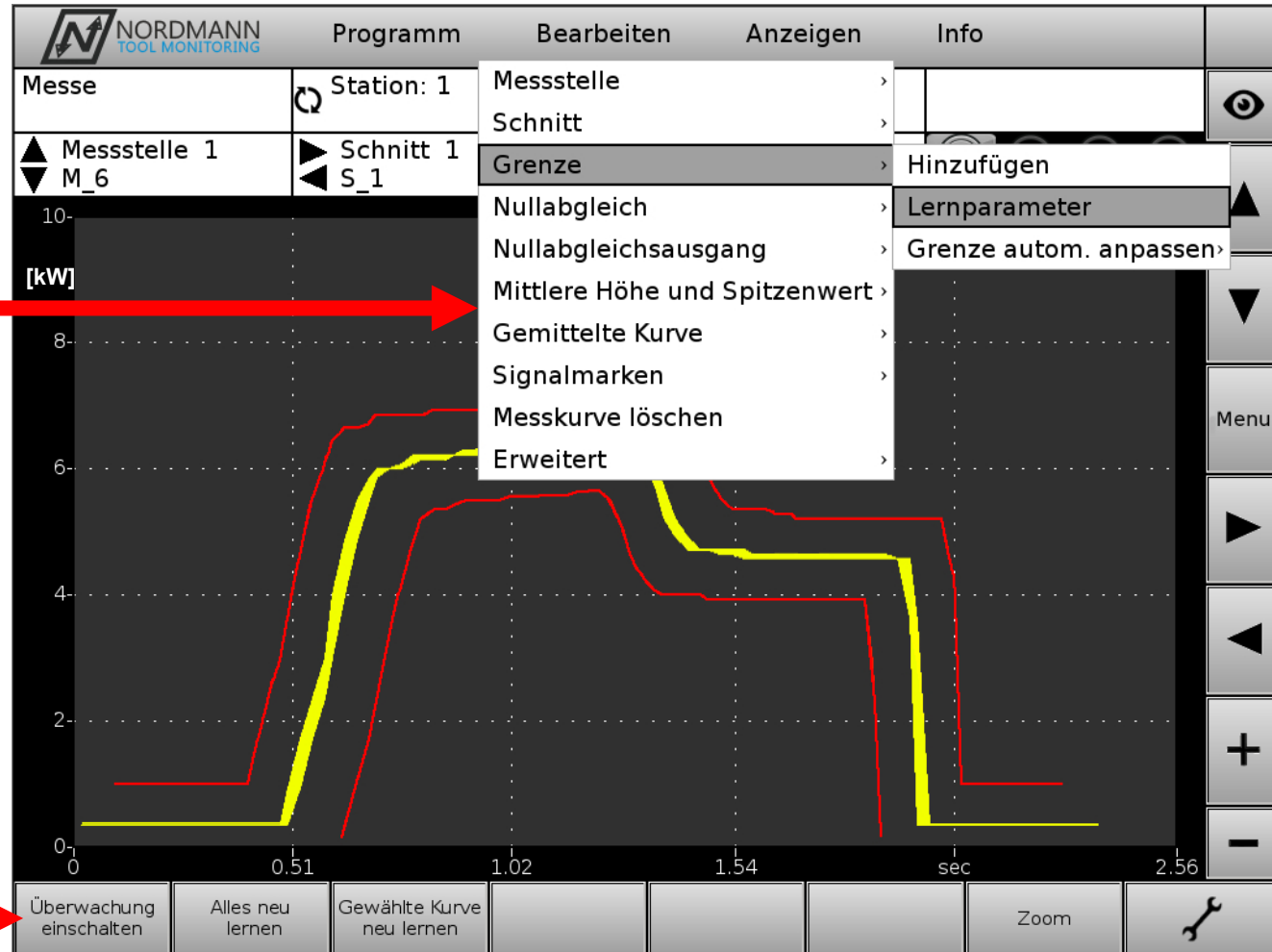


Bedienung über Pulldownmenüs und Softkeys

**Klar strukturierte,
bedienerbezogene
Pulldownmenüs**

**Innerhalb der Menüs werden
alle Einstellungen erläutert.**

**Bedienerbezogene
Softkeys für häufig
benutzte Funktionen**

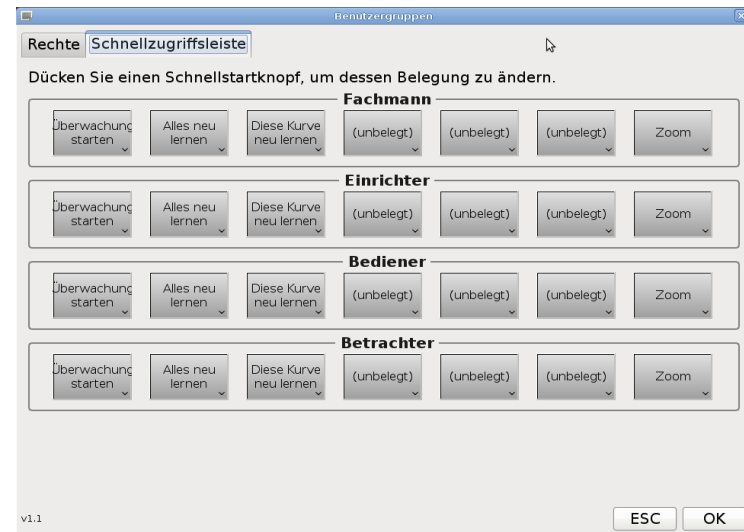
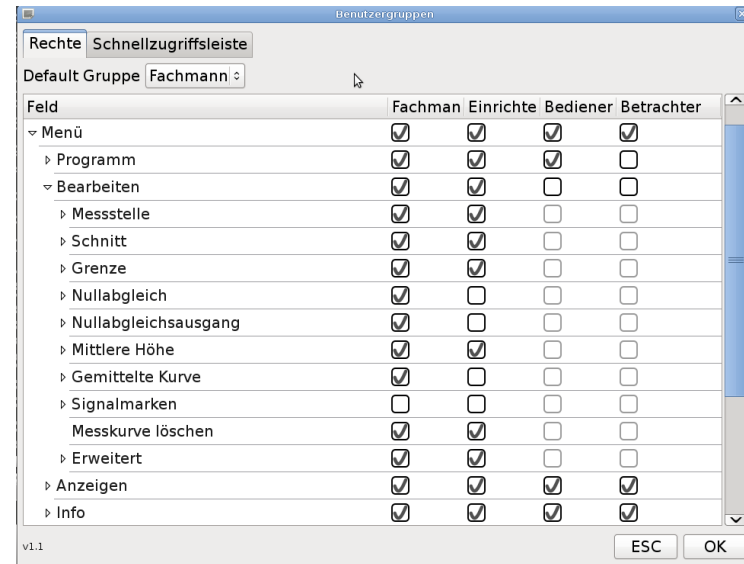


Benutzerverwaltung (Group Management)

Bedienerbezogene Nutzungsrechte

- 4 Bedienergruppen mit sinnvoller Standardkonfiguration
- Möglichkeit der Änderung dieser Konfiguration kundenseitig je nach Bedarf

Erstellung benutzerbezogener Softkeys für schnellen Zugriff auf Menüs

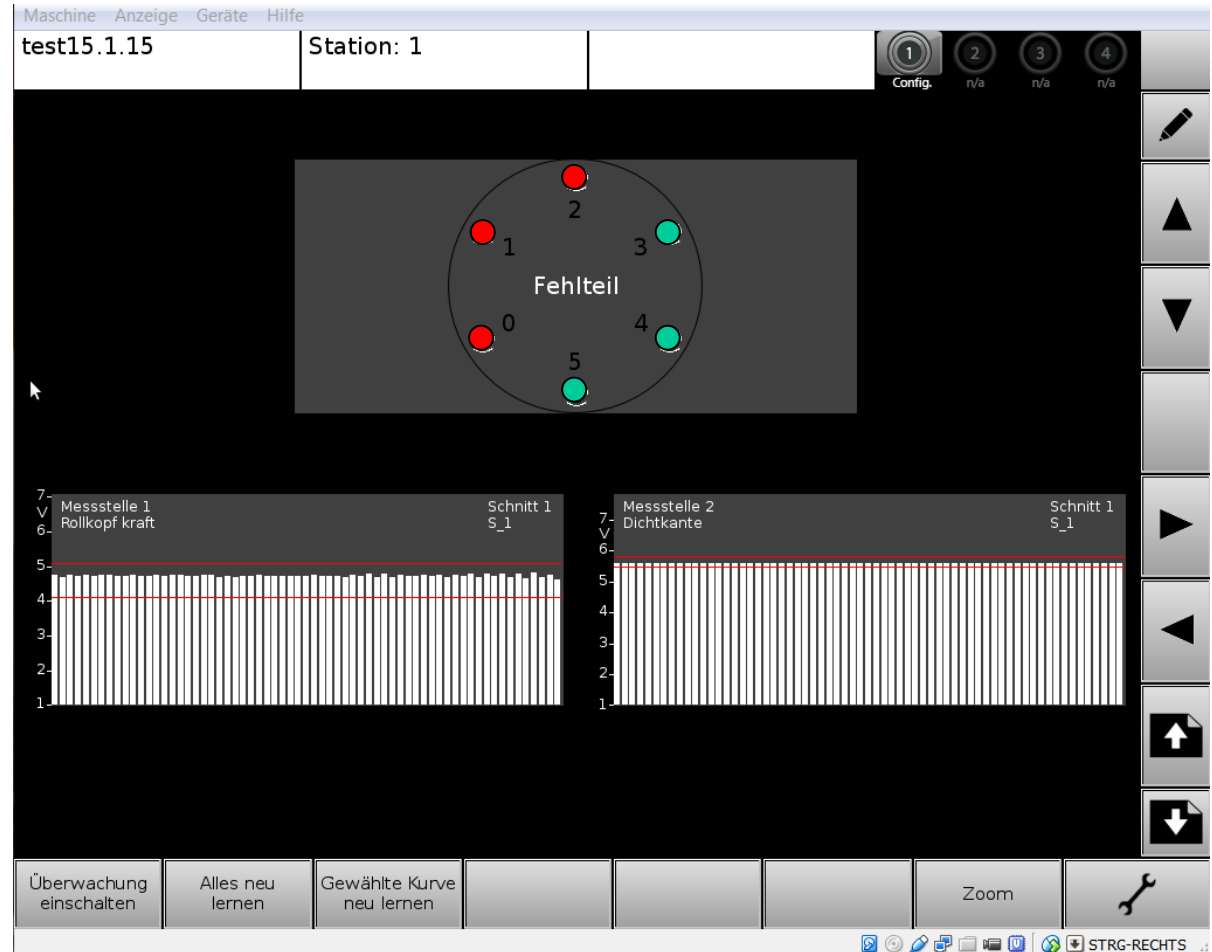


Darstellung Beladungszustand und Trendverlauf von Messwerten

Darstellungsbeispiel

Oben: Darstellung des Beladungszustandes eines Rundtaktautomaten
Grün: Werkstück
Rot: Fehlteil (Station leer)
Bei fehlenden Werkstücken wird die Überwachung an der betreffenden Station ausgesetzt, sonst Fehlalarme wegen der unteren Grenzen

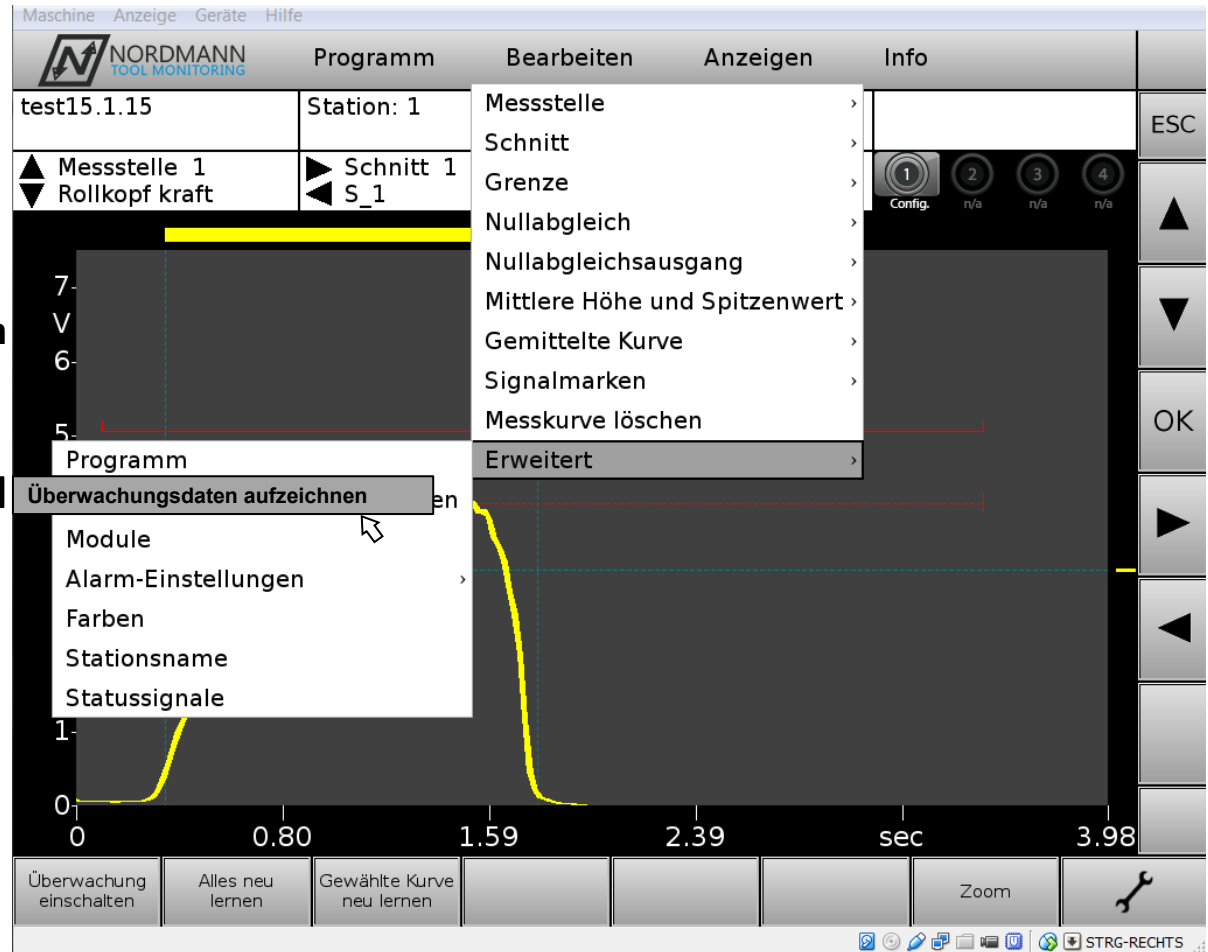
Unten: Trend der Mittleren Höhe oder/und des Spitzenwertes.
Zur Beurteilung, ob ein Werkzeug stumpf wird, oder ob der Prozess stabil läuft.



Sicherung von Messdaten

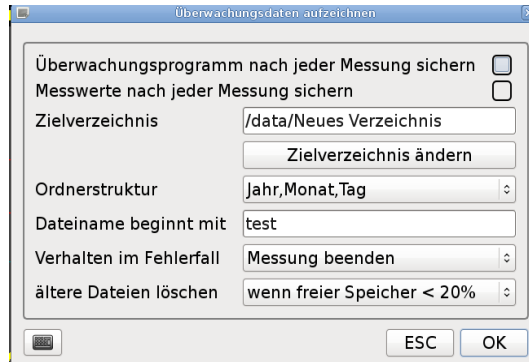
Prozessoptimierung:

- Sicherung und Auswertung der aufgenommenen Messdaten
- Mögliche Unregelmäßigkeiten erkennen
- Fertigungsprozess ggf. anpassen oder verbessern



Sicherung von Messdaten während der Überwachung

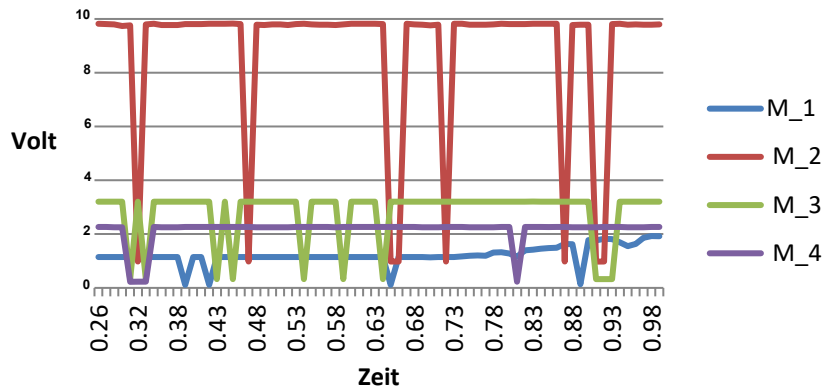
Einstellungen SEM-Modul-e2



Speichermedium



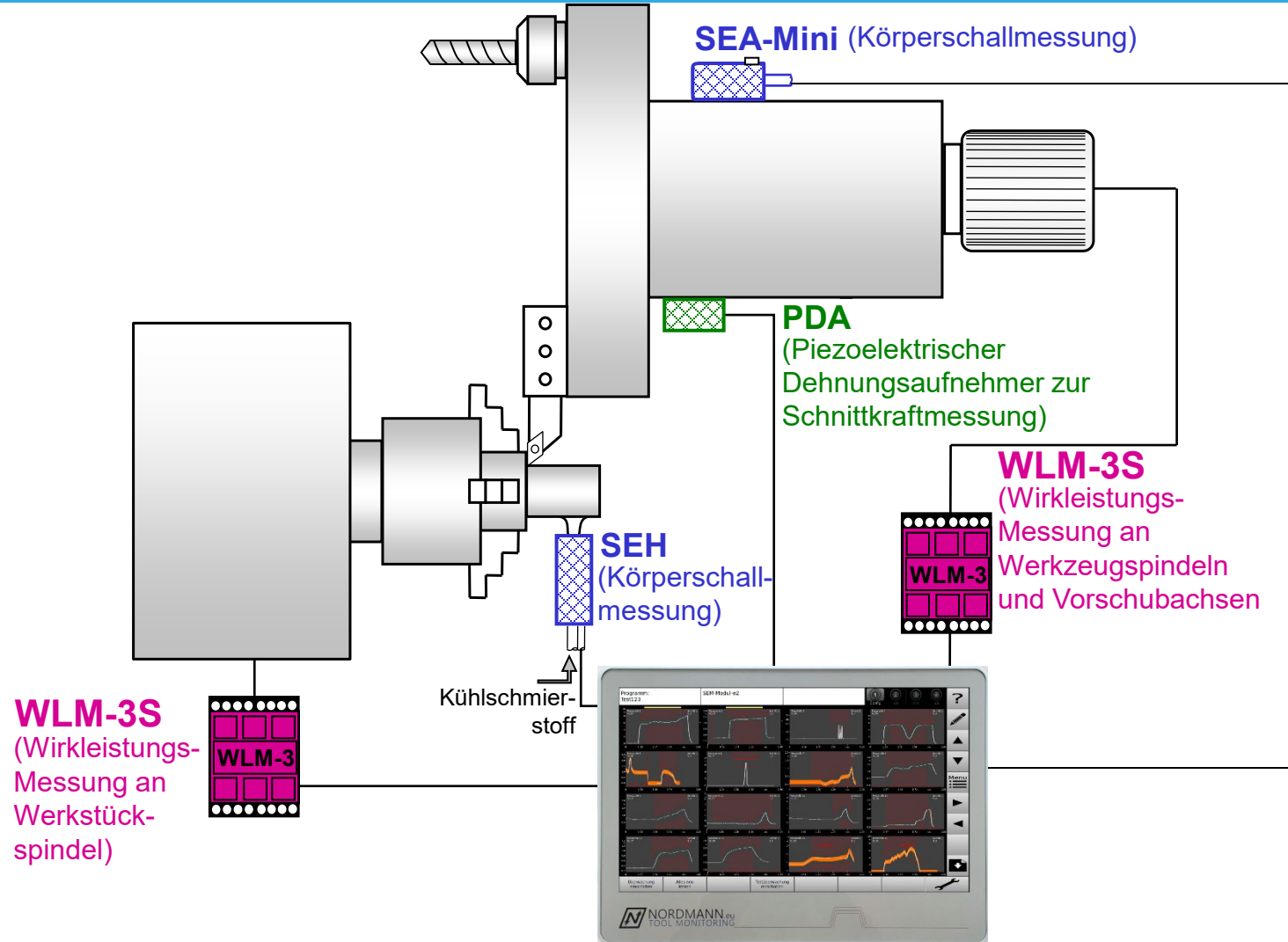
Beispiel Datenauswertung



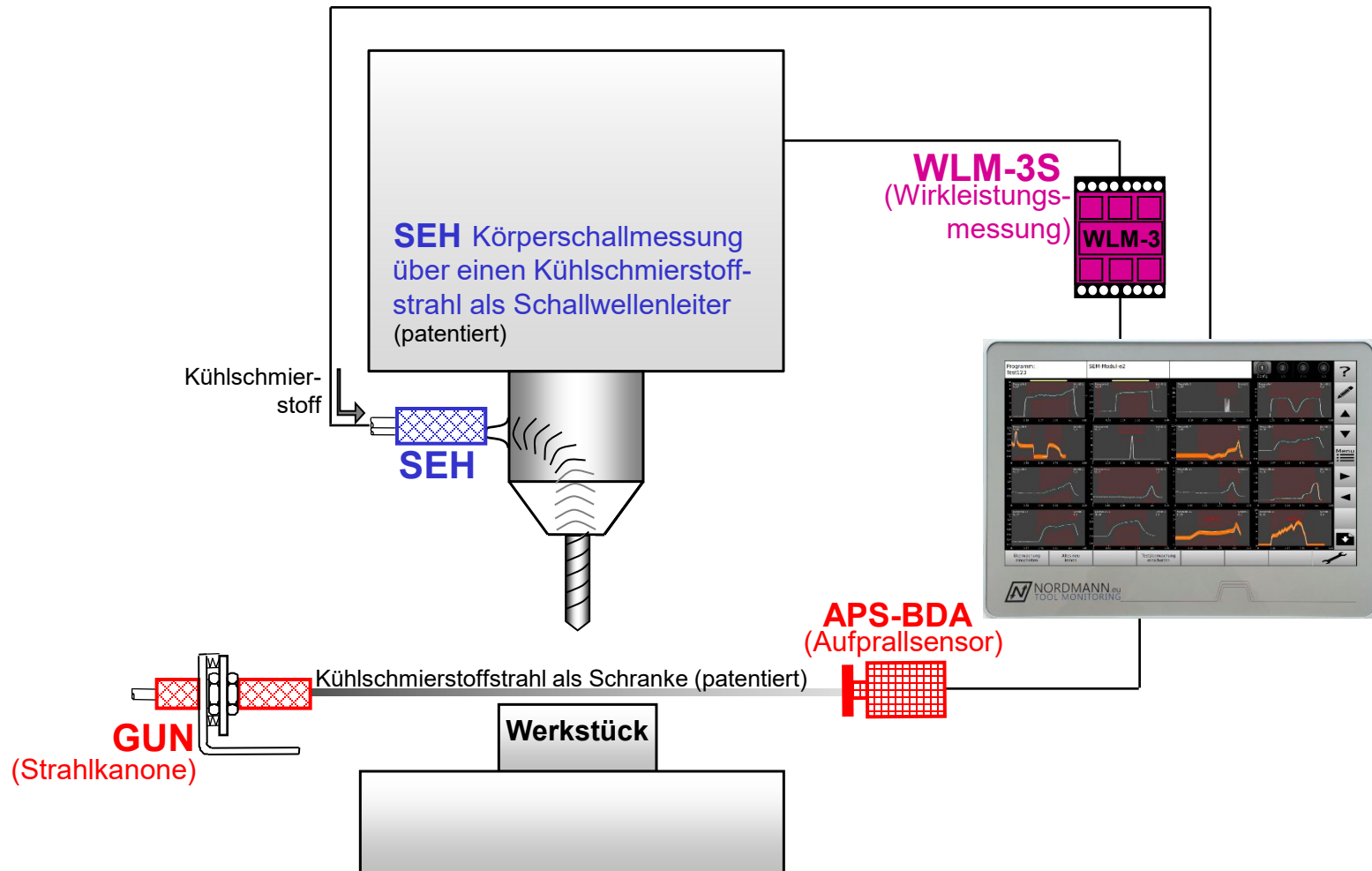
Übergabebform der Daten

#	Time	M_1	M_2	M_3	M_4
1	0.26	115036,00	982208,00	321136,00	226227,00
2	0.27	114899,00	980988,00	321106,00	226257,00
3	0.28	114899,00	979919,00	320877,00	225998,00
4	0.29	17472,00	977325,00	320847,00	225769,00
5	0.3	114288,00	974121,00	320511,00	225616,00
6	0.31	114288,00	976562,00	320704,00	22583,00
7	0.32	114883,00	98053,00	321014,00	22612,00
8	0.33	114807,00	980682,00	32103,00	22612,00
9	0.34	114929,00	982208,00	321106,00	226166,00
10	0.35	17472,00	979462,00	320908,00	226028,00
11	0.36	114563,00	978088,00	320831,00	225891,00
12	0.37	114578,00	978241,00	320892,00	225906,00
13	0.38	114578,00	977783,00	320908,00	225922,00
14	0.39	11499,00	981598,00	321091,00	226151,00
15	0.4	114944,00	981445,00	321121,00	226181,00
16	0.41	114899,00	980988,00	321075,00	226151,00
17	0.42	11496,00	982208,00	321182,00	226227,00
18	0.43	114944,00	982056,00	32106,00	226135,00
19	0.44	114883,00	981903,00	320999,00	226303,00

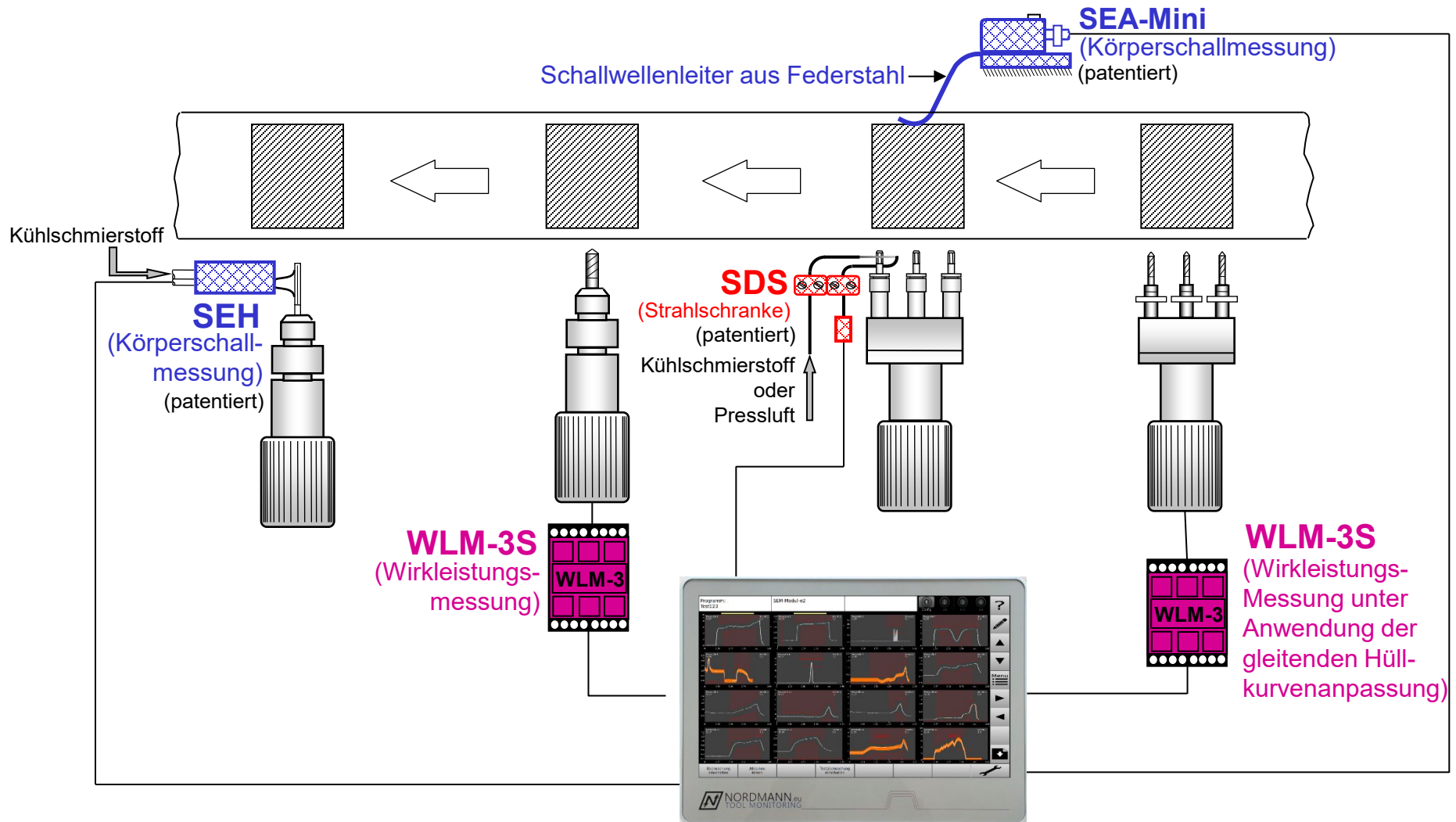
Mögliche Sensorpositionen zur Werkzeugüberwachung in CNC-Drehmaschinen



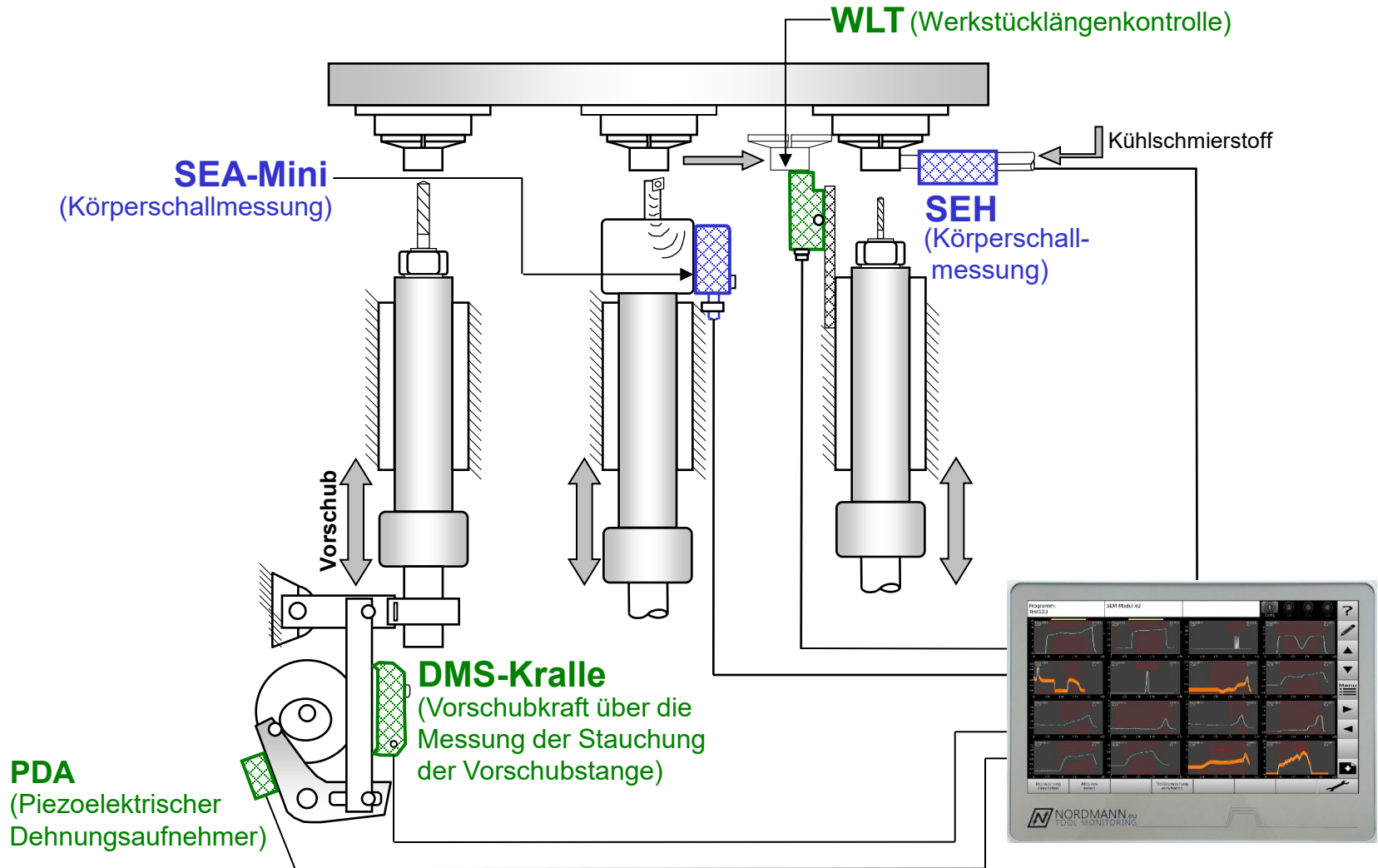
Mögliche Sensorpositionen zur Werkzeugüberwachung in Bearbeitungszentren



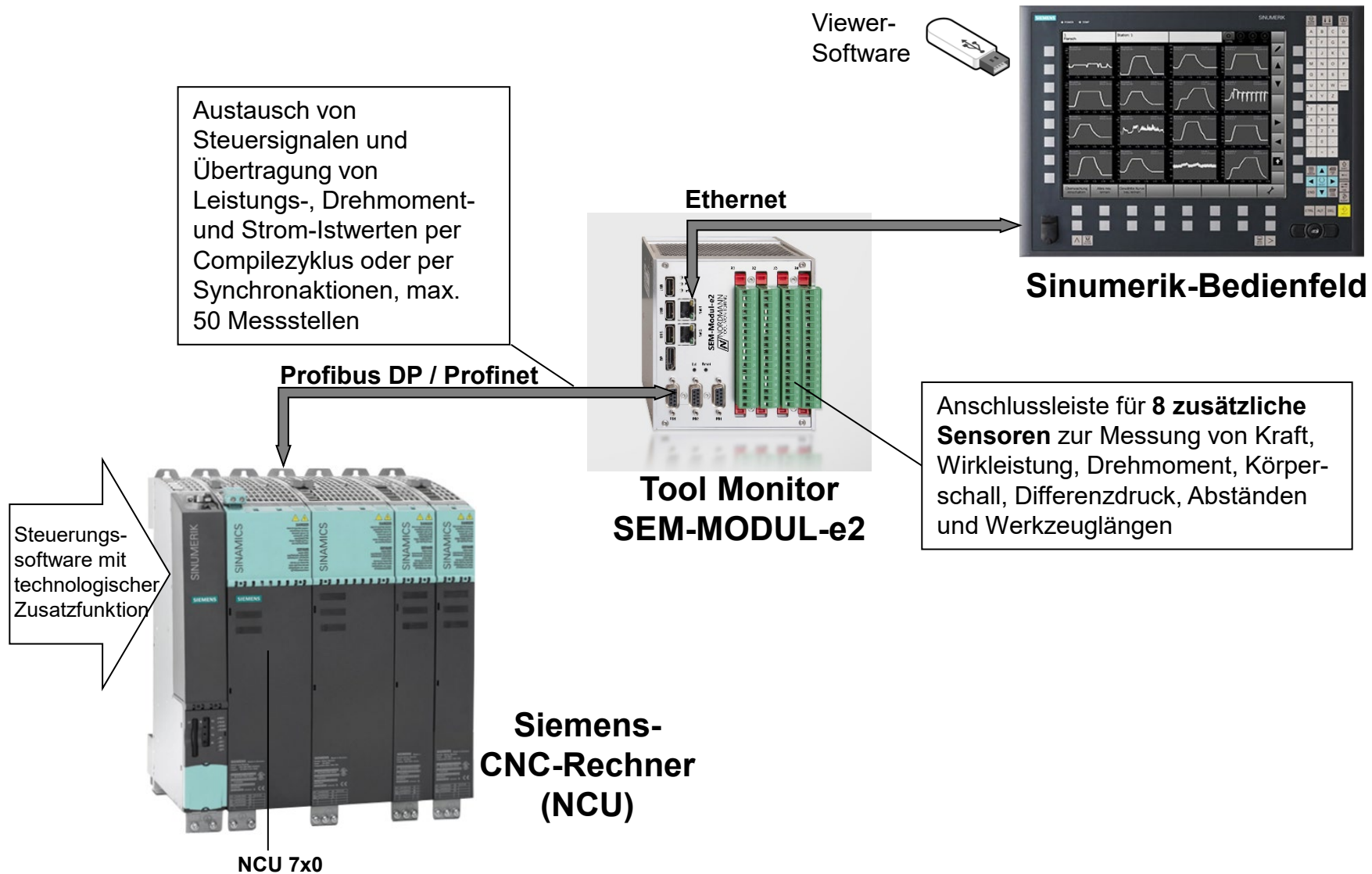
Mögliche Sensorpositionen zur Werkzeugüberwachung in Transferstraßen und Rundtaktautomaten



Mögliche Sensorpositionen zur Werkzeugüberwachung in Mehrspindeldrehautomaten

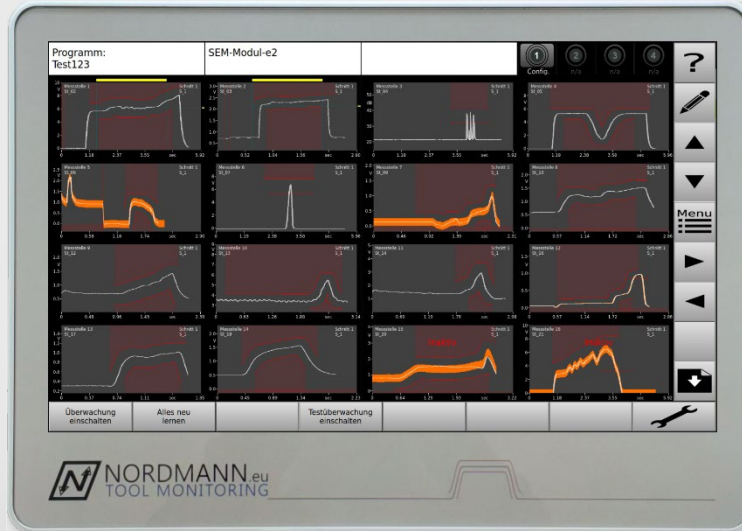


Werkzeugüberwachung SEM-MODUL-e auf Basis interner Antriebsgrößen bei Anschluss an den Profibus in Siemens-Steuerung 840D(sl)



Neuer Tool Monitor SEM-Modul-e(e2)

Tool Monitor
SEM-Modul-e2



„e“ von „-e2“ wie:

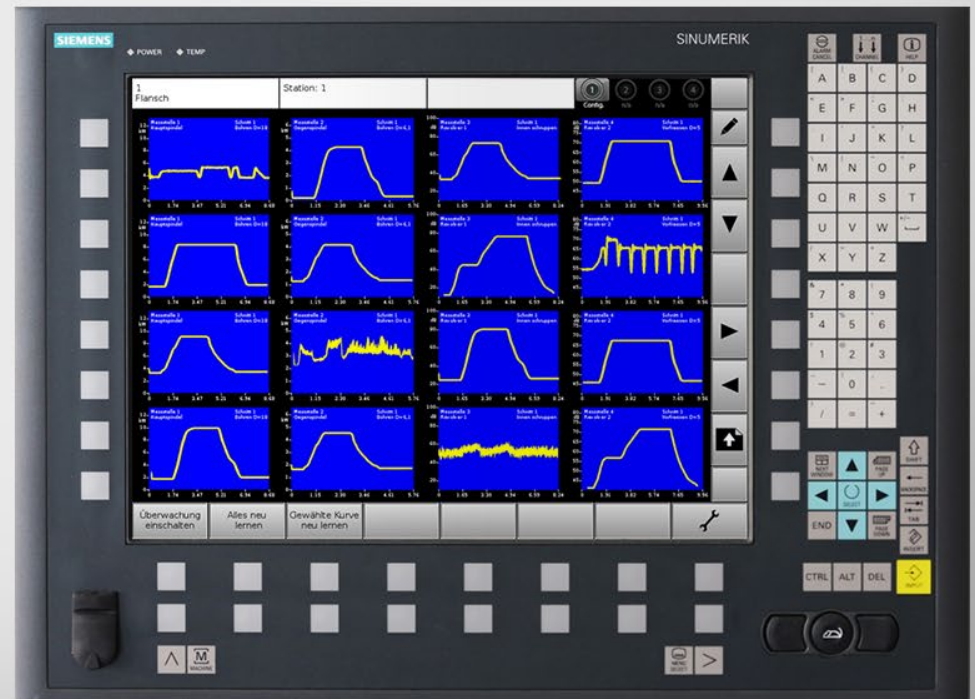
- **e**inzigartig oder evolutionär
- **e**infache Bedienung bzw. **e**rgonomisch
- **e**xترم leistungsfähig
- **e**ffizientere Produktion der überwachten Maschine
- **E**thernetanschluss
- **e**rweiterte Messkurvendarstellung (mehrere Messkurven gleichzeitig)

Besondere Features

- Zeigt bis zu 36 Messkurven parallel an (hier gezeigt: 4 Messkurven), kann bis zu 50 Messkurven parallel überwachen
- Erlaubt die Überwachung bis zu 4 zeitlich unabhängig voneinander arbeitender Maschinen (bzw. Stationen)
- 3 Profinet-Schnittstellen zur Aufnahme interner Antriebsdaten und zum Austausch von Steuersignalen
- Visualisierung und Bedienung auf einem Nordmann-Touchscreen, oder auf einem Tablet
- Komplett vernetzbar und somit vollständige Integration in das Intra- bzw. Internet inklusive Fernzugriff
- Einfache Datensicherung über Ethernet oder USB-Stick

Visualisierung des Tool Monitors SEM-Modul-e2 auf Sinumerik 840 D

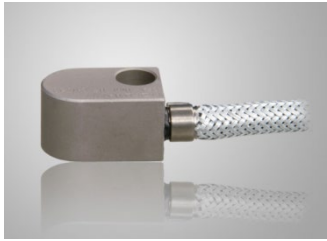
Tool Monitor
SEM-Modul-e2



Vergleich steuerungsintegrierte / autarke Werkzeugüberwachung

Steuerungsintegrierte Werkzeugüberwachung	Autarke Werkzeugüberwachung
Installation, Inbetriebnahme, Auslastung:	
+ freies Bedienfelddesign - kein Komplettestest des individuellen Systems Steuerung/Werkzeugüberwachung beim Hersteller der Werkzeugüberwachung möglich - Hohe Sensibilität der Gesamtmaschine auf Fehlfunktionen einzelner Profibusteilnehmer. (Maschine geht auf Störung, wenn ein Profibusteilnehmer entfernt wird). - Fehlersuche erfordert Profibusdatenlogger - Belastung der NCU durch die Messwertausgabe mit evtl. erforderlicher Verlängerung des IPO-Taktes	+ weniger Spezialwissen erforderlich + keine Abhängigkeit vom Softwarestand des NC-Bedienrechners und Hardwareänderungen + Unabhängigkeit von den Toleranzen elektrischer Schnittstellen zur Steuerung (USB, RS232, Ethernet, Profibus) + Eindeutige Trennung von anderen Steuerungsbausteinen über eine Optokoppler- und Relaischnittstelle + Mehr als 8 Achsen pro NCU überwachbar - Höhere Hardwarekosten (ca. 400€ bei BAZ)
Erkennungssicherheit bzgl. Werkzeugbruch:	
- Messwertrate an Interpolationstakt der NCU gebunden - Hohe Messwerte bei Wirkleistung und Strom werden oft „abgeschnitten“ + Vorzeichen der Krafrichtung wird im Drehmomentmesswert berücksichtigt	+ Messwert reagiert schneller auf Werkzeugbruch + Welligkeitsauswertung zur Ausbruchererkennung bei Fräsen
Bedienung:	
- Umschaltung zwischen Messkurvendarstellung und „Bedienbereich Maschine“ erforderlich	+ Messkurve immer im Blickfeld + Schnellere Bedienung an ergonomischer Tastatur und Touchscreen + Grafische Hüllkurvenkorrektur per Touchpen
Ersatzteilhaltung	
+ Weniger Hardware (Einsparung ca. 400€)	

Sensoren zur Schall- und Schwingungsmessung



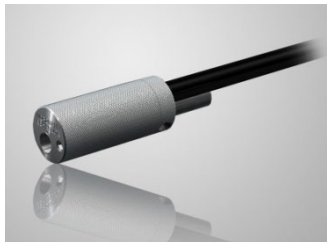
SEA-Mini
Schall-Emissions-Aufnehmer



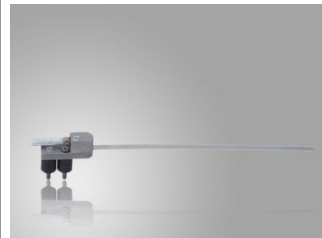
SEA
Schall-Emissions-Aufnehmer



SNF-SEA Superniederfrequenter
3D-Schwingungssensor



SEH Schall-Emissions-Hydrophon
mit Kühlschmierstoffstrahl als
Schallwellenleiter



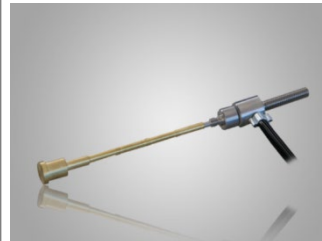
SEA-Feder Schall-Emissions-
Aufnehmer mit Federstahlelement
als Schallwellenleiter



BSA Berührungsloser
Schallemissionsaufnehmer



RSA Rotierender
Schallemissionsaufnehmer



RSA-2 Rotierender Schallemissions-
aufnehmer, Messwertübertragung
durch das Zentrum einer Spindel

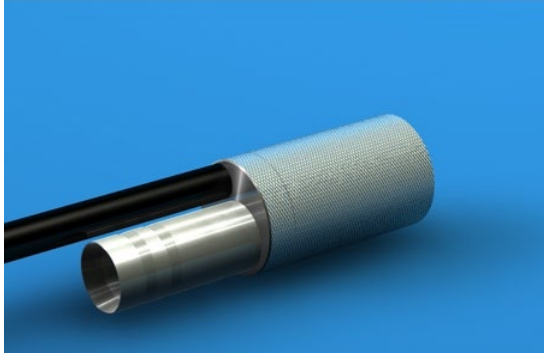
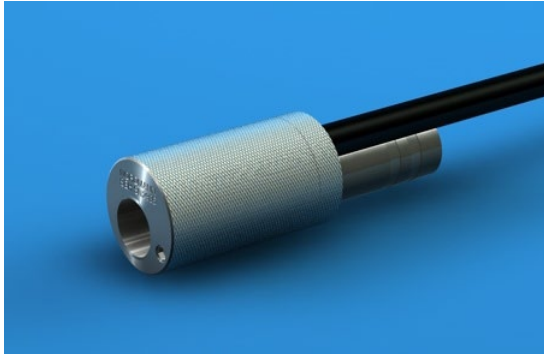


RSA-Ring Rotierender Schall-
emissionsaufnehmer in Ringform

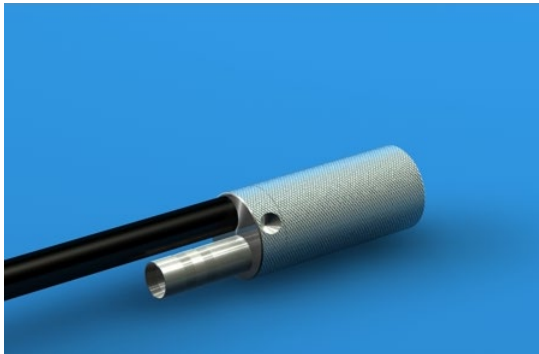
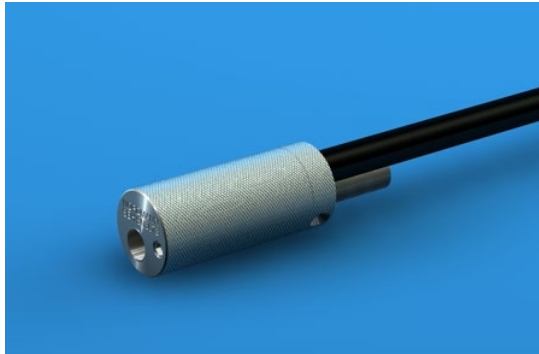
Schall-Emission-Hydrophon SEH zur Körperschallaufnahme über einen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter

Patent Nordmann

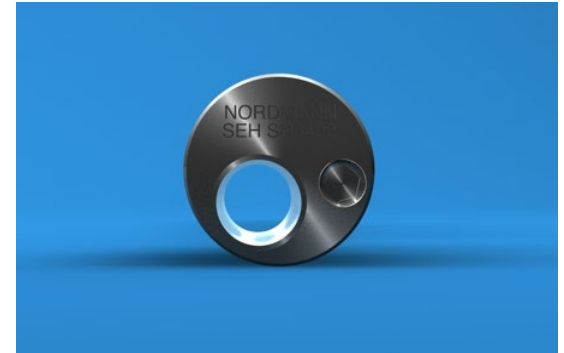
SEH (Maxi)



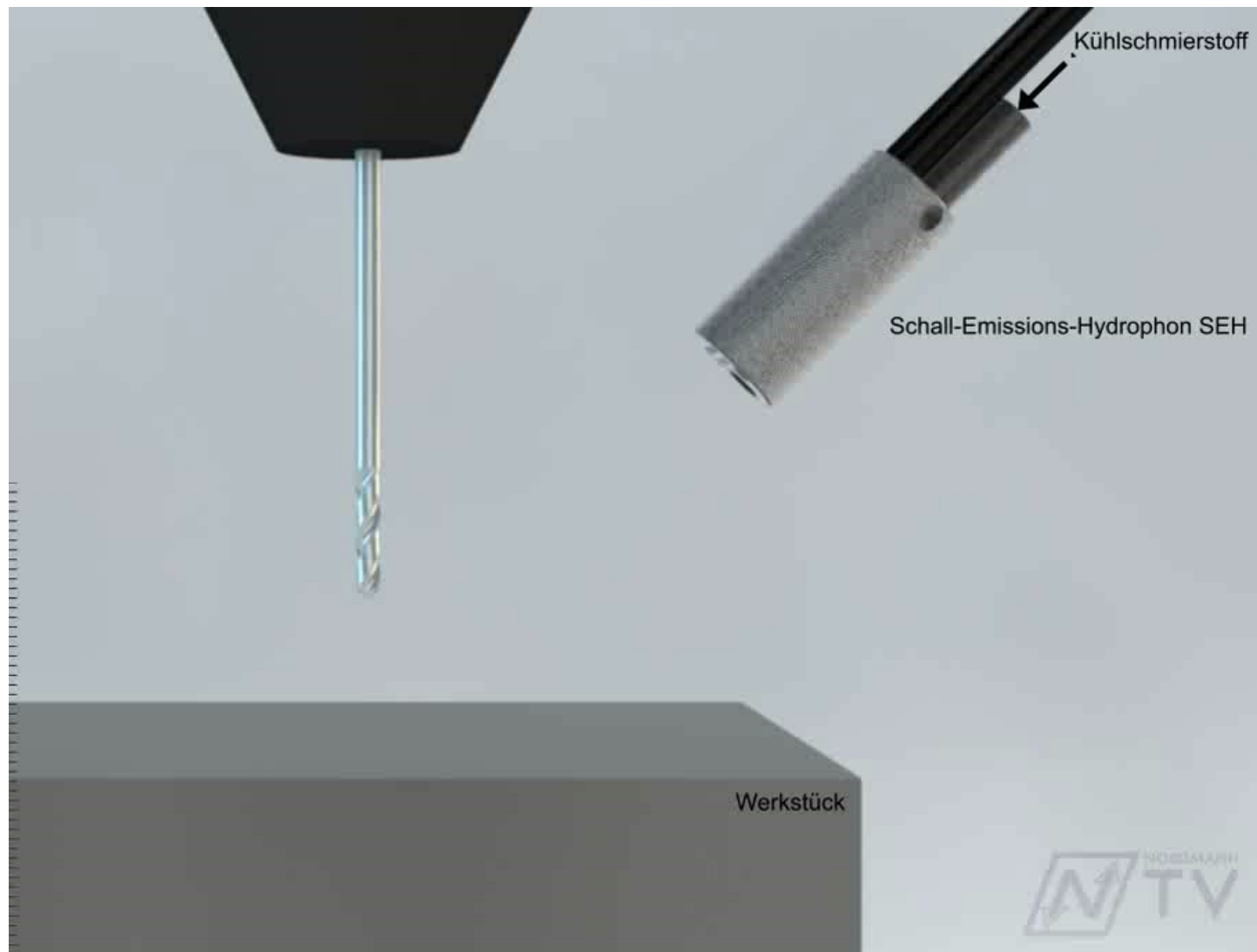
SEH (Standard)



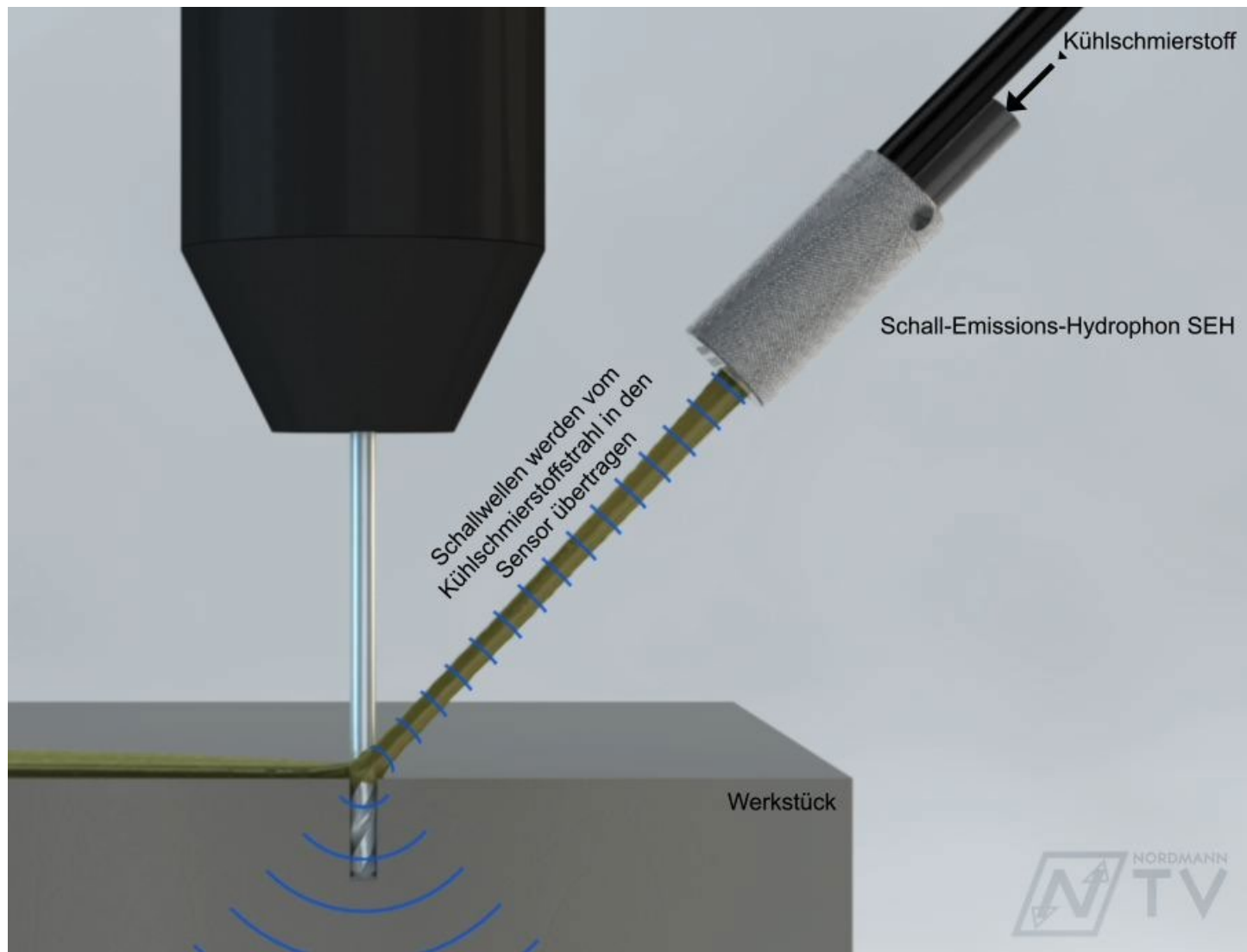
SEH (Mini)



Schall-Emission-Hydrophon SEH zur Körperschallaufnahme von einem rotierenden Bohrer



Schall-Emission-Hydrophon SEH zur Körperschallaufnahme von einem rotierenden Bohrer (ehem. Patent Nordmann DE 36 27 796)



Sensoren zur Kraftmessung (zur Verschleiß- und Brucherkennung)



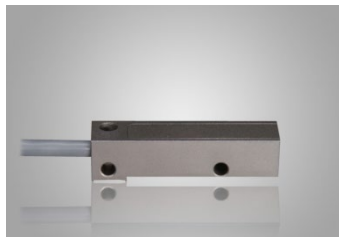
BDA-L Wirbelstrom-Wegaufnehmer zur Kraftmessung, z. B. an rotierenden Spindeln



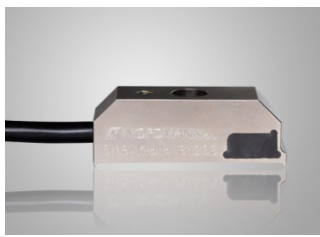
KMP Kraftmessplatte



DA Druckaufnehmer zur Vorschubkraftmessung bei hydraulischen Antrieben



BDA-Q Wirbelstrom-Wegaufnehmer zur Biegemessung an Kulissenhebeln



DMS-Kralle Dehnungsaufnehmer in Krallenform zur Kraftmessung auf DMS-Basis



3D-KMS Triaxialer Kraftmessquarz



BDA-Kralle Dehnungsaufnehmer in Krallenform zur Kraftmessung auf Basis Wirbelstrom



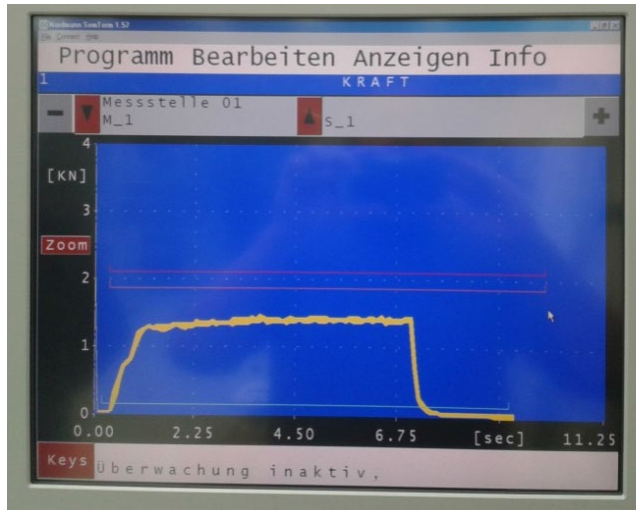
PDA Piezoelektrischer Dehnungsaufnehmer (aufklebbar) zur Kraftmessung



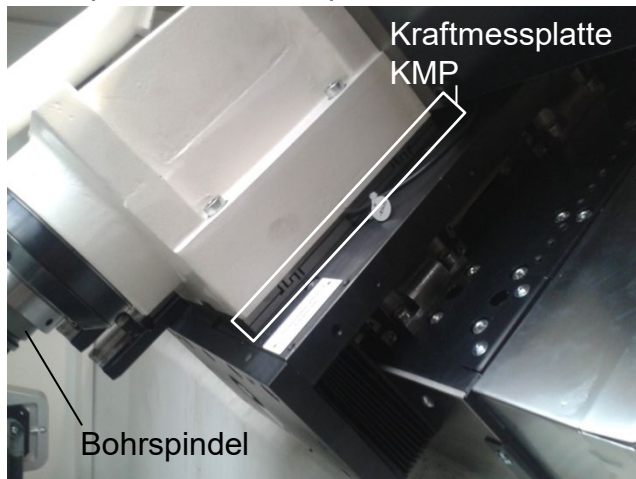
DMA Drehmomentaufnehmer

Kraftmessplatte KMP zur Vorschub- und Passivkraftmessung

Messkurve beim Bohren



Bohrspindel Kraftmessplatte KMP



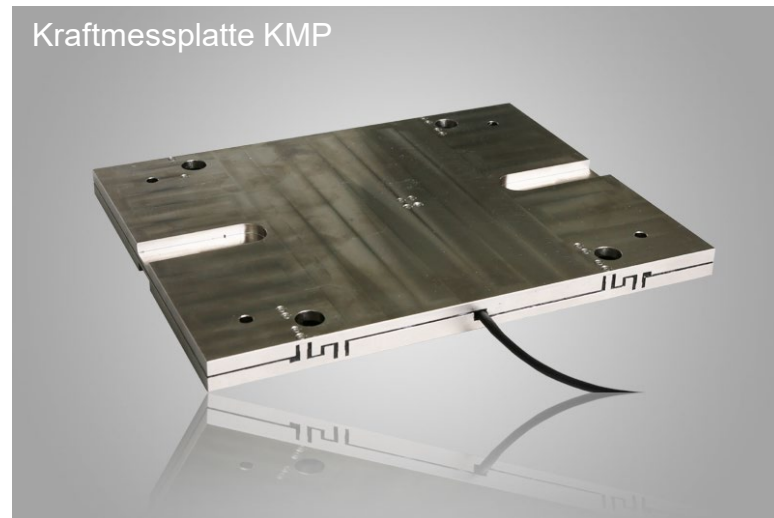
Messprinzip:

- Messung der Vorschub- oder Passivkraft von Zerspanungswerkzeugen mittels Dehnungsmesstreifen (DMS).
- DMS auf Verbindungselementen zwischen Ober- und Unterseite der 15 mm dicken Kraftmessplatte
- Montage der Platte zwischen Spindelgehäuse bzw. Werkzeugträger und Vorschubschlitten.

Vorteile:

- Hohe Steifigkeit in Messrichtung: 300 N/ μ m für Platte mit Abmessung 250 mm x 200 mm x 15 mm
- Bei Vorschubkraftmessung: Keine Störung durch andere Kraftkomponenten (z. B. Passiv- oder Schnittkraft)

Kraftmessplatte KMP



Sensoren zur Werkzeuglängen- und Werkstückpositionskontrolle



APS-BDA Aufpralldrucksensor

Aufbau von Strahlschranken mittels Kühlschmierstoff-, Wasser- oder Pressluftstrahl, um bruchbedingte Werkzeugverkürzungen oder die Spannposition bzw. das Vorhandensein von Werkstücken überwachen zu können (Alternative zur Laserlichtschranke)



APS-Q, APS-L Aufprallgeräuschsensor

Zum Aufbau von Strahlschranken mittels Kühlschmierstoff- oder Pressluftstrahl, um bruchbedingte Werkzeugverkürzungen oder die Spannposition bzw. das Vorhandensein von Werkstücken überwachen zu können (Alternative zur Laserlichtschranke)



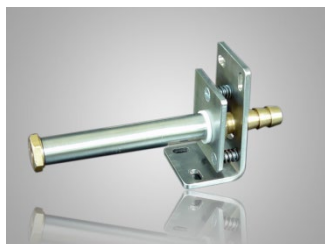
SDS (Typ C) Gabelschranke

Staudrucksensor misst Auftreffstärke eines Prüf-Kühlschmierstoffstrahls oder Pressluftstrahls. Erhältlich in vielen verschiedenen Bauformen (Freistrahlschranke, Gabelschranke Typ U oder Typ I).



EMS-Dyn und EMS-Ind Elektromagnetischer Sensor

Elektromagnetischer Sensor zur berührungslosen Kontrolle des dynamischen Anteils des Drehmoments von Bohren (=EMS-Dyn), bzw. zur Werkzeuglängenkontrolle während des Eintauchens oder/und der Rückzugsbewegung des Bohrers (=EMS-Ind).



Gun Strahlkanone

Zum Aufbau von Strahlschranken mittels Kühlschmierstoff-, Wasser- oder Pressluftstrahl. Ausrichtung mittels feinjustierbarer Halterung. Strahllänge bis 2,5 m.



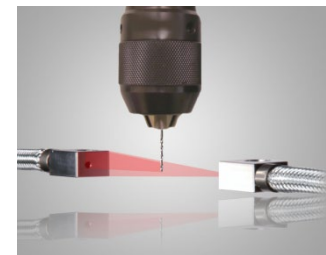
SDS (Typ I) Gabelschranke

Staudrucksensor misst Auftreffstärke eines Prüf-Kühlschmierstoffstrahls oder Pressluftstrahls. Erhältlich in vielen verschiedenen Bauformen (Freistrahlschranke, Gabelschranke Typ C oder Typ U).



PCS-100 Werkzeugbruchtaster

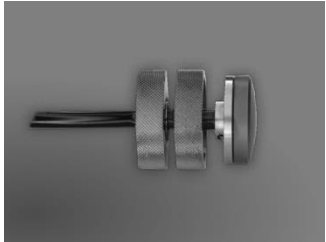
Berührungssensitiver Tastkopf mit Schwenkmechanik zur Kontrolle der Werkzeuglänge oder einer Werkstückposition (Kontrolle nach Abstechen)



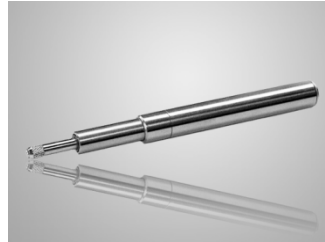
LS2 Laserlichtschranke

Auswertung der Abschattung eines getakteten Laserlichtstrahls, der ungebündelt aus dem Ende einer Lichtleitfaser austritt und vom Receiver empfangen wird.

Sensoren zur Werkstückmaß- und Werkzeugpositionskontrolle



BDA-Pilz (patentiert) **Werkstücklängentaster** in Pilzform. Verschleißfreie Kontrolle des Werkstücks über eine federnd gelagerte und gehärtete Kalotte.



IND Induktiver Wegaufnehmer

Zur Kontrolle von Werkstückdurchmesser oder -Länge. Mit federnd gelagertem Messtaster mit einem Hub von 4, 5, 8, 10, 15, 20 mm.



WLT Werkstücklängentaster.

Besonders robuster und dennoch hochempfindlicher Werkstücklängentaster für Mehrspindel-Drehautomaten.



IND-Pneu Induktiver Wegaufnehmer

Zur Kontrolle von Werkstückdurchmesser oder -Länge. Mit pneumatisch zustellbarem Messtaster. Messbereich 10 mm.



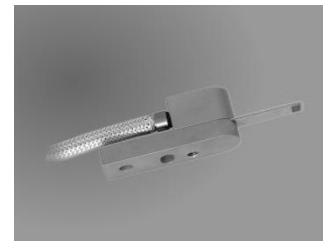
WLT-Mini Werkstücklängentaster (-Mini)

Werkstücklängentaster mit beschichteter Messkalotte für besonders beengte Platzverhältnisse in Mehrspindeldrehautomaten. Leicht verstellbar über eine Führungsschiene (Schiene ist kompatibel zum WLT).



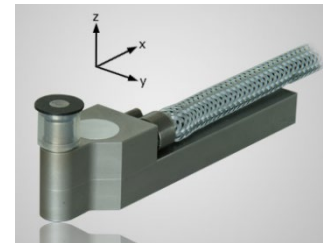
XYZ-Antastelement Positionsbestimmung von Werkzeugen relativ zur Werkstückspannstelle in Bearbeitungszentren.

Akustische Erkennung des Reibungsgeräusches, das ein rotierendes Werkzeug bei der Berührung der Diamantflächen erzeugt. Bestückt mit Diamantleisten (PKD) in x-, y- und z-Richtung.



X(Y,Z)-Antastelement Positionsbestimmung von Schleifscheiben relativ zur Werkstückspannstelle. Genauigkeit: ± 1 Mikrometer.

Akustische Erkennung des Reibungsgeräusches, das die rotierende Schleifscheibe bei der Berührung der Diamantfläche erzeugt. Bestückt mit einer Voldiamantfläche auf einem Federstahlelement als Schallwellenleiter.

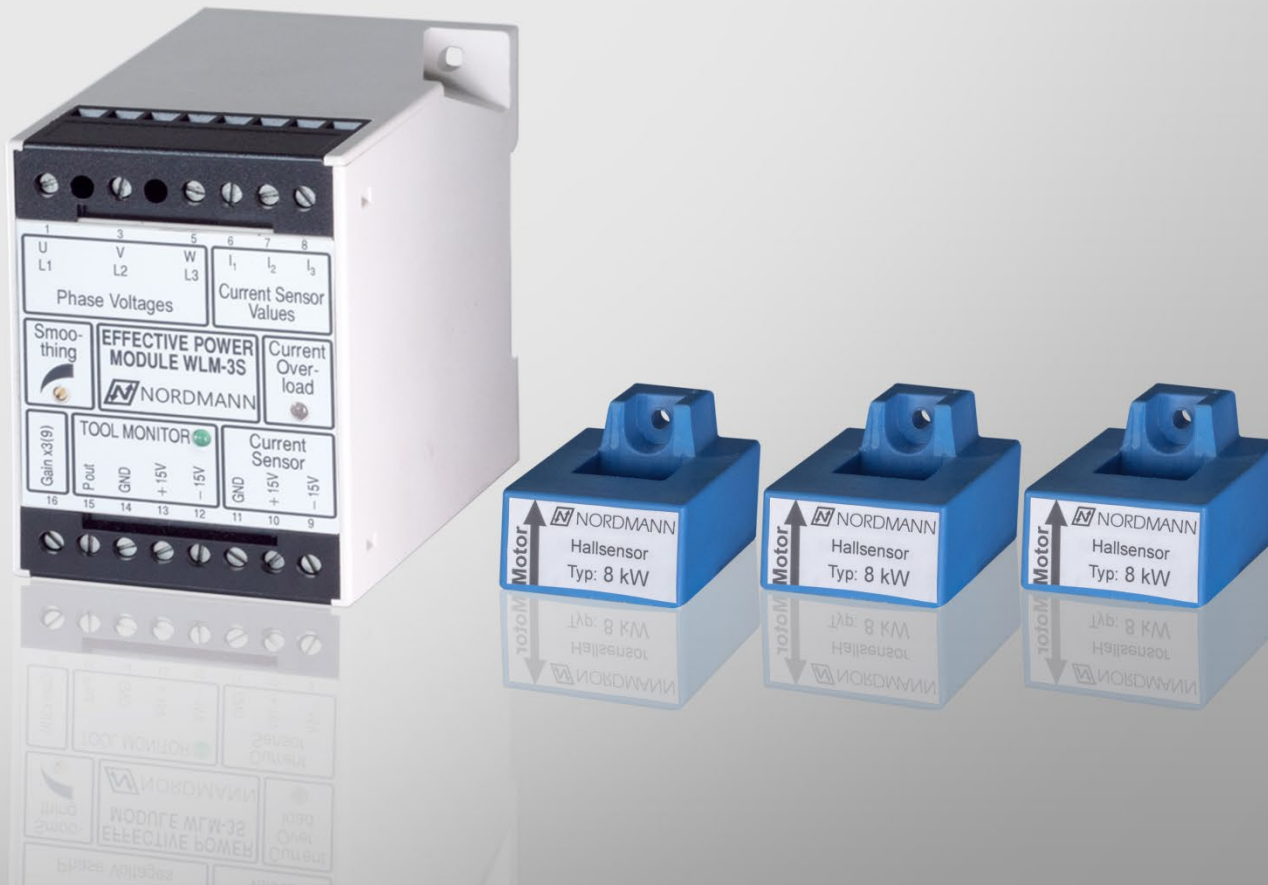


XY (+Z)-Antastelement Akustische Erkennung des Reibungsgeräusches, das ein mit Arbeitsdrehzahl rotierendes Werkzeug bei der Berührung der Diamantscheibe an ihrem Umfang oder auf ihrer Fläche erzeugt. Konturüberprüfung von Schleifwerkzeugen mittels Antasten am Umfang der Diamantscheibe.

Wirkleistungsmessgerät WLM-3S

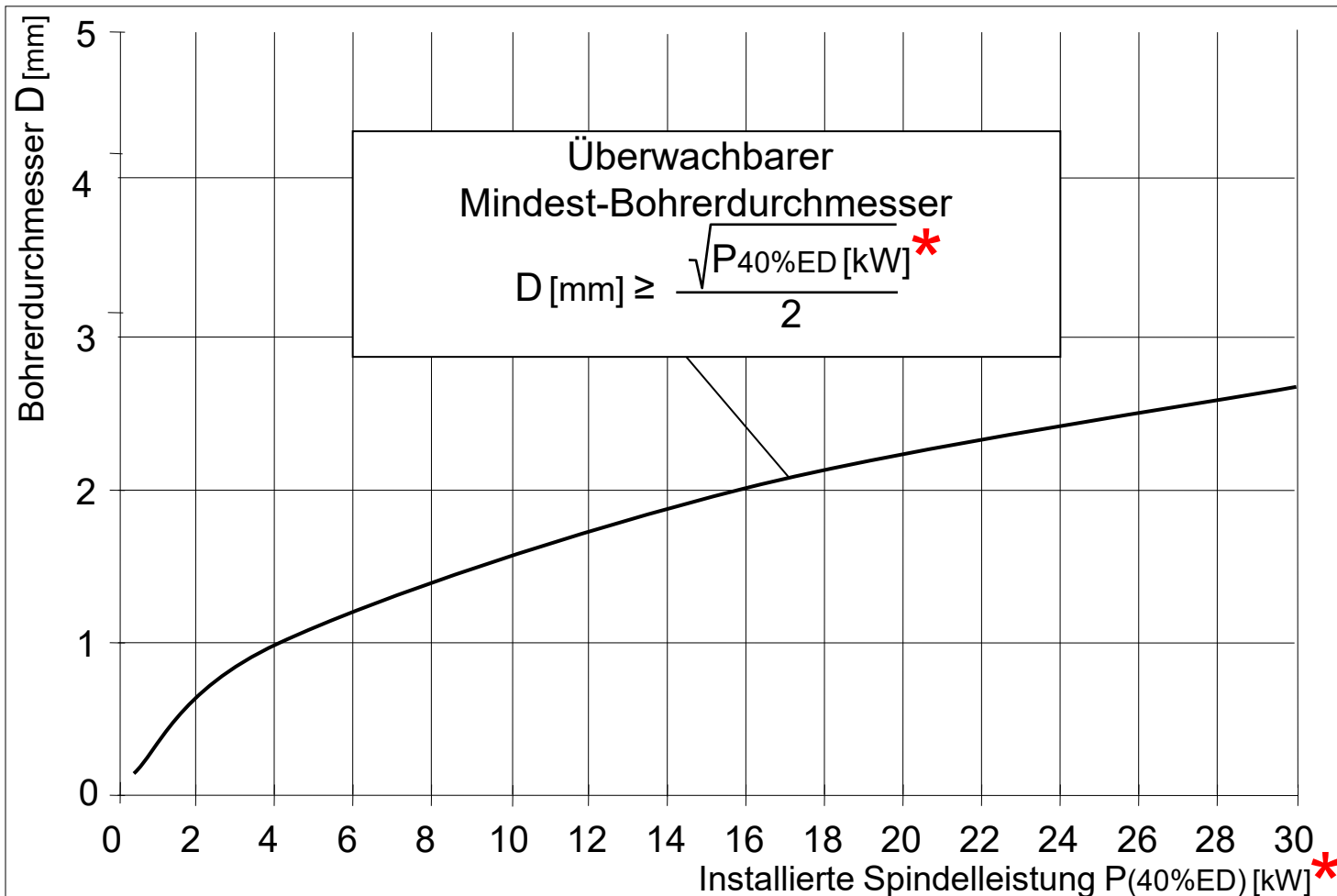
„S“ steht für:

- Per Steuersignal veränderbare Verstärkung für den Strom-Messwert
- Strom-Übersteuerungsanzeige warnt bei zu hoher Verstärkung des Strom-Messwertes
- Höhere Stabilität des Messkurve (weniger Welligkeit und Rauschen)



Mit Wirkleistung überwachbare Bohrerdurchmesser

unter geeigneten Bedingungen als Ergebnis bisheriger
Installationen von Nordmann-Werkzeugüberwachungsgeräten



* Anmerkung: Die nutzbare Leistung P des Spindelmotors bei 40 % Einschaltdauer (ED) kann aus der Leistung bei anderen X % ED berechnet werden:

$$P_{(40\%ED)} = P_{(X\%ED)} \sqrt{\frac{X\%}{40\%}}$$

Werkzeugüberwachung auf EMAG-Drehmaschine



Mit Wirkleistung überwachte Werkzeuge:

Mehrspindelbohrkopf 3 x Ø 5,5mm
1 Stufenbohrer Ø 6,5mm
1 Stufenbohrer Ø 7,0mm

Sensor-Auswahltable zur Überwachung auf Werkzeugverschleiß/-bruch)

Sensoren Werkzeug- maschinen	Prozessbegleitende Messverfahren					Postprozess Messverfahren	
	Wirkleistung	Drehmoment	Vorschub-, Passiv-, Schnittkraft	Körperschall (berührend)	Körperschall, Luftschall, (berührungslos)	Strahlschranken mittels KSS, Pressluft od. Laser	Sonstige
CNC- Drehmaschinen	WLM-3S DDD	WLM-3S DDD	WLM-3S DDD DMS-Kralle	SEA-Mini, SEA-Feder	SEH, RSA-Ring	SDS-Gabel Typ U SDS-Gabel Typ C Gun mit APS-L / -Q oder mit APS-BDA	PCS-100
Mehrspindel- Drehautomaten	WLM-3S DDD	WLM-3S DDD EMS-Dyn	WLM-3S DDD PDA DMS-Kralle	SEA-Mini	SEH	SDS-Gabel Typ U SDS-Gabel Typ C	PCS-100 EMS-Ind
Bearbeitungszentren	WLM-3S DDD	WLM-3S DDD	WLM-3S DDD DMS-Kralle	SEA-Mini, SEA-Feder, SNF-SEA	SEH, LSM	LS2 Gun mit APS-L / -Q oder mit APS-BDA	PCS-100 EMS-Ind
Rundtaktautomaten Transferstraßen	WLM-3S DDD	WLM-3S DDD EMS-Dyn	WLM-3S DDD	SEA-Feder	SEH, BSA	SDS-Gabel Typ U SDS-Gabel Typ C Gun mit APS-L / -Q oder mit APS-BDA	PCS-100 EMS-Ind
Schleifmaschinen	WLM-3S DDD	WLM-3S DDD	WLM-3S DDD	SEA-Mini	SEH, BSA, RSA, RSA-2 RSA-Ring	SDS-Gabel Typ U SDS-Gabel Typ C Gun mit APS-L / -Q oder mit APS-BDA	PCS-100

Legende:

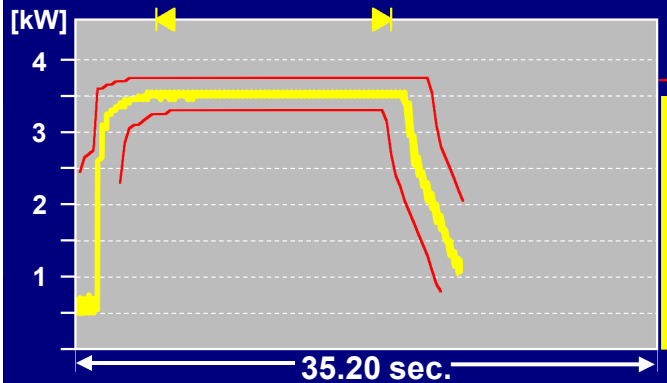
APS-BDA Aufpralldrucksensor für Strahlschranken
 APS-L oder -Q Aufprallgeräuschsensor für Strahlschranken, Kabel längs od. quer
 BDA-Kralle Dehnungssensor in Krallenform auf Wirbelstrombasis
 BDA-Q Wirbelstrom-Wegaufnehmer quer messend
 BSA Elektromagnetischer berührungslos. Schallemissionsaufnehmer
 DDD Digital Drive Data (Digitale Antriebsdaten wie Wirkleistung und Drehmoment, auslesbar per Profibus-, Profinet- oder Ethernet-Verbindung aus modernen CNC-Steuerungen)
 DMS-Kralle Dehnungssensor in Krallenform auf DMS-Basis
 EMS-Dyn Elektromagnetischer Drehmomentsensor
 EMS-Ind Sensor zur induktiven Bohrerlängenkontrolle
 Gun (Strahlkanone) Für Strahlschranke mit langem KSS-Freistrah

LSM-L oder -Q Luftschallmikrofon mit Kabelabgang längs oder quer
 LS2 Laserlichtschranke
 PCS-100 Werkzeugbruchtaster zur direkten Bohrerbruchkontrolle
 RSA Rotierender Körperschallsensor mit berührungsloser Übertragung
 RSA-2 Rotierender Körperschallsensor mit räumlich getrenntem Sensor und Transmitter (für Integration in Abricht- und Schleifspindeln)
 RSA-Ring Rotierender Körperschallmessring mit berührungsloser Übertragung
 SDS-Gabel Gabelschranken für kurze KSS- oder Luftstrahle
 SEA-Mini Körperschallaufnehmer
 SEA-Feder Körperschallaufnehmer mit Federstahlelement als Wellenleiter
 SEH Körperschallaufnahme über einen Kühlschmierstoffstrahl
 SNF-SEA Superniederfrequenter Schwingungsaufnehmer (g-Sensor)
 WLM-3, WLM-3S Dreiphasen-Wirkleistungsmessgerät

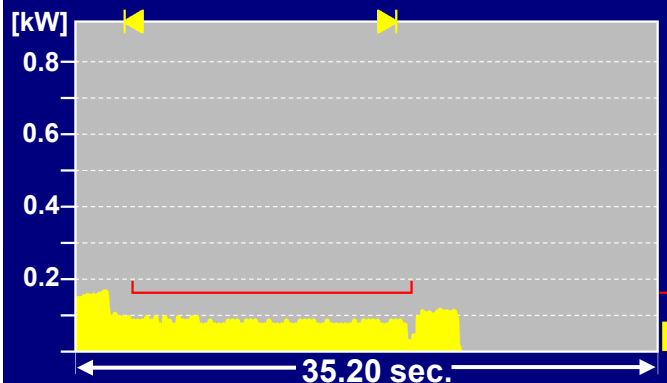
Auswertung des „Dynamischen Anteils“ der Wirkleistung zur Fräserzahnbruchererkennung (8-schneidiger Messerkopf Ø 80 mm)

Fräser i. O.

Messkurve der Wirkleistung

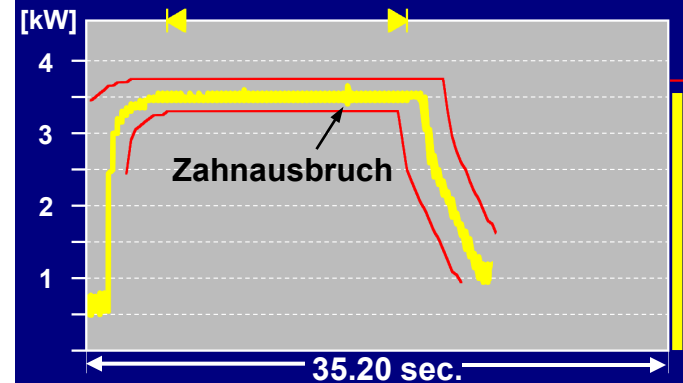


„Dynamischer Anteil“ der Wirkleistung

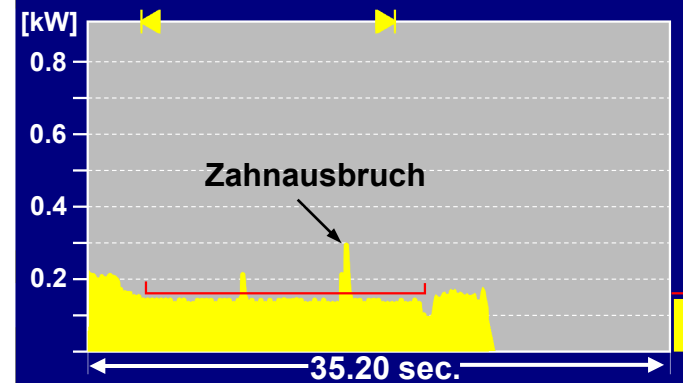


1 Fräserzahn ausgebrochen, Ausbruch weiterer Stücke

Messkurve der Wirkleistung

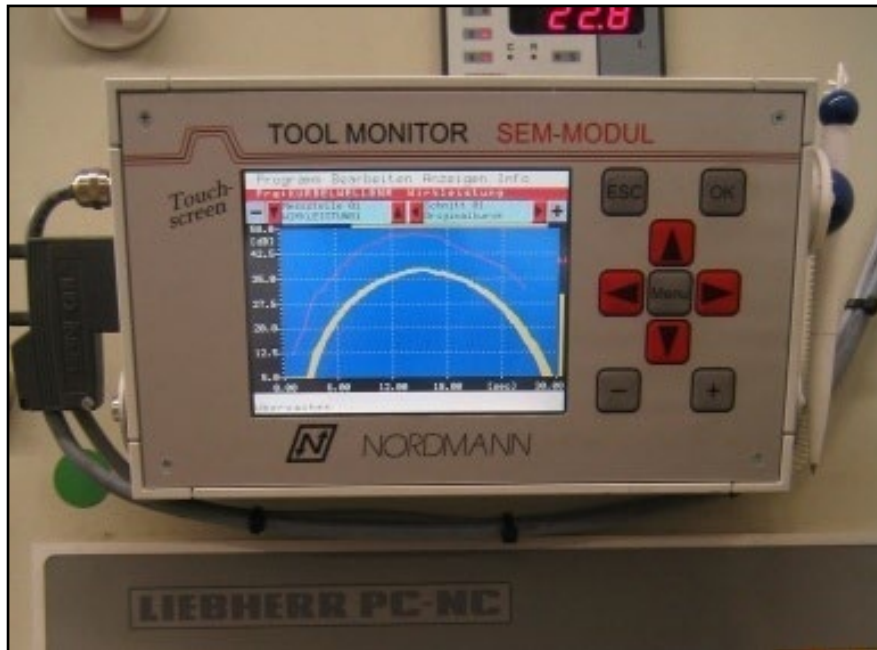


Erhöhter „Dynamischer Anteil“, da Fräser durch ausgebrochenen Zahn unrund läuft

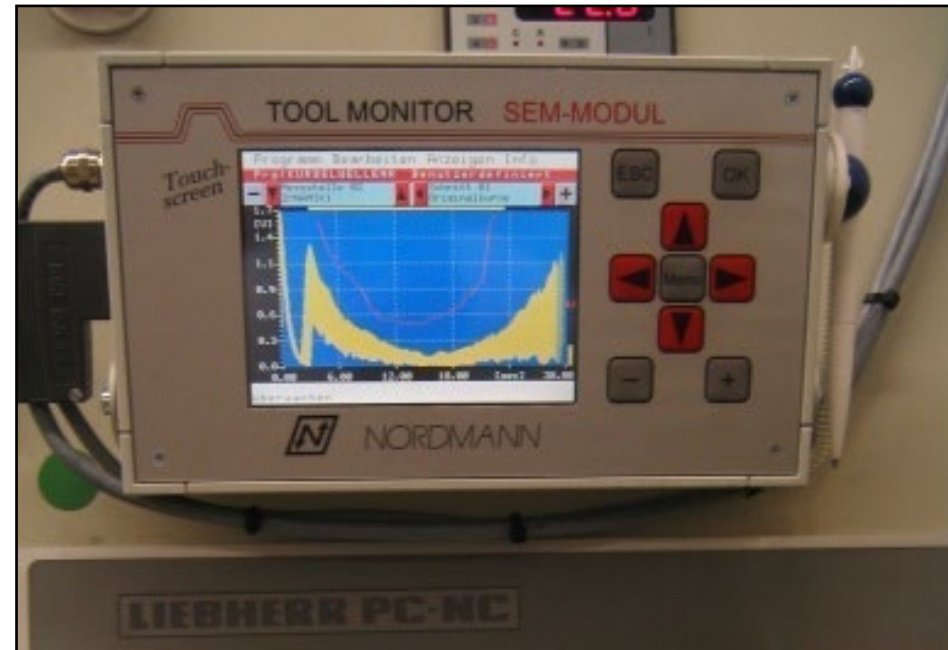


Werkzeugüberwachung auf Liebherr-Wälzfräsmaschine

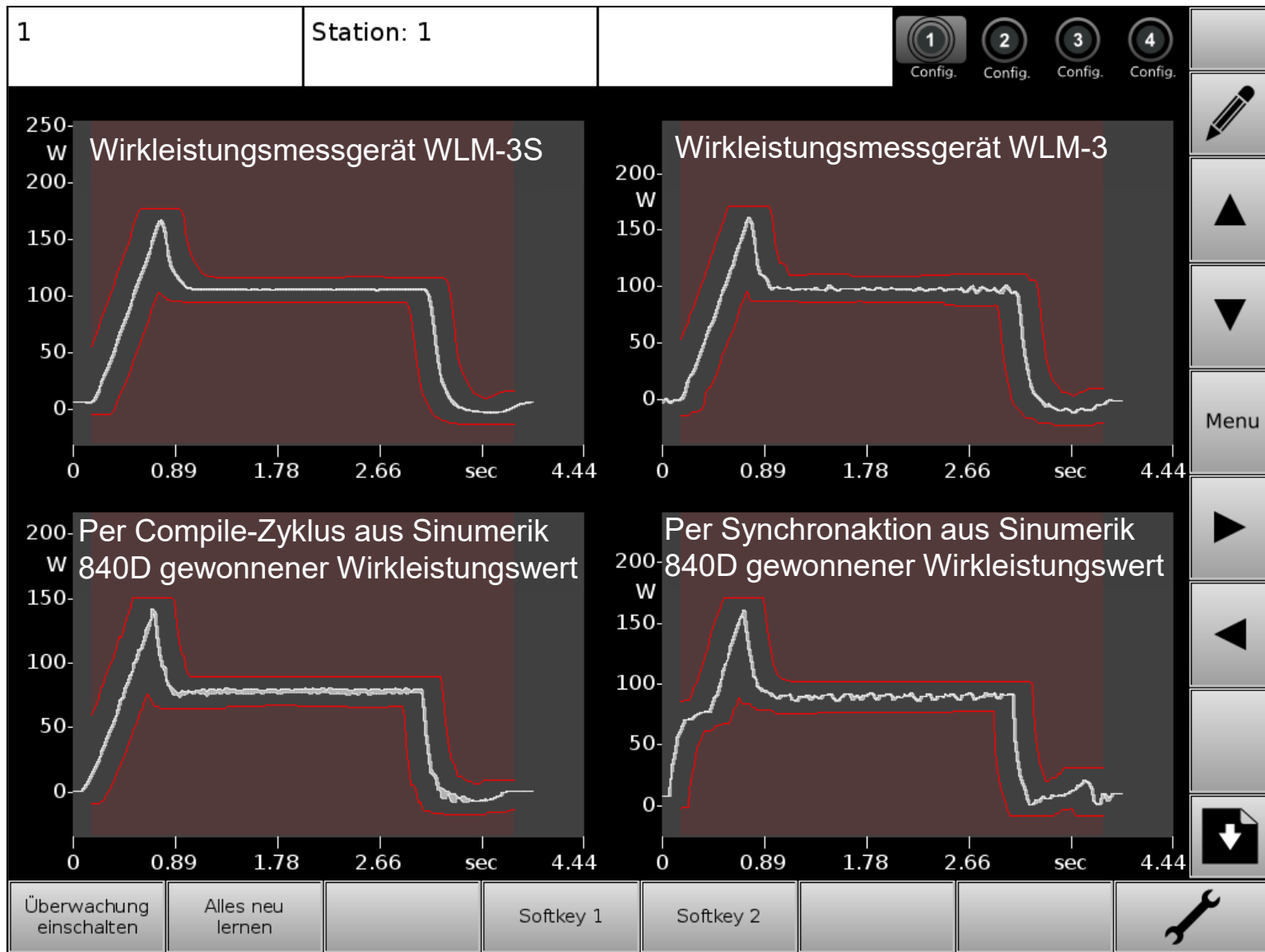
Wirkleistungsmesskurve zur Erkennung des Wälzfräserverschleißes



Dynamischer Anteil der Wirkleistung zur Erkennung von Zahnausbrüchen

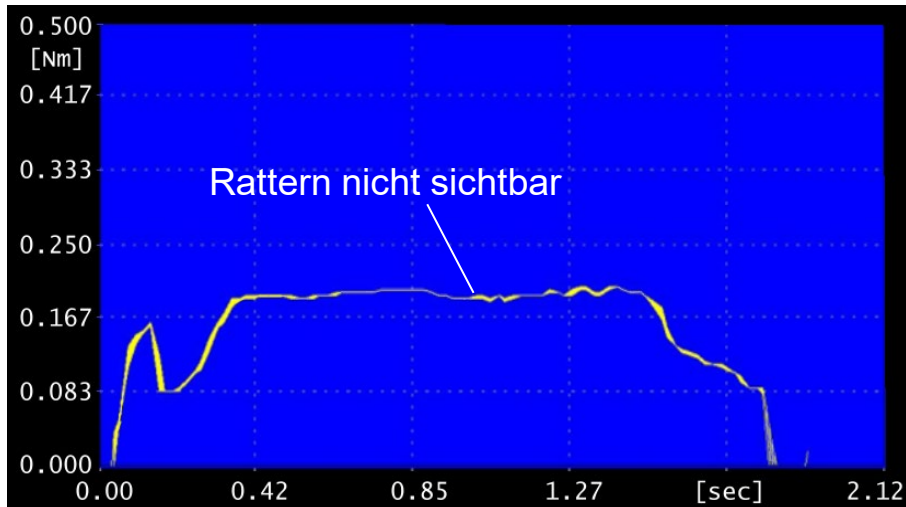


Vergleich analog gemessener Wirkleistung mit internen Antriebsdaten

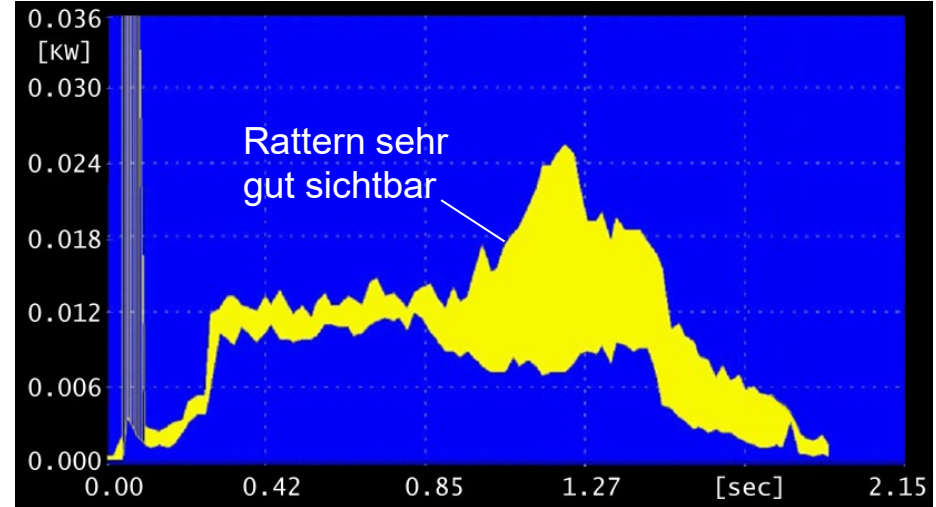


Vergleich digitale Antriebsdaten / analoge Wirkleistungsmessung bzgl. der Auswertung schneller Messwertveränderungen

Digitales Drehmoment per Profibus vom NC-Rechner an Tool Monitor übertragen



Dreiphasen-Wirkleistungsmessung (gemessen mit WLM-3S)



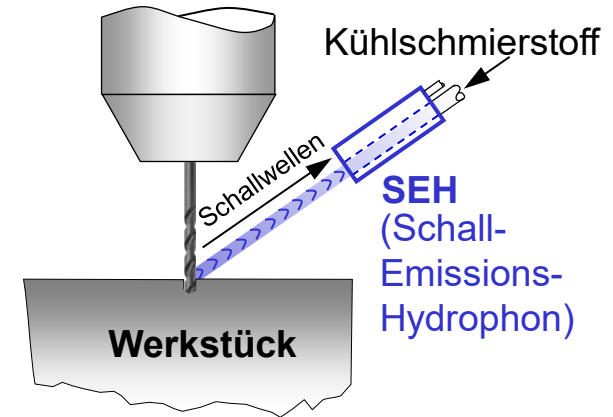
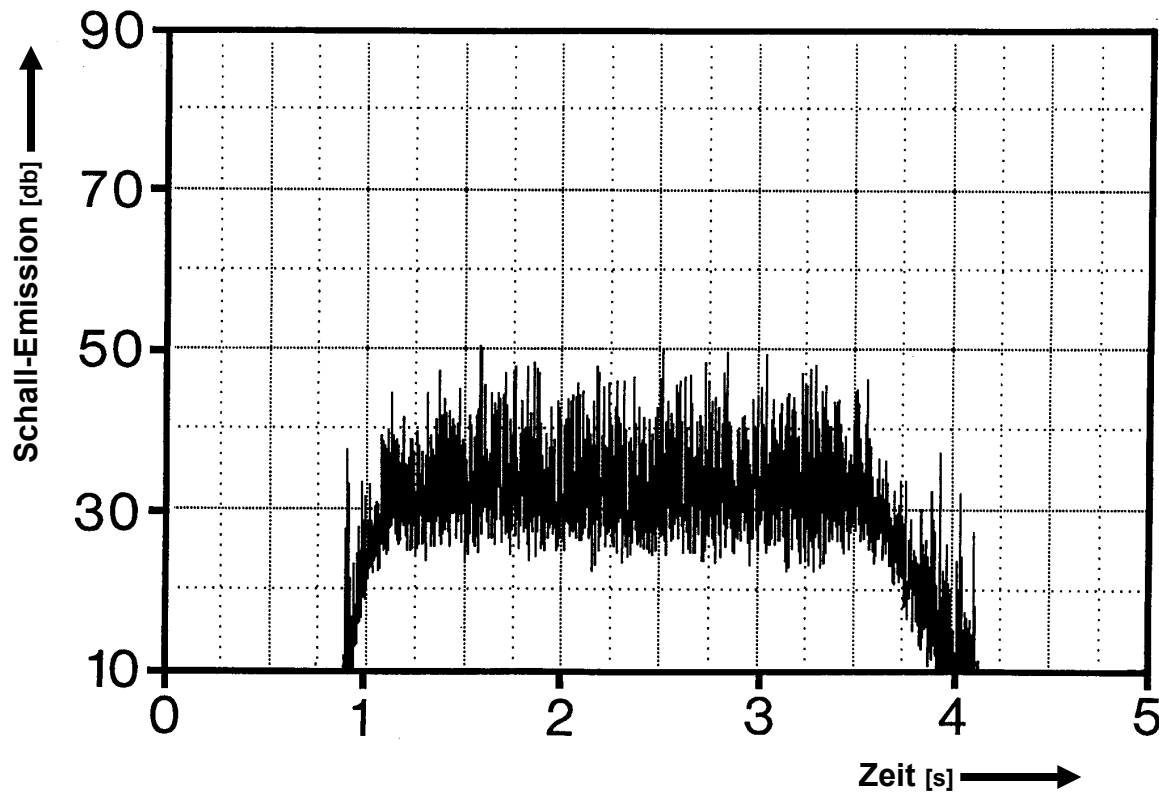
Prozess:

- Werkzeug: Bohrer Ø 8 mm
- Maschine: Index ABC Speedline
- Messung: z-Achse

Fazit:

Die direkte Messung der Wirkleistung ist der Auswertung des digitalen Drehmoments bzgl. der Erkennung schneller Messwertveränderungen (Bruch, Rattern) überlegen!

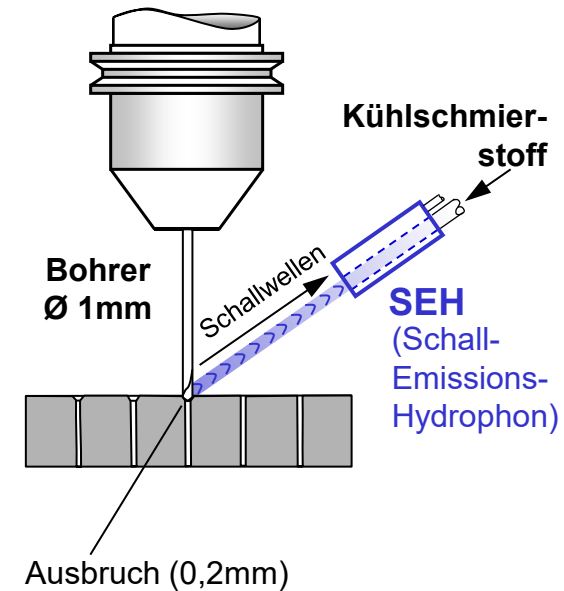
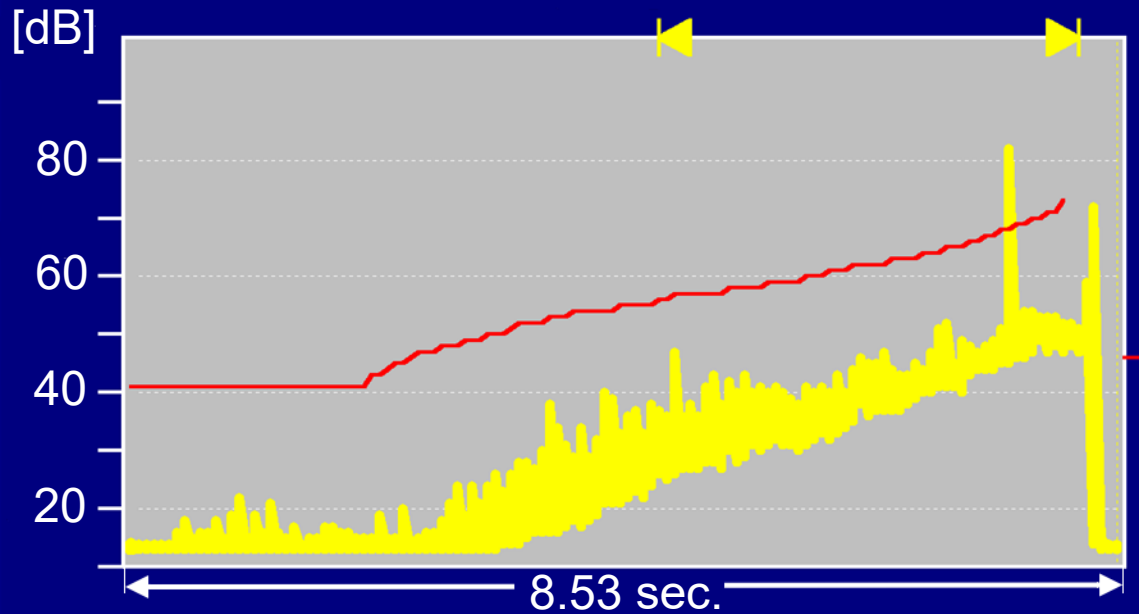
Mit einem Schall-Emissions-Hydrophon SEH am Bohrer Ø 1 mm gemessene Schallemission der Zerspanung



Der Kühlschmierstoffstrahl des SEH trifft auf z.B. Bohrer, Fräser, Drehmeißel, Schleifscheibe oder Werkstück

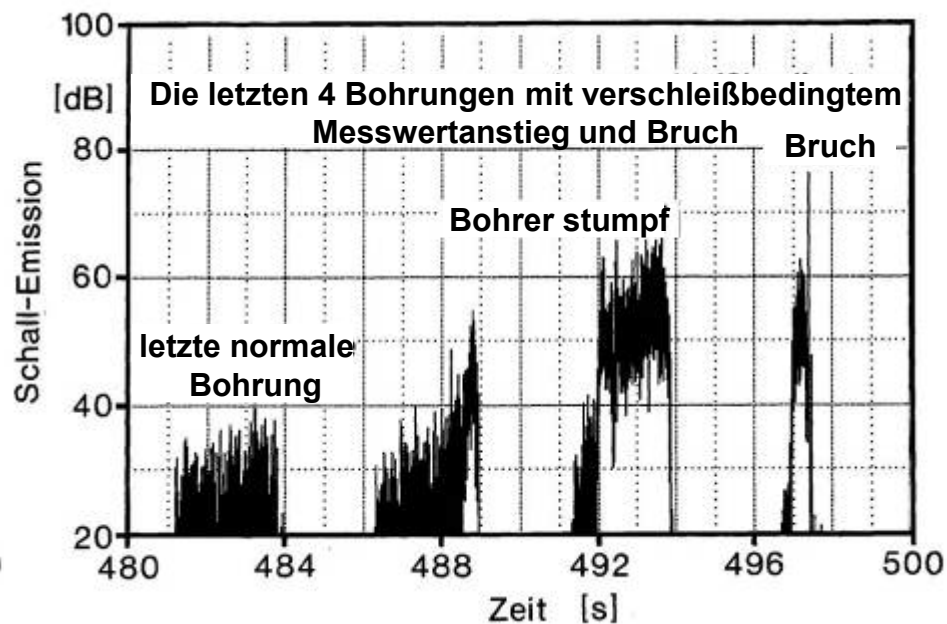
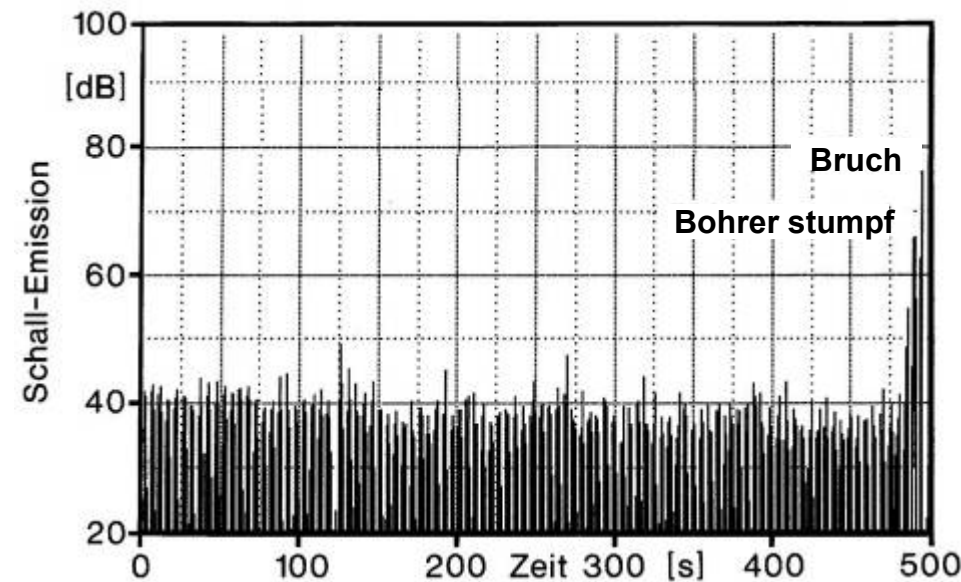
Messwert des Schall-Emissions-Hydrophons (SEH) beim Ausbruch eines 0,2mm langen Stückes aus einem konischen Düsenbohrer Ø 1mm

Messstelle: 1



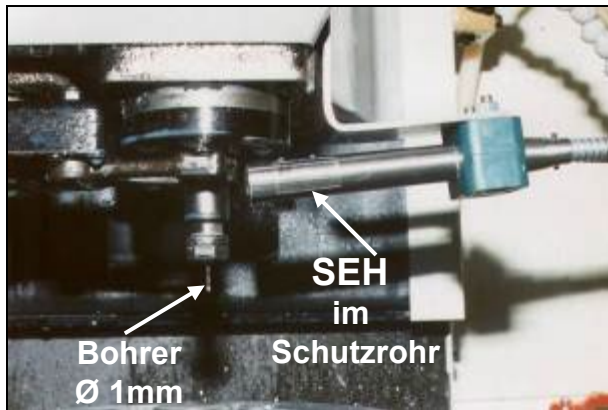
Entwicklung der Schallemission bis zum Bohrerbruch

Beispiel: Spiralbohrer mit $\varnothing$ 3mm, Körperschallaufnahme vom Maschinentisch mit SEA



Beispiele zur Körperschallaufnahme über einen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter

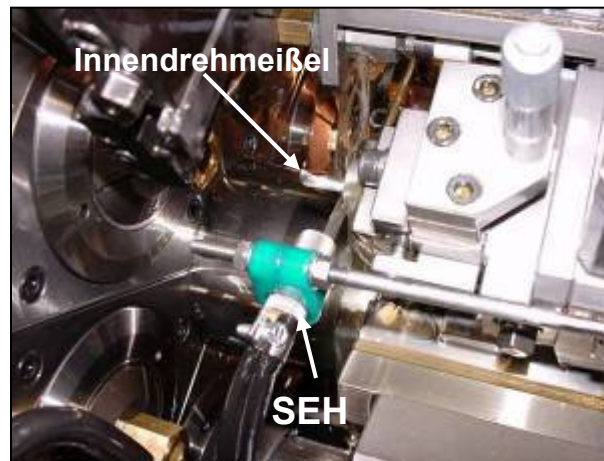
Bearbeitungszentrum



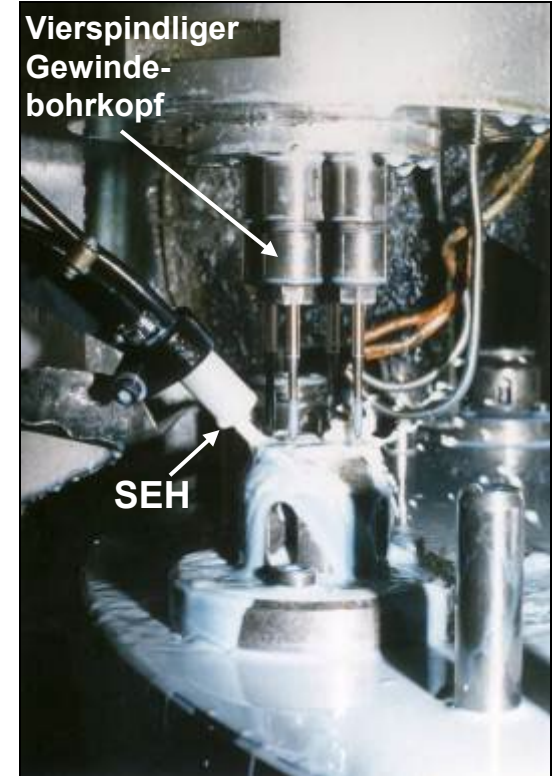
CNC-Drehmaschine



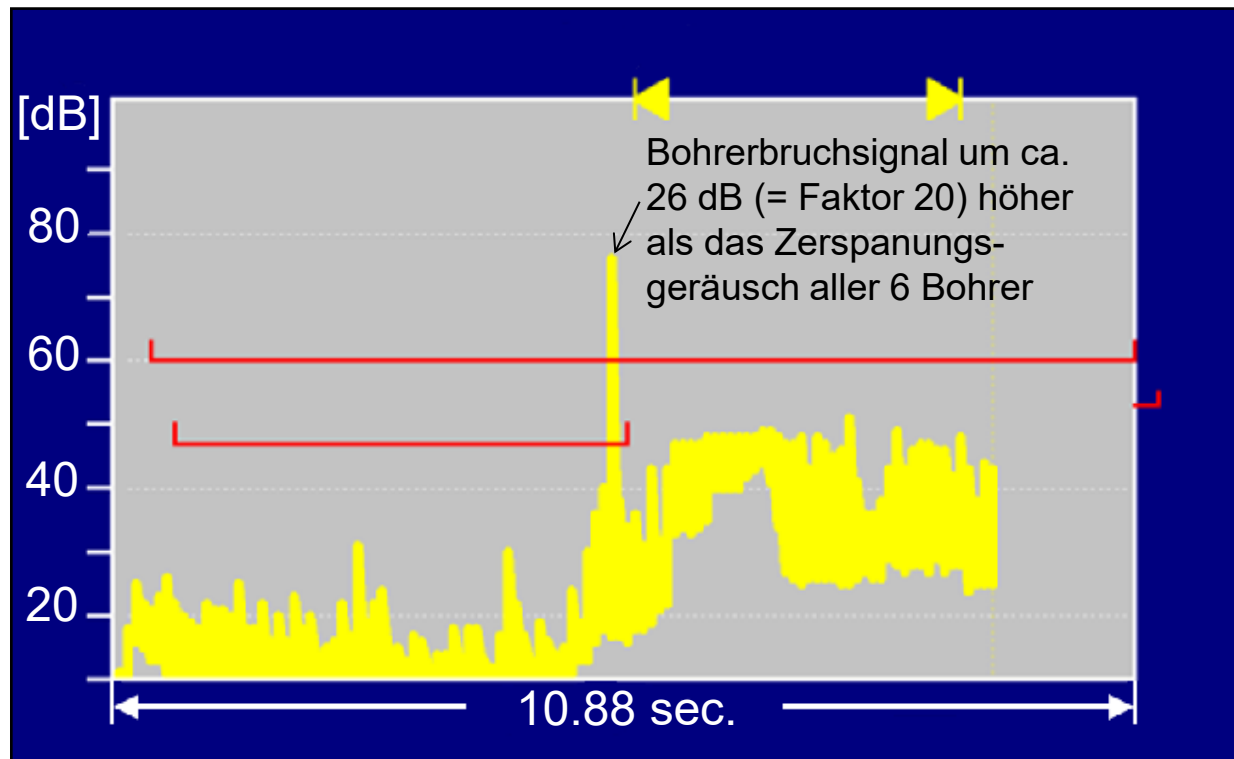
Mehrspindel-Drehautomat



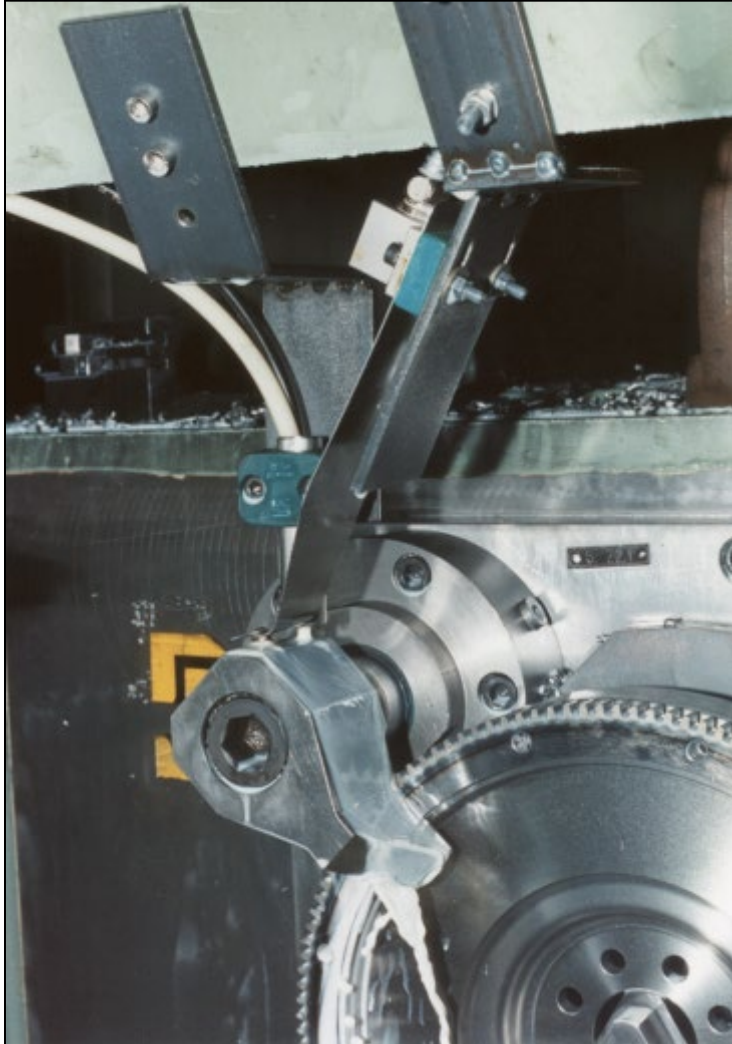
Rundtaktautomat



Messwert des Schall-Emissions-Hydrophons beim Bruch eines 3mm-Bohrers eines 6-spindigen Bohrkopfes



Körperschallaufnahme über ein Federstahlelement als Schallwellenleiter (patentiertes Verfahren)

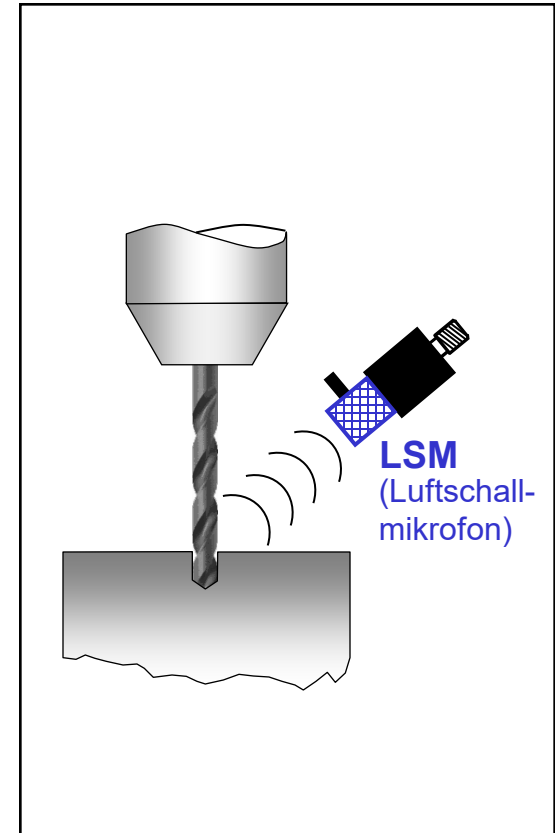


Überwachung eines Mehrspindelbohrkopfes

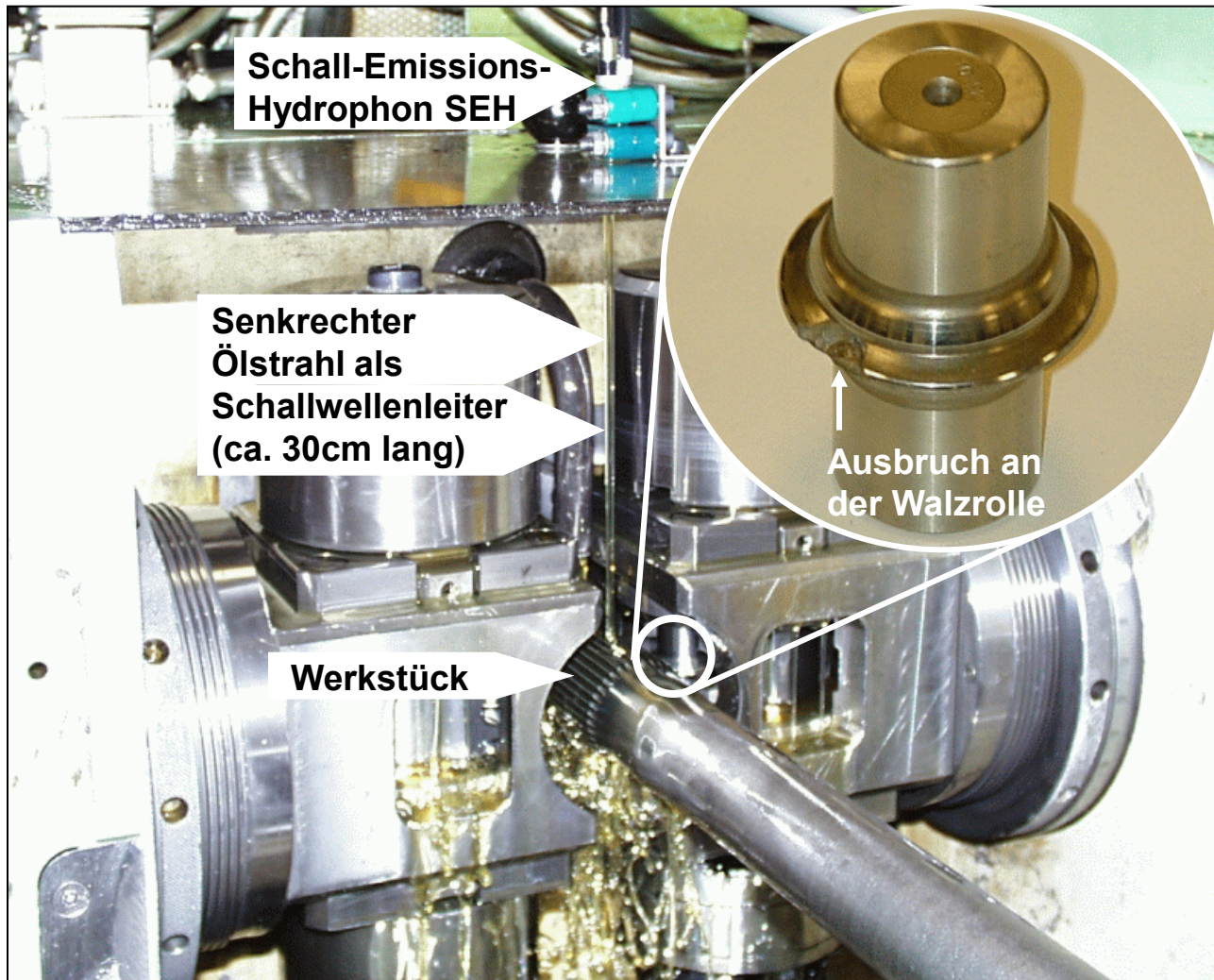
Beispiel:

- 12-spindliger Gewindebohrkopf mit HSS-Gewindebohrern M8
- Die Körperschallaufnahme erfolgt von der Spannpratze der Werkstückspannvorrichtung
- Selbst kleine Ausbrüche einzelner Gewindegänge werden erkannt

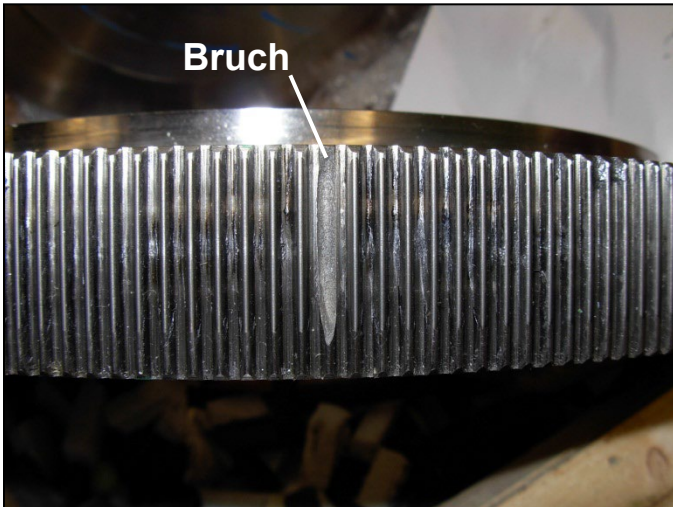
Bohrer- und Fräserüberwachung per Luftschallmikrofon LSM



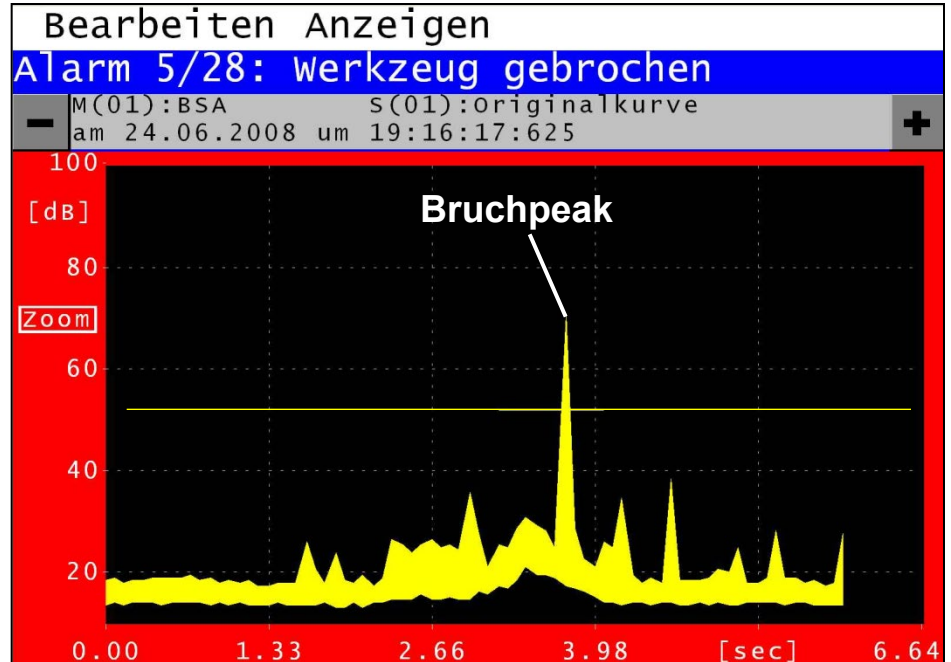
Ausbrucherkennung beim Kaltwalzen von Gelenkwellen



Erkennung von Abplatzungen an Walzwerkzeugen (Profiroll)



Alarmanzeige des Körperschallsignals beim Bruch:



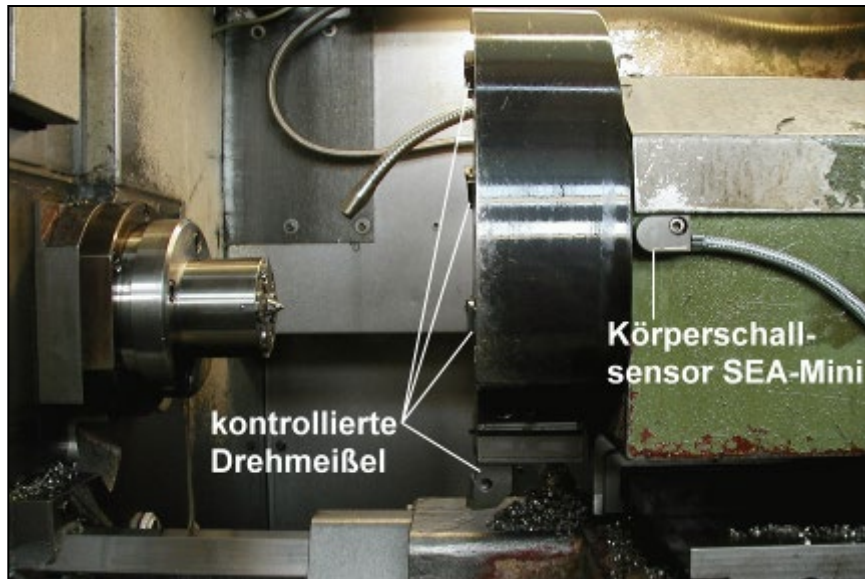
Erweiterungsmöglichkeit:

Kraftmessung mittels Dehnungsaufnehmer DMS-Kralle zur doppelten Absicherung!

Auswertemethode: Anzeige des infolge Ausbruch erhöhten dynamischen Anteils der Walzkraft beim Walzen der nächsten Werkstücke.

Körperschallmessung werkzeugseitig mit dem Sensor SEA(-Mini)

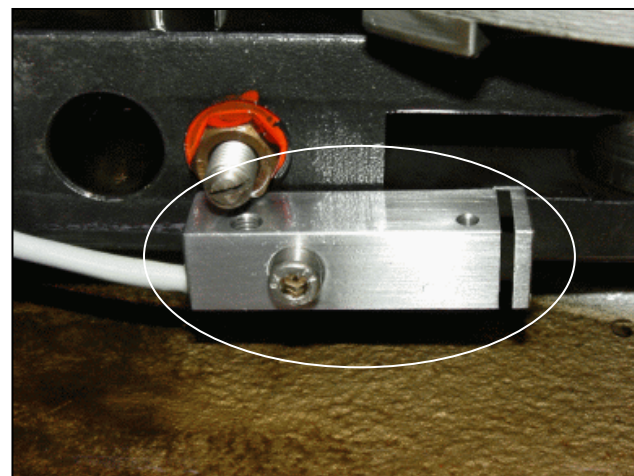
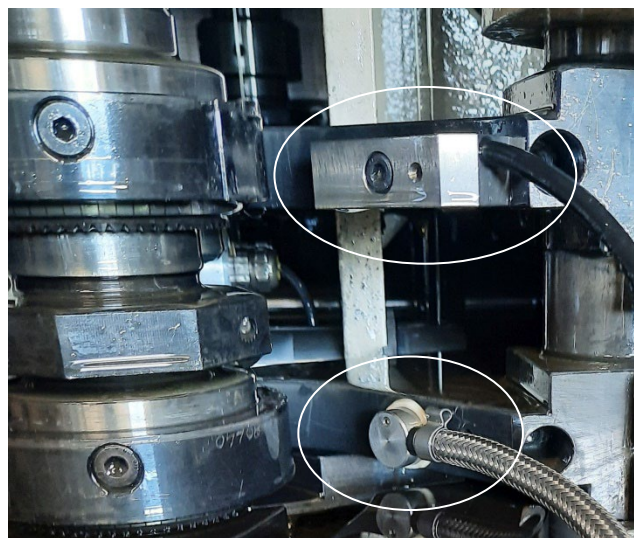
**Körperschallsensor am Revolverkasten in
CNC-Drehmaschine**



**Körperschallsensor unmittelbar am Werkzeug beim
Kollektordrehen**



Vorschubkraftmessung in kurvengesteuerten Mehrspindeldrehautomaten mittels Dehnungsaufnehmern auf den Kulissenhebeln



DMS-Kralle

Messprinzip: Dehnungsmessstreifen
Befestigung: Anschrauben M5 (5 Nm)

Einsatz bei Erfordernis einer hohen Empfindlichkeit bei längerer Messungsdauer

PDA

Messprinzip: Piezoelektrisch
Befestigung: Aufkleben

Einsatz bei Erfordernis einer höchsten Messempfindlichkeit bei kurzer Messungsdauer und bei nicht bekannter oder variabler Kraftrichtung

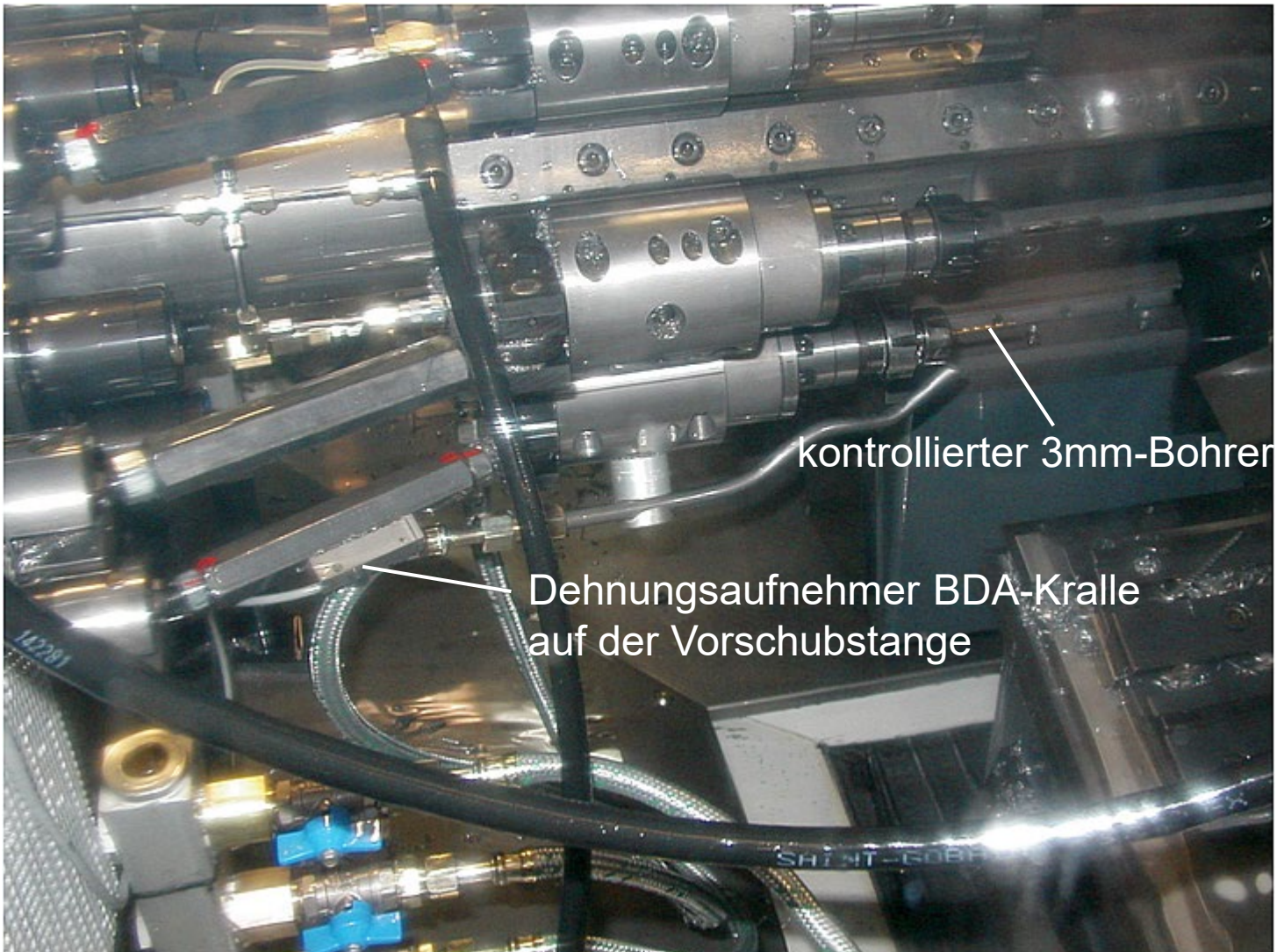
BDA-Kralle

Messprinzip: Wirbelstrom
Befestigung: Anschrauben M5 (3 Nm)

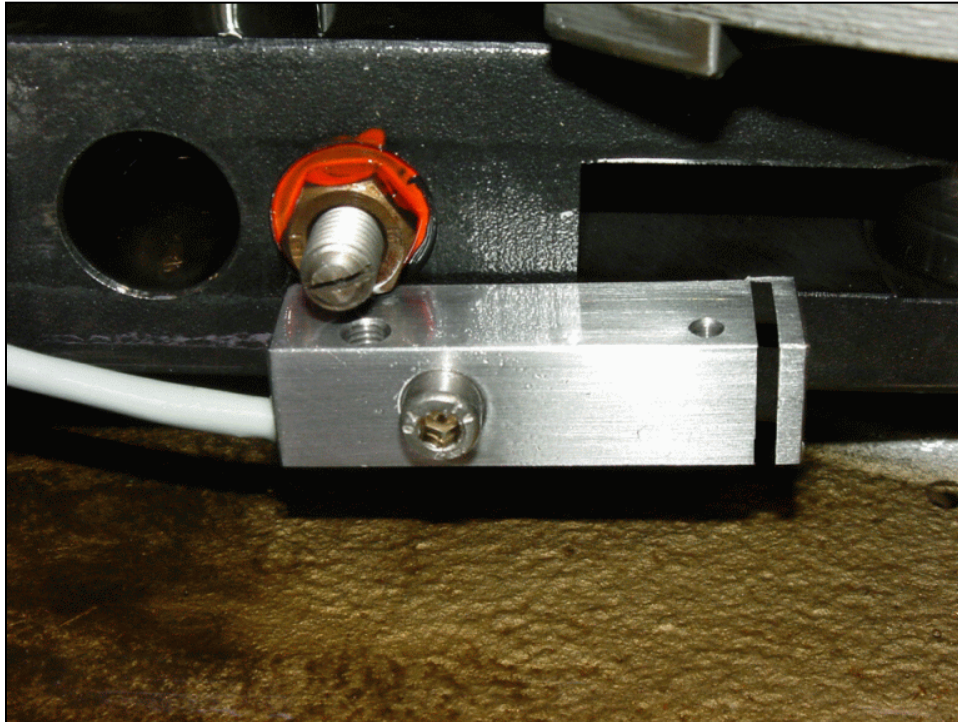
Einsatz bei geringer Anforderung an die Messempfindlichkeit bei längerer Messungsdauer

Messempfindlichkeit	Temperaturdriftabstand	Maximal messbare Dehnung
★	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★
★ ★ ★ ★ ★ ★	★	★ ★ ★ ★ ★ ★
★	★ ★ ★ ★ ★	★

Kraftmessung an der Vorschubstange im Mehrspindeldrehautomaten

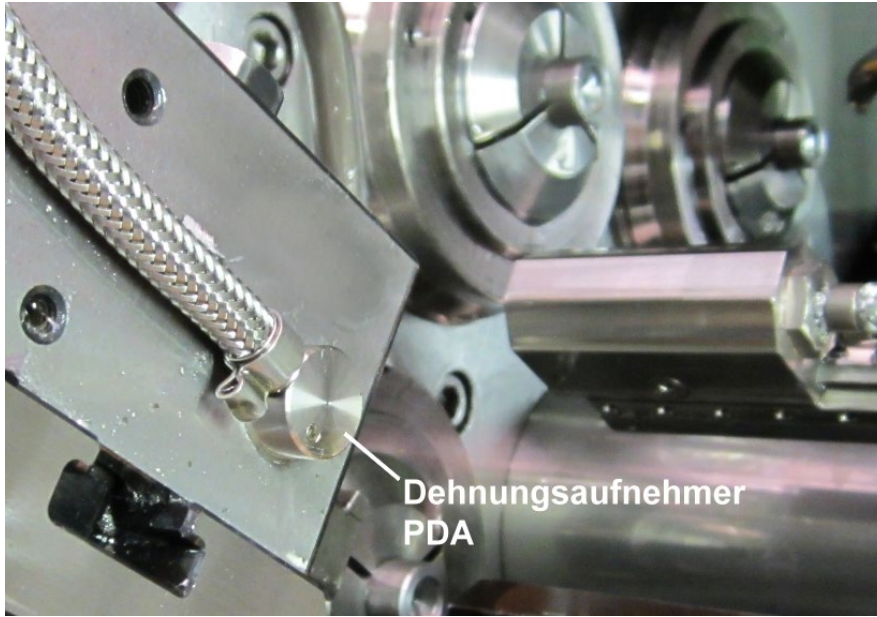


Vorteile des Dehnungsaufnehmers BDA-Kralle



- Montagefläche muss nicht bearbeitet (geebnet) werden
- Weitgehend unabhängig vom Anzugsmoment der Befestigungsschraube (M5)
- Höchste Empfindlichkeit (1 Nanometer)

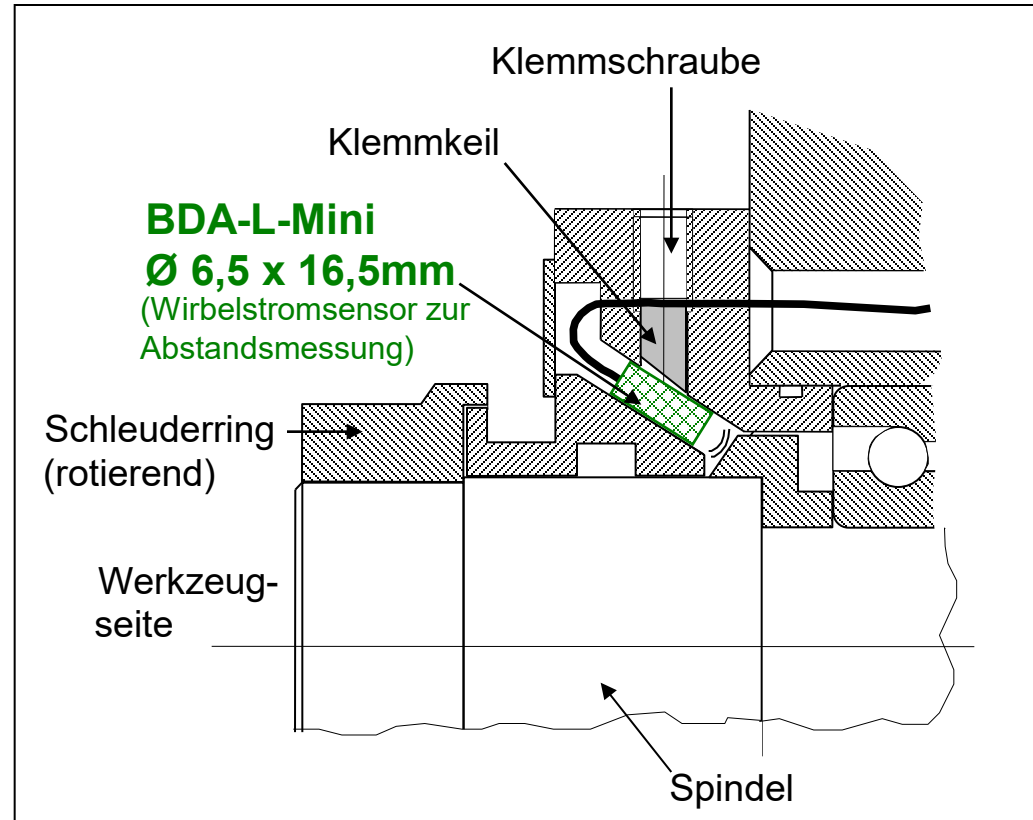
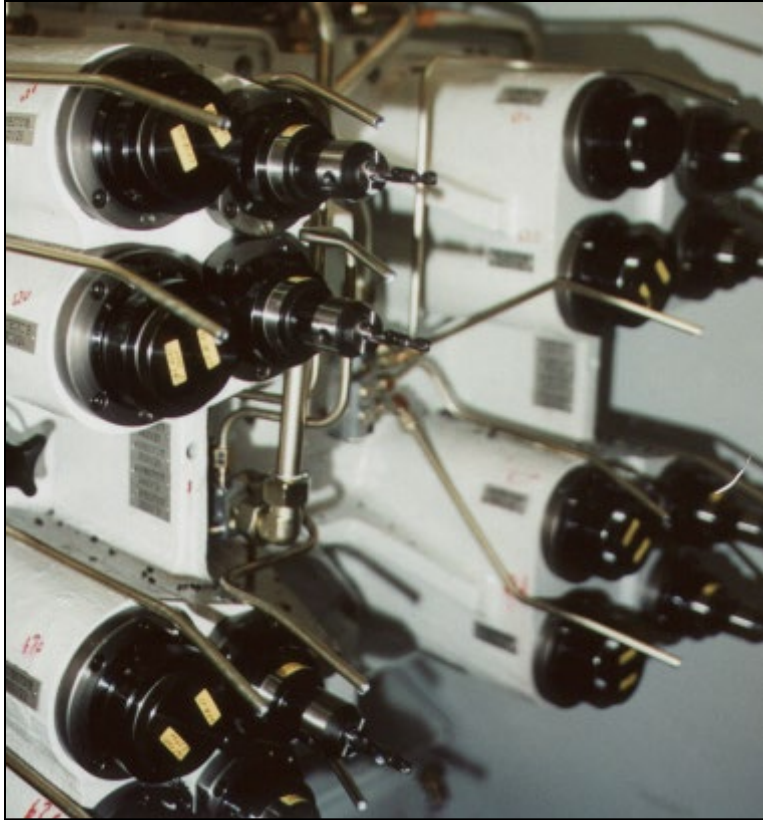
Dehnungs- bzw. Kraftaufnehmer PDA



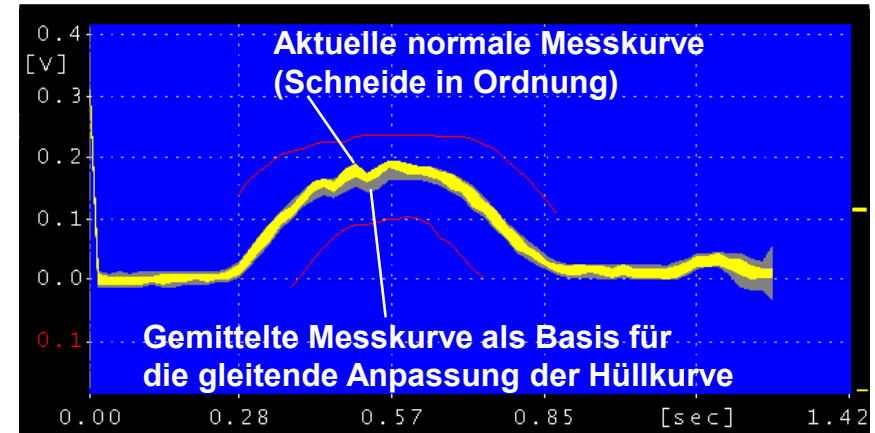
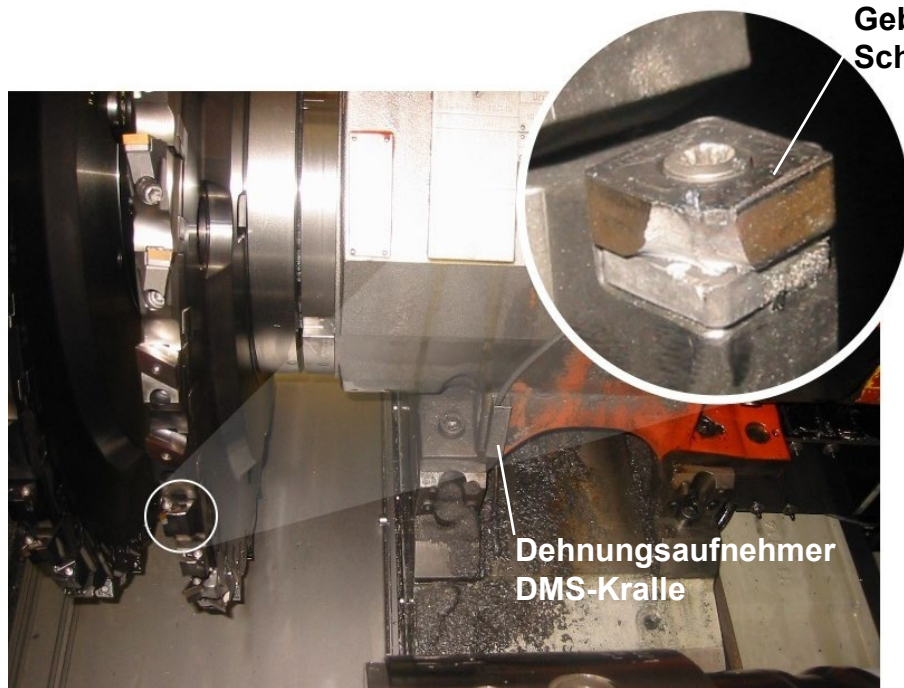
Vorteile

- Befestigung durch Aufkleben (statt Schrauben)
- In alle Richtungen gleiche Empfindlichkeit, d. h. die Kenntnis der genauen Richtung der zu messenden Dehnung ist nicht erforderlich
- Werkzeugnahe Befestigung möglich dank kompakter Bauform (Durchmesser 16 mm, Höhe 8 mm)

Vorschubkraftmessung in Mehrspindelbohrköpfen



Werkzeugbruchkontrolle für das Drehräumen von Kurbelwellen



Messprinzip:

Kontrolle der Schnittkräfte über eine Dehnungsmessung am Fuß des Revolverkastens

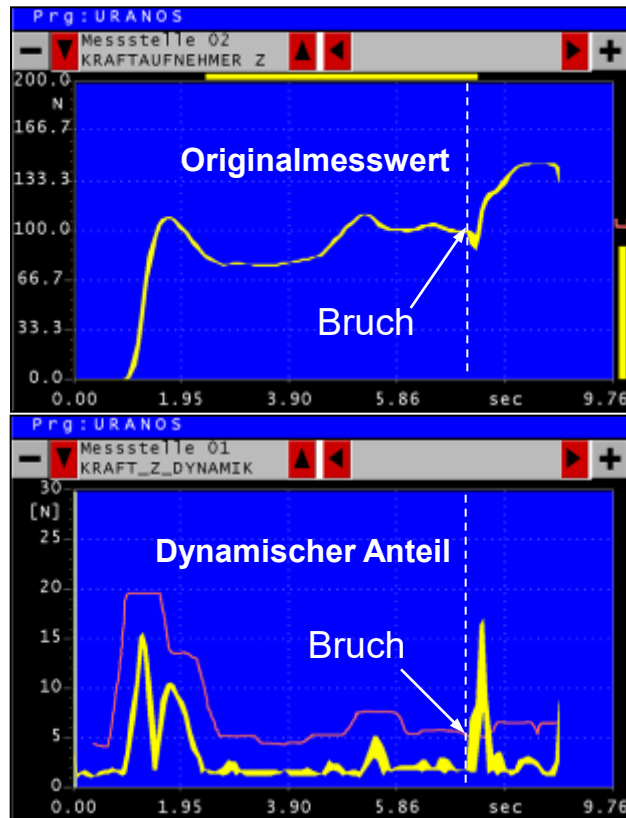
Überwachungsstrategie zur Schneidenbruchkontrolle:

Gleitende Anpassung der Hüllkurvengrenzen von Werkstück zu Werkstück an die Veränderung der Messkurvenhöhe infolge Werkzeugverschleiß, Vorbearbeitung, Werkstoffhärte, Aufmaß und Temperatur. Damit bleibt der Abstand der Hüllkurve zur Messkurve relativ konstant. Die Hüllkurve orientiert sich hierbei mit einem prozentualen Abstand an einer "Gemittelten Messkurve", die durch Mitteln über jeweils die letzten Werkstücke gebildet wird.

Was Werkzeugüberwachung mit einer Kraftmessung leisten kann

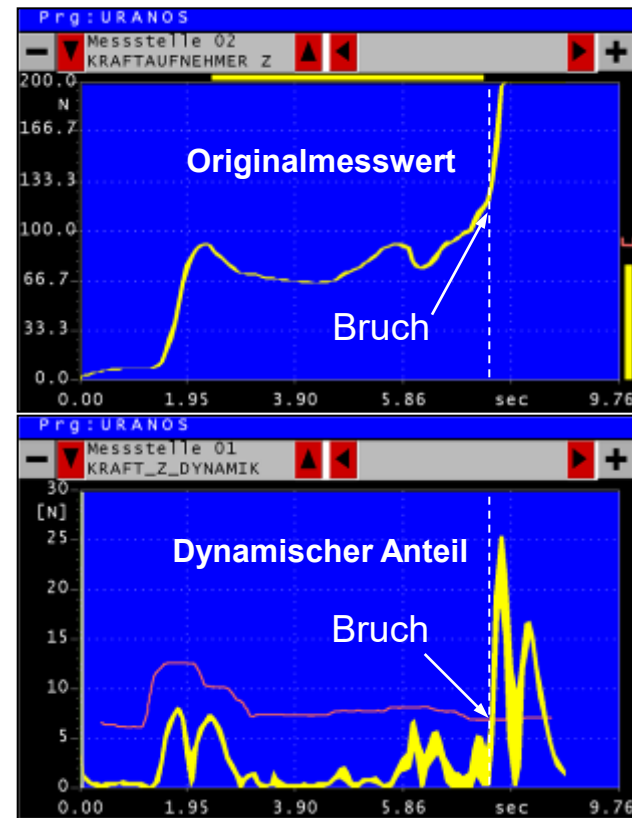
am Beispiel des Ausbruchs von CBN-Platten beim Hartdrehen

Passivkraft von Bruch 1



Dieser Bruch hinterließ im
Werkstück einen
Durchmessersprung von $7\mu\text{m}$
(= Stufe von $3,5\mu\text{m}$)

Passivkraft von Bruch 2



Dieser Bruch hinterließ im
Werkstück einen
Durchmessersprung von $10\mu\text{m}$
(= Stufe von $5\mu\text{m}$)

Überwachung und Steuerung bei der Zahradbearbeitung

Wälzfräsen

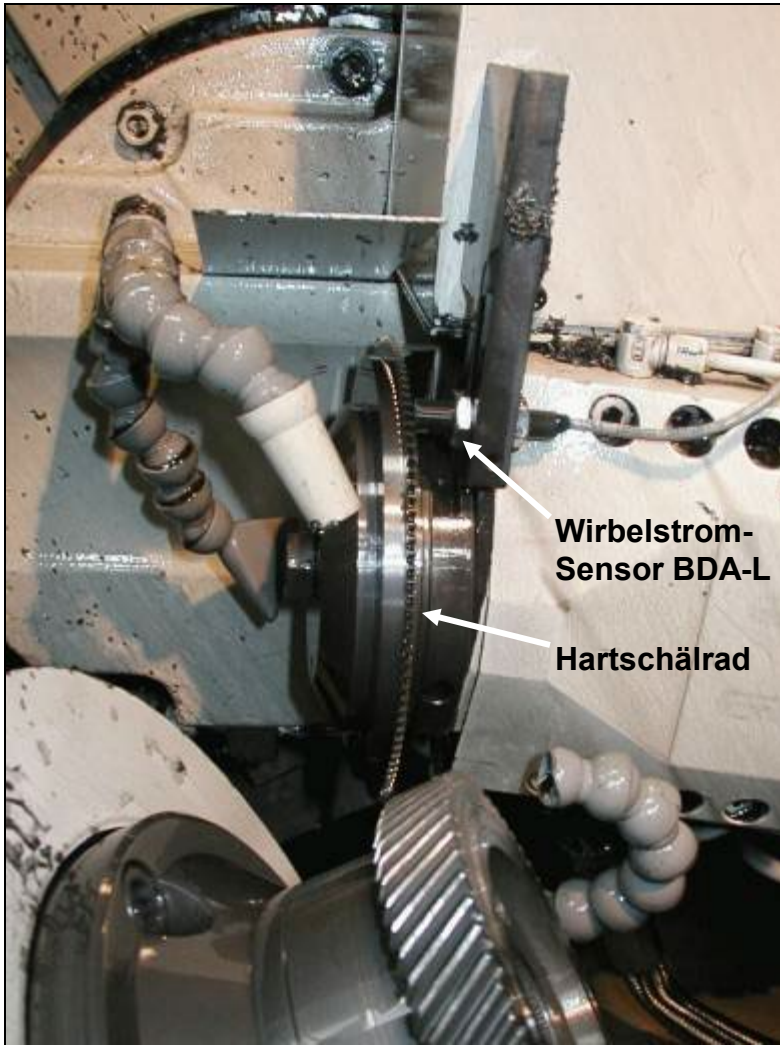
- Verschleißerkennung
- Ausbruchererkennung
- Kontrolle auf falsche Rohteildurchmesser

Wälzschleifen, Profilschleifen, Honen, Coronieren

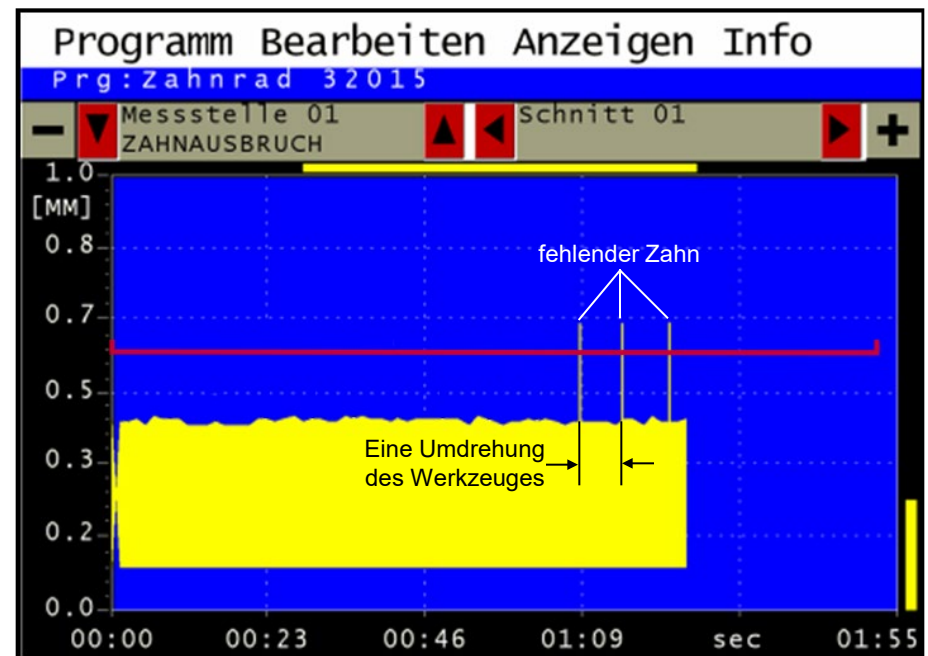
- Verschleißerkennung
- Ausbruchererkennung
- Steuerung des Einmittens
- Kontrolle der Einmittungsqualität
- Vermeidung eines zu hohen Zeitspannungsvolumens
- Luftschnittverkürzung
- Abrichtzustellungsüberwachung



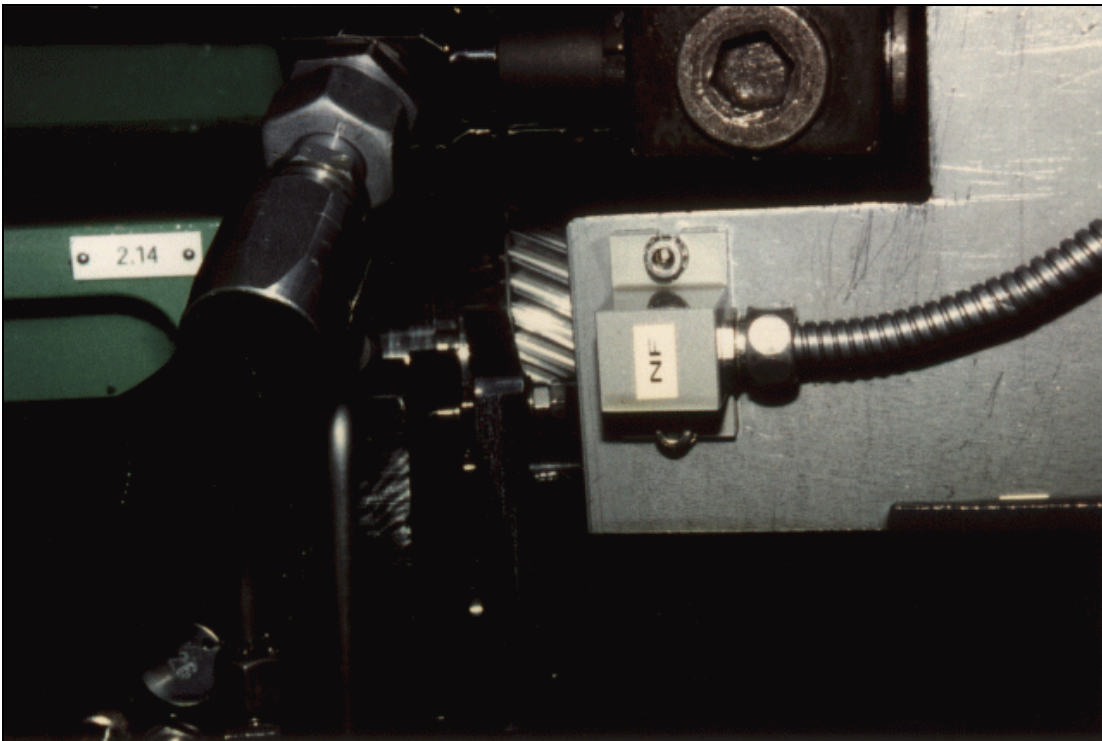
Zahnbruchkontrolle beim Hartschälen



Kontrolle des Hartschälrades auf Zahnausbruch mit dem Wirbelstromsensor BDA-L



Ausbruchkontrolle beim Hartschaben auf Hurth



Messprinzip:

Kontrolle des Prasselgeräusches beim Auftreffen der Korundpartikel auf die Prallbleche vor und hinter dem Werkstück

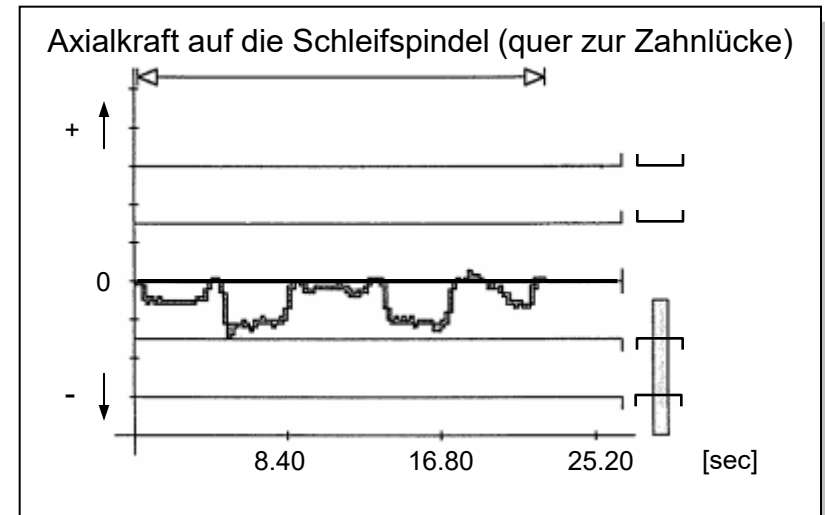
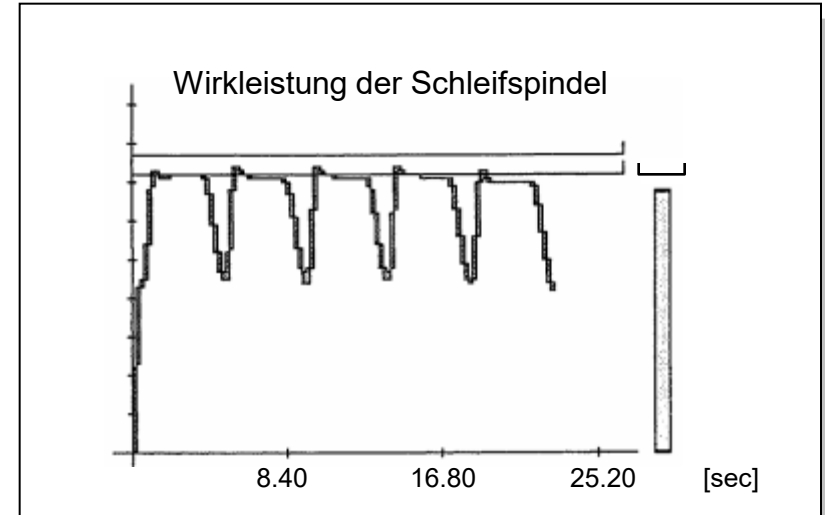
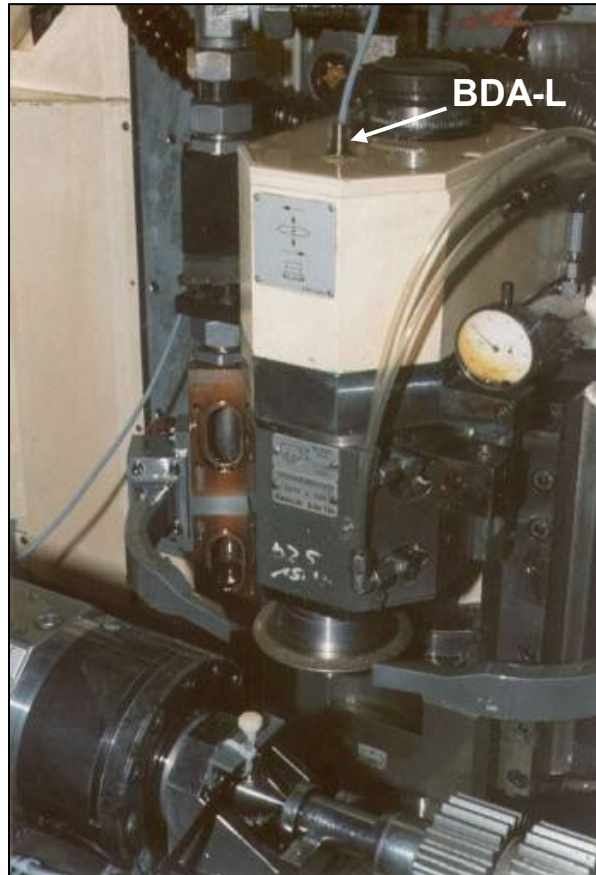
Sensor:

Körperschallaufnehmer NF-SEA

Überwachung auf Einmittung, Schleifaufmaß und Verschleiß beim Verzahnungsschleifen

Schleifen von 5 Werkstücken in einer Aufspannung

Einmittungskontrolle: Messung der Axialkraft auf die Schleifspindel mittels deren axialen Auslenkung.
Sensor: berührungsloser Wegaufnehmer BDA-L



O-Ton zur Einmittungsregelung per Spindelkraftmessung auf Kapp Profilschleifmaschinen

[Kunden-Login](#) [Impressum](#)  



NORDMANN

Werkzeugüberwachung und Prozess-Steuerung

[Home](#)
[Neuigkeiten](#)
[Das Unternehmen](#)
[O-Töne unserer Kunden](#)
[Wozu Werkzeugüberwachung?](#)
[Warum Nordmann?](#)
[Wo wird wie gemessen?](#)
[Überwachungsstrategien](#)
[Produkte](#)
[Präsentation](#)
[Veröffentlichungen](#)
[Kontakt](#)

O-Töne unserer Kunden

Adam Opel GmbH, Rüsselsheim



Jürgen Groß, Tool Manager

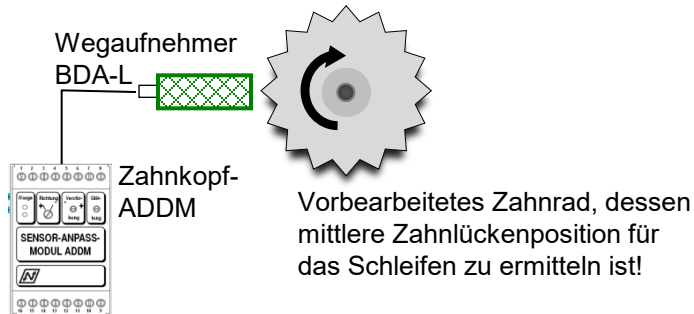
Aufgabe: Prozessbegleitende Überprüfung des mittigen Schleifens von Zahnrädern auf Zahnradschleifmaschinen von Kapp, um sowohl teilweise einseitiges Schleifen von Zahnlücken zu vermeiden, als auch größere Standzeiten der galvanisch belegten CBN-Schleifscheiben zu erreichen.

Sensorik: Berührungsloser Wegaufnehmer (BDA) am Ende der Schleifspindel, montiert im Deckel des Zahnriemengehäuses.

Überwachungsmethode: Messung und Grenzwertkontrolle der elastischen Verlagerung der Schleifspindel. Bei Überschreitung von Grenzwerten Korrektur des Winkels der Werkstückdrehachse (A-Achse) in beide Richtungen.

Zitat: „Die Standzeiten gingen um 50% rauf. Außerdem müssen nun die Werkstücke viel seltener vermessen werden.“

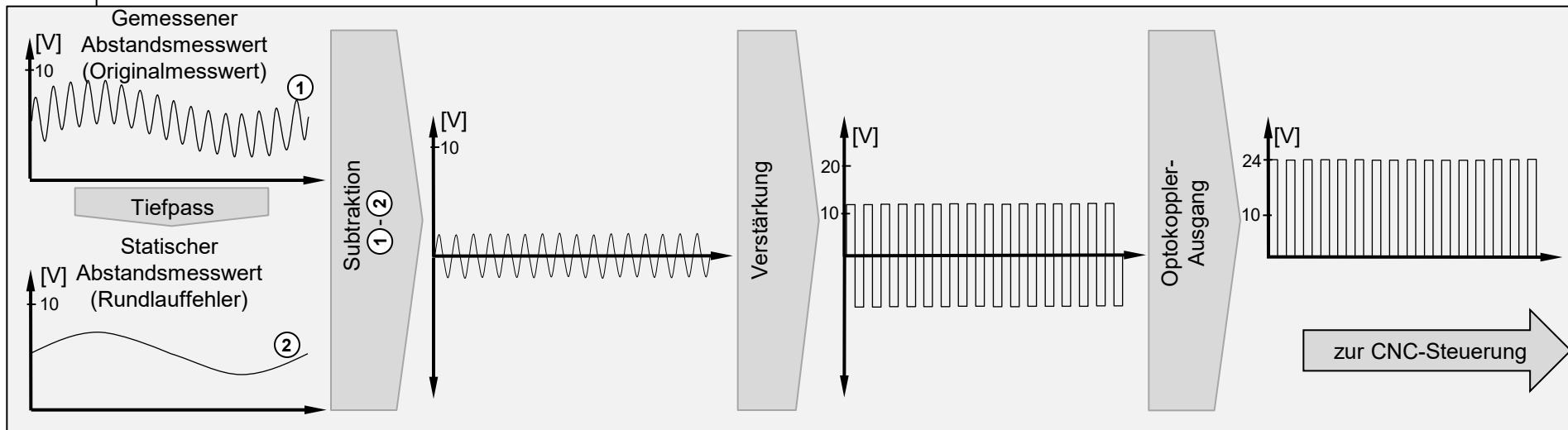
Einmitten von Zahnradern mittels induktiver Wegaufnehmer



Zahnkopf ADDM:



Wegaufnehmer BDA-L:

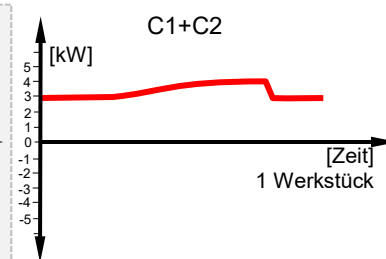
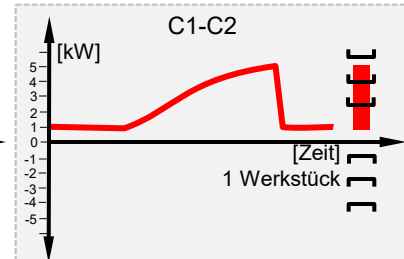
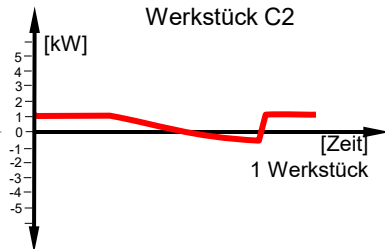
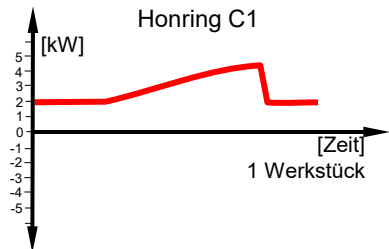


Besondere Merkmale:

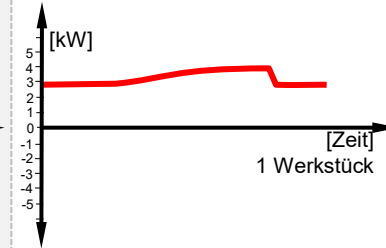
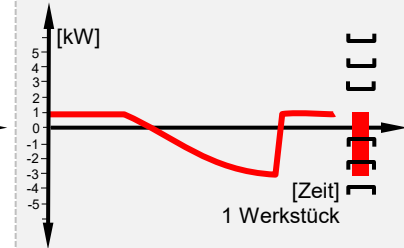
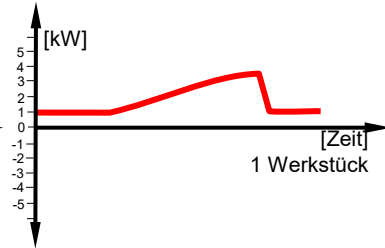
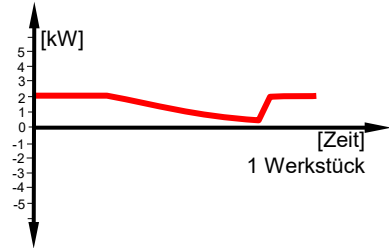
- Zahnlückenerkennung auch bei Modul 0,2 möglich (mit Wegaufnehmer Ø 3 x 2,5).
- Kompensation von Durchmesserunterschieden der Zahnräder.
- Kompensation von Rundlauf Fehlern der Zahnräder.

Regelung der Einmittleistung mittels Differenzleistungsauswertung der Wirkleistung von Honring und Werkstück

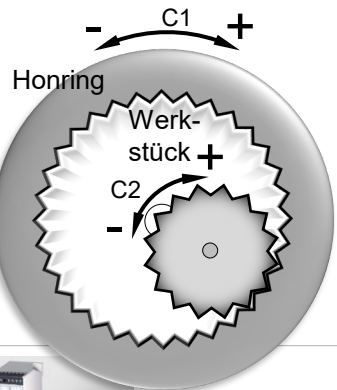
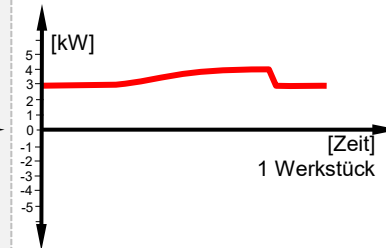
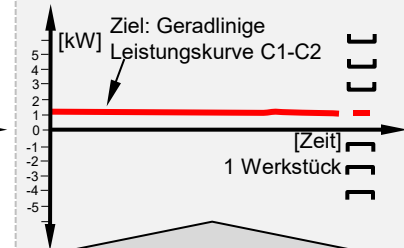
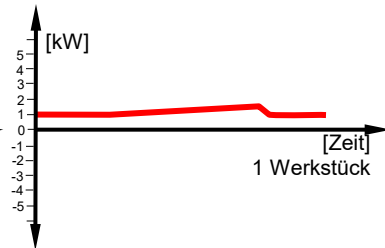
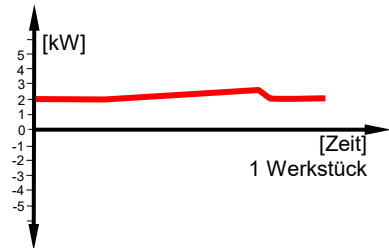
1)
Honring trifft Werkstück-
zahnflanke außermittig
=> Honring **treibt**
Werkstück an
=> Einseitiger Abtrag
= n. i. O.



2)
Honring trifft Werkstück-
zahnflanke außermittig
=> Honring **bremst**
Werkstück ab
=> Einseitiger Abtrag
= n. i. O.



3)
Honringzähne treffen
Werkstückzähne mittig
=> Gleichmäßiger Abtrag
= i. O.



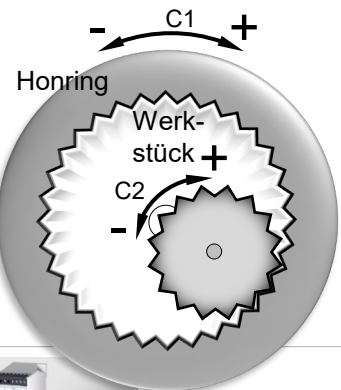
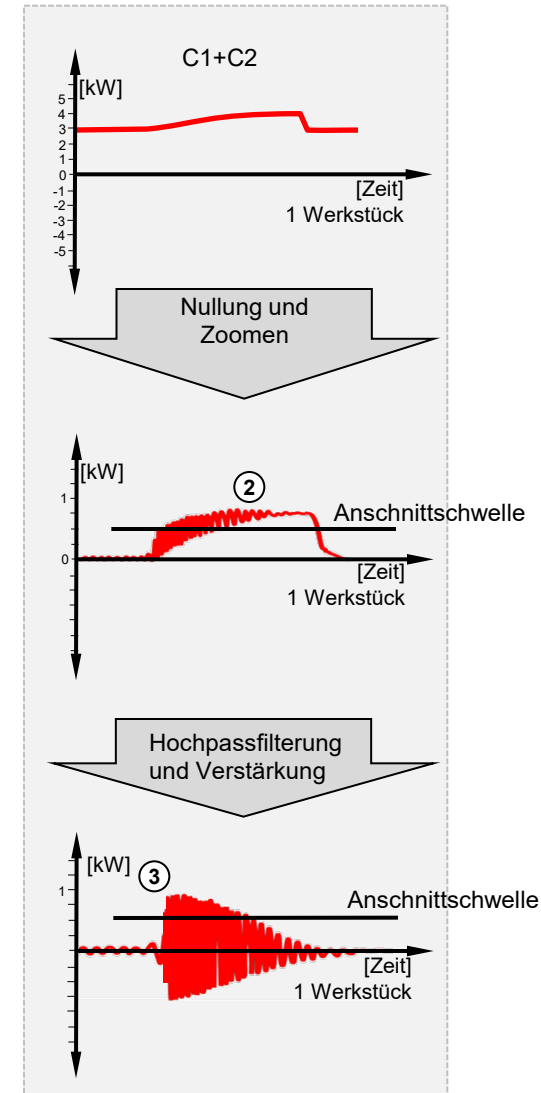
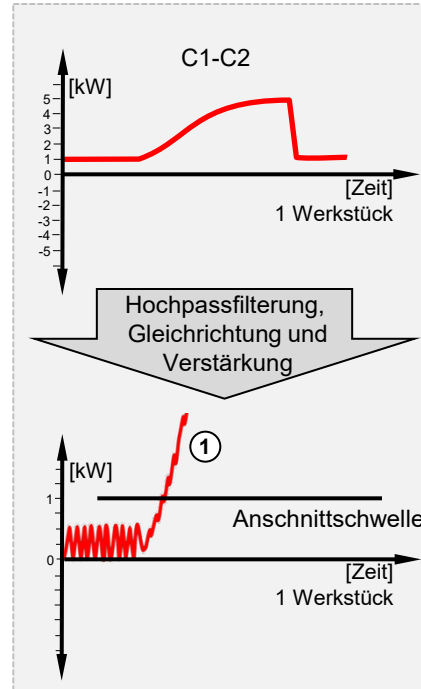
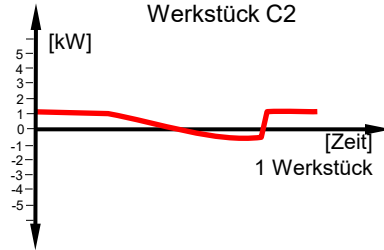
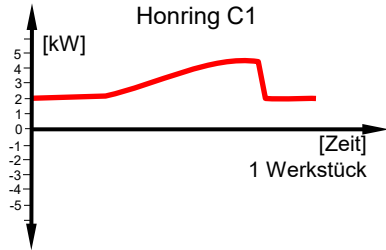
Vorteile:

- Verringerung des nötigen Aufmaßes durch Vermeidung partiell ungehonerter Zahnflanken
- Verkürzung der Prozesszeit
- Verringerung des Schleifscheibenverschleißes
- Verbesserung der Werkstückqualität

Differenzleistungsauswertung der Wirkleistung von Honring und Werkstück sichert den gleichmäßigen Abtrag auf beiden Zahnflanken des Werkstücks.

Methode: Regelung des Winkelbezugs zwischen Honring und Werkstück im Sinne einer geradlinigen Leistungskurve C1-C2

Anschnitterkennung beim Honen mittels Summen- und Dynamikauswertung der Wirkleistung von Honring und Werkstück

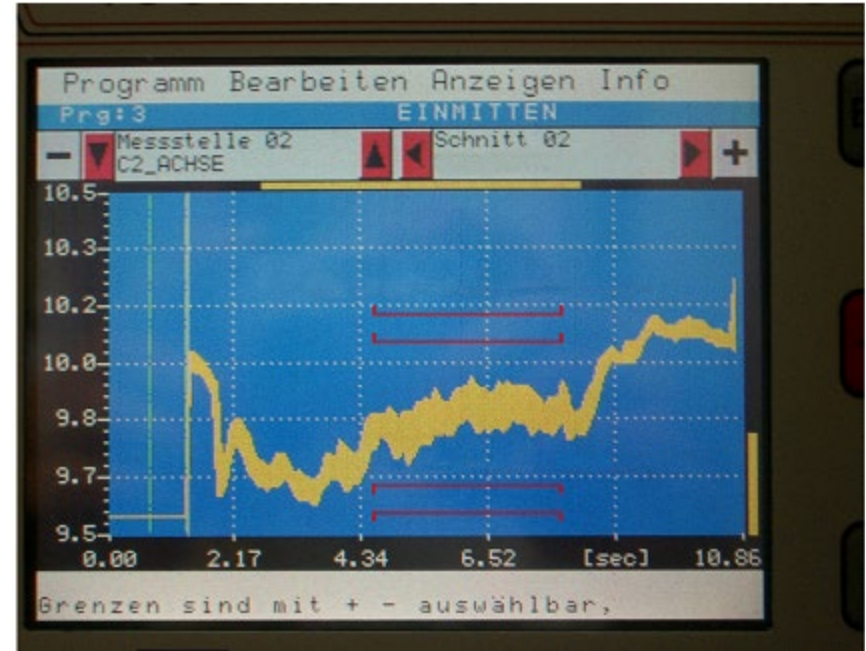


Vorteil:

Zeitlich parallel wirkende Anschnittsschwellen für die Messwerte ①, ② und ③ erhöhen die Sicherheit bei der Anschnitterkennung. Die zuerst verletzte Anschnittschwelle schaltet die Maschine vom relativ schnellen Annäherungsvorschub auf den langsameren Arbeitsvorschub um.

Regelung der Einmittleistung mittels Wirkleistung des Werkstücks beim Wälzschleifen

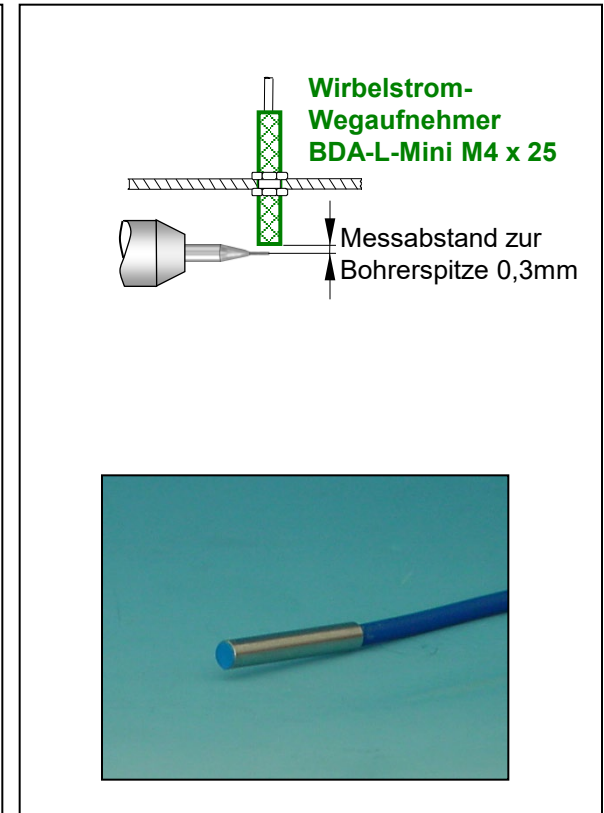
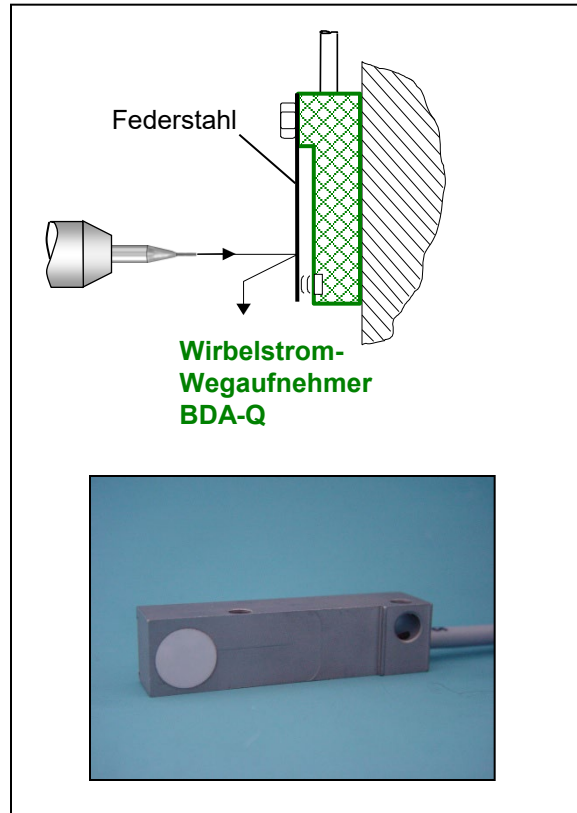
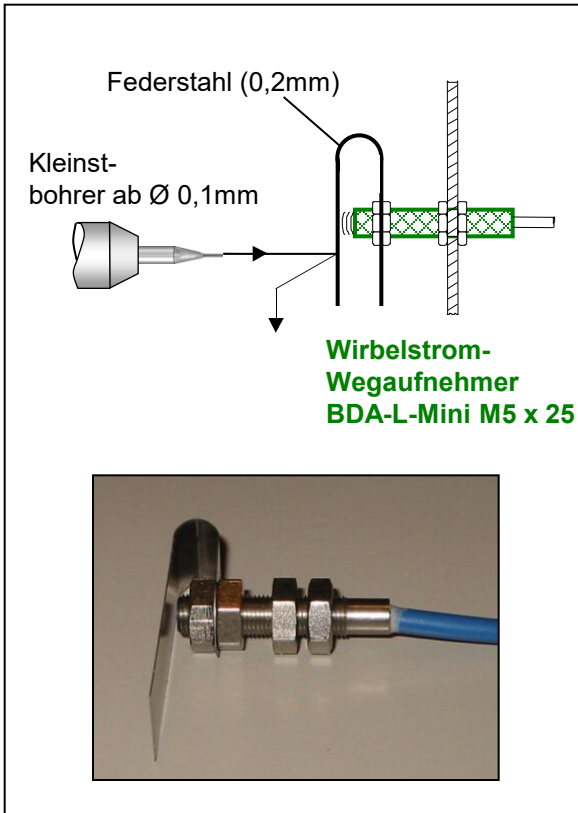
Beispiel: Liebherr LCS bei VW Salzgitter



Strategie:

Kontrolle der Werkstück-Leistung C2 mit oberer und unterer Grenze während des Vorschleifens. Bei Berührung der oberen oder unteren Grenze erfolgt eine Winkelkorrektur vor dem nachfolgenden Fertigschleifen. Dadurch werden partiell ungeschliffene Zahnflanken vermieden.

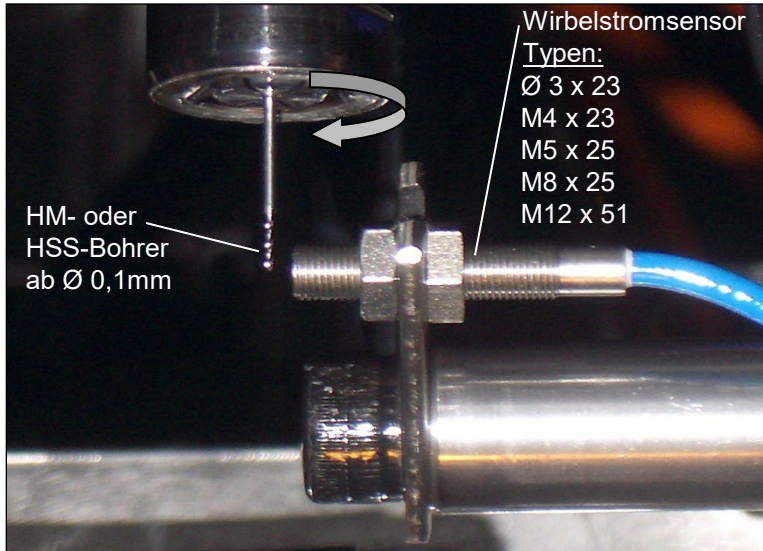
Werkzeuglängentaster für Kleinbohrer



Besondere Eigenschaften:

- Prüft Kleinbohrer ab $\varnothing 0,1\text{ mm}$
- Prüfung des Bohrers in Bearbeitungszentren „im Vorbeiflug“, d. h. geringe Prüfzeit
- Auflösung im μ -Bereich, d.h. auch als Toolsetter einsetzbar

Kontrolle auf Bruch, Ausbruch, Rundlauf und Schneidstoff



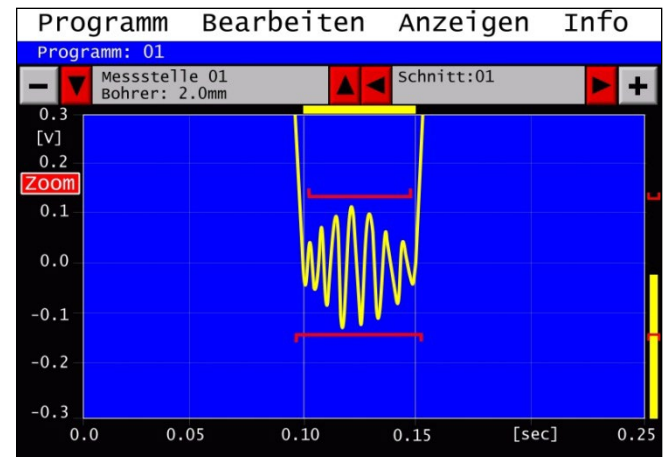
Messprinzip:

Kontrolle der Bohrerspitze mit einem Wirbelstromsensor bei seitlicher Vorbeifahrt des rotierenden Bohrers (z.B. im Bearbeitungszentrum auf dem Weg zum bzw. vom Magazin)

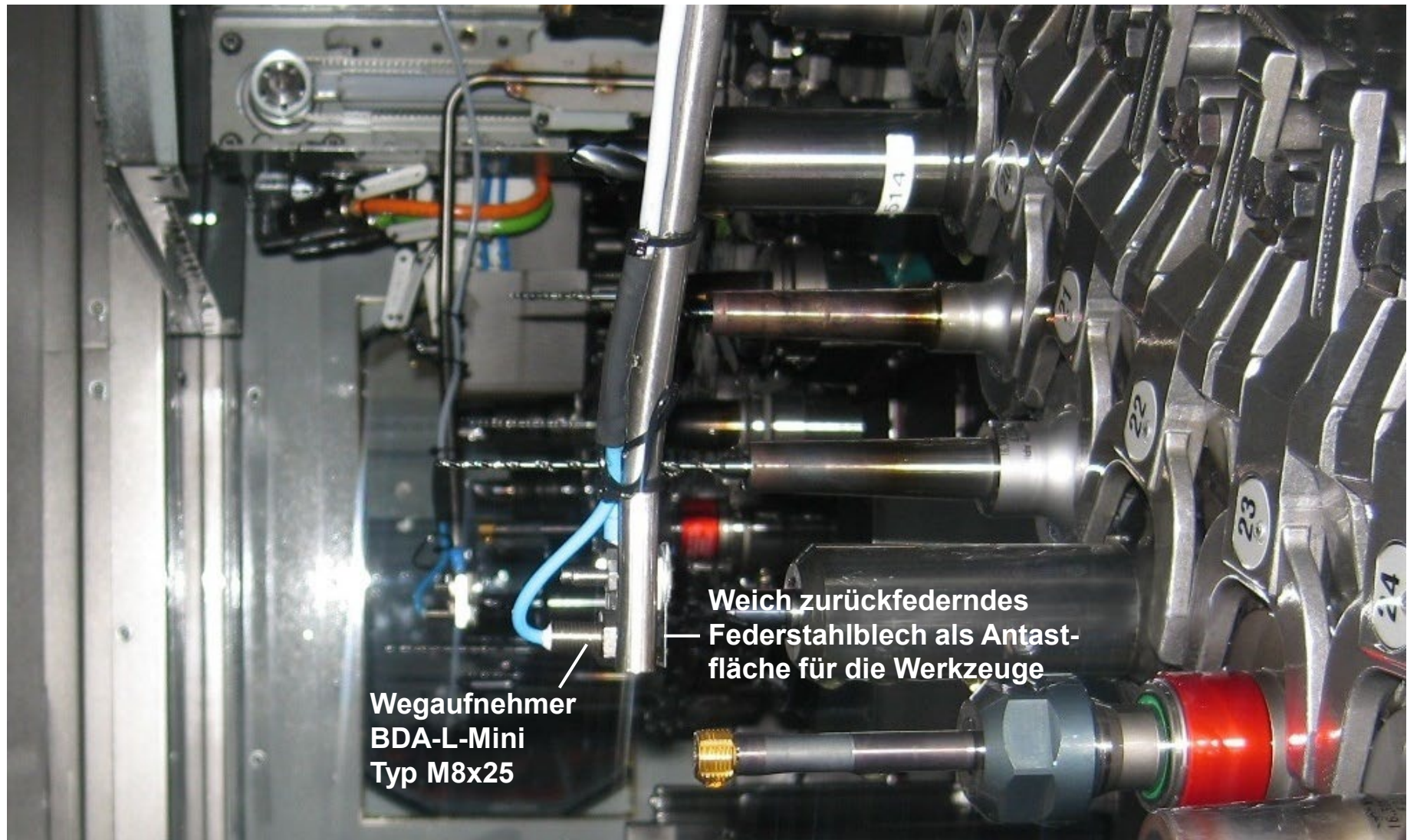
Messkurve zur Kontrolle auf Bruch, Ausbruch, Schneidstoff (HSS, HM)



Messkurve (dynamischer Anteil) zur Kontrolle auf Rundlauffehler

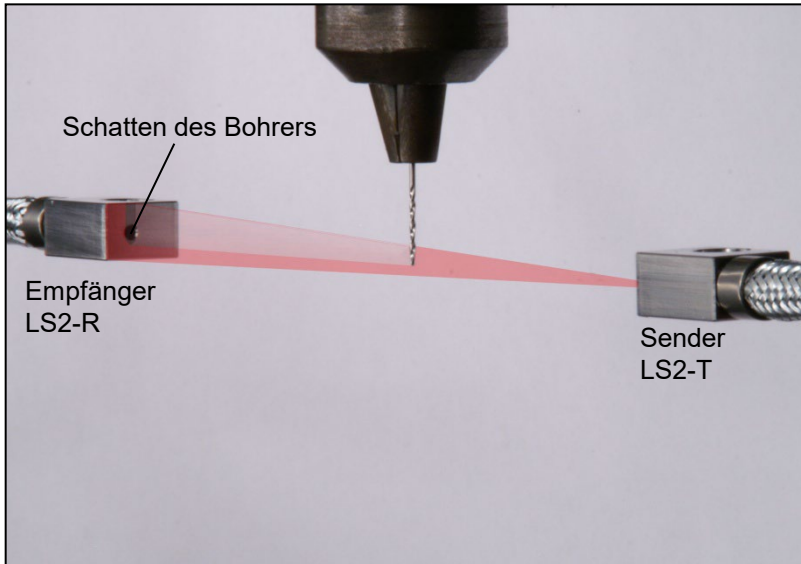


Umbau einer mechanischen Werkzeuglängenkontrolle (Grob) zur Ermöglichung der Kontrolle von Kleinstbohrern ab ca. $\varnothing$ 0,5 mm

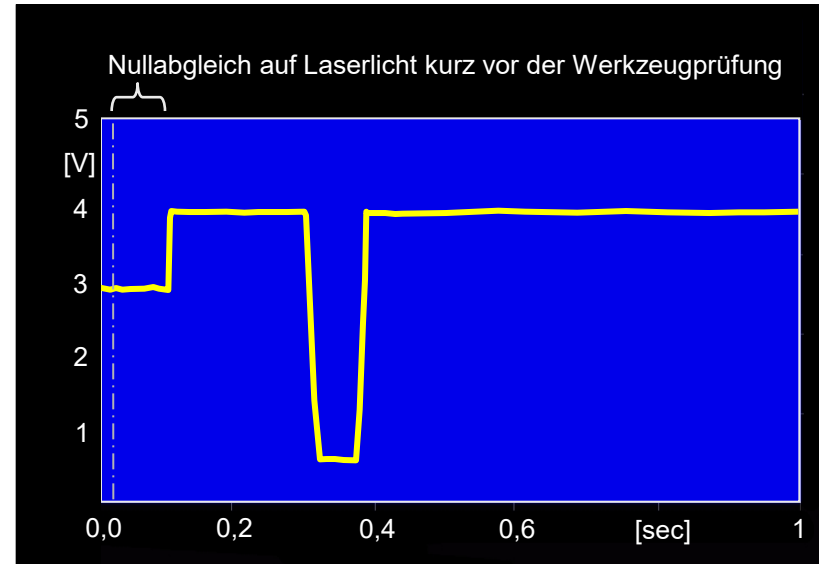


Schneidenbruchkontrolle mittels Laserlichtschranke LS2

Unfokussierter Laserstrahl erzeugt Schatten auf Empfänger LS2-R



Auswertung der Abschattung mittels Nullung auf das Laserlicht kurz vor der Abschattung



Besondere Eigenschaften:

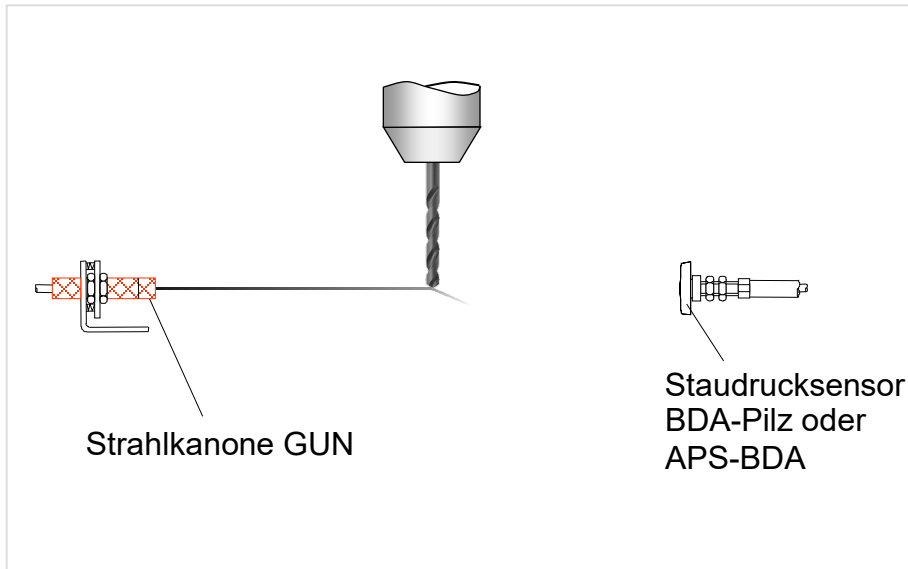
- Nicht fokussierter Strahl ist unempfindlich gegen Verschmutzung
- Hohe Restlichtausnutzung bei Verschmutzung, auch bei Lichtstärkeschwächung um Faktor 10 – 100
- Kein Sperrluftanschluss erforderlich (d. h. keine Wartungseinheit, Ventile, Ansteuerung und Druckluftkosten)
- Keine Beeinträchtigung durch Fremdlicht (Sonne oder Kunstlicht)
- Detektion geringster Werkzeugbeschädigungen und Werkzeugpositionskontrolle beim
- Nullpunktgleich auf die Laserlichtstärke kurz vor der Abschattung
- Minimaler Bauraum
- Überwachbare Bohrerdurchmesser: Montageabstand LS2-R/LS2-T: 20 mm: Ø 0,05 mm
200 mm: Ø 0,5 mm

Maße:

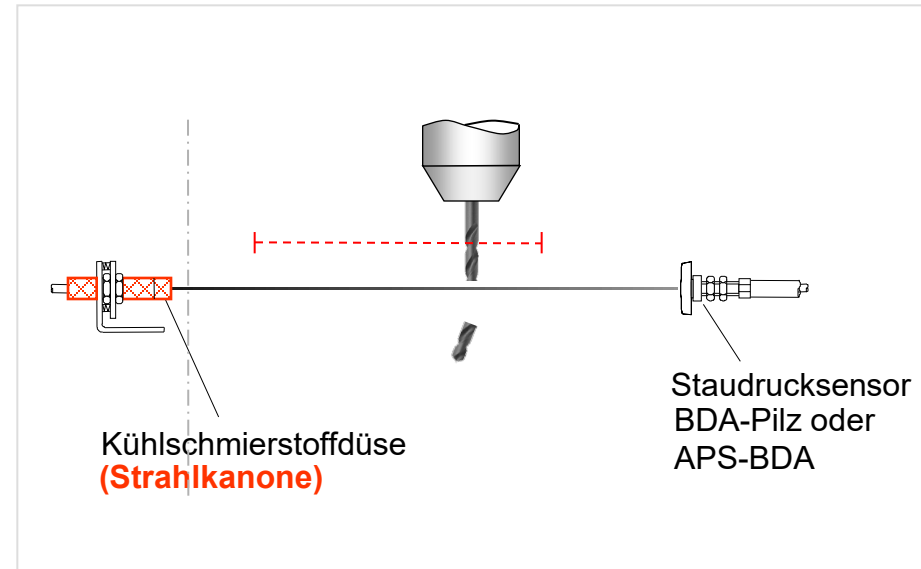
- Sender und Empfänger: 15 mm x 10 mm x 20 mm
- Standardkabelänge: 5 m (größere Längen möglich)

Bohrerbruchkontrolle mit einer Kühlschmierstoff-Strahlschranke (patentiert)

Bohrer i.O.



Bohrer gebrochen oder nicht im Prüfstrahl



Staudrucksensoren:

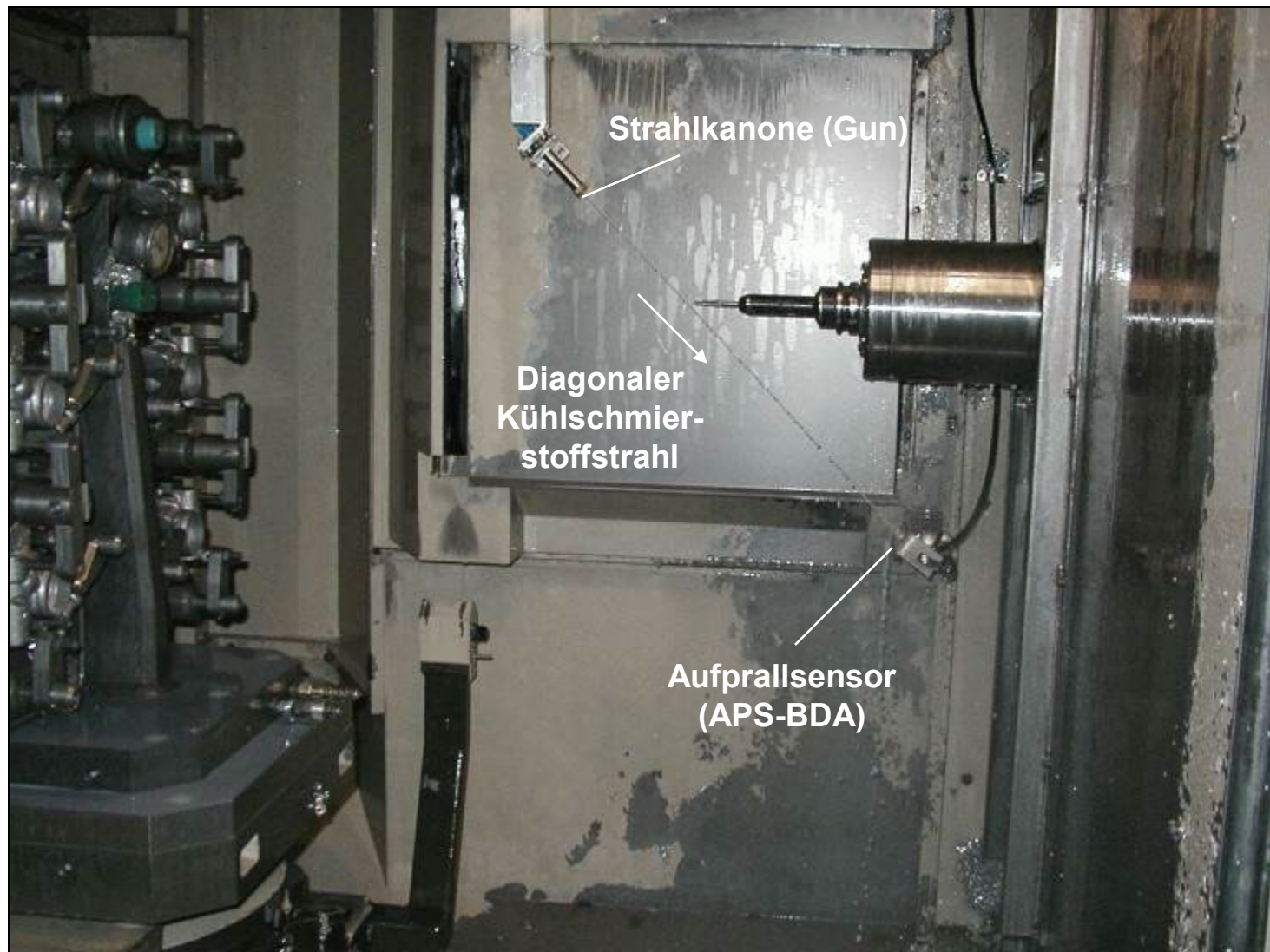


Besondere Eigenschaften:

- Einfache Montage
- Verschleißfrei und verschmutzungsunabhängig
- Kein störender Prüfdraht im Arbeitsraum
- Kleinste Bohrer ab $\varnothing 0,1$ mm können kontrolliert werden
- Wird von aus dem Bohrer laufendem Kühlschmierstoff nicht gestört
- Erkennt den Bohrer auch beim Durchfahren des Prüfstrahls im Eilgang (bis 120 m/min)

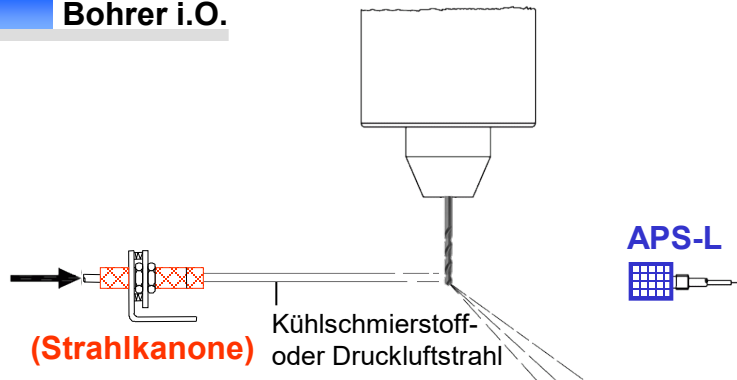


Werkzeuglängenprüfung mit der Kühlschmierstoff-Strahlschranke

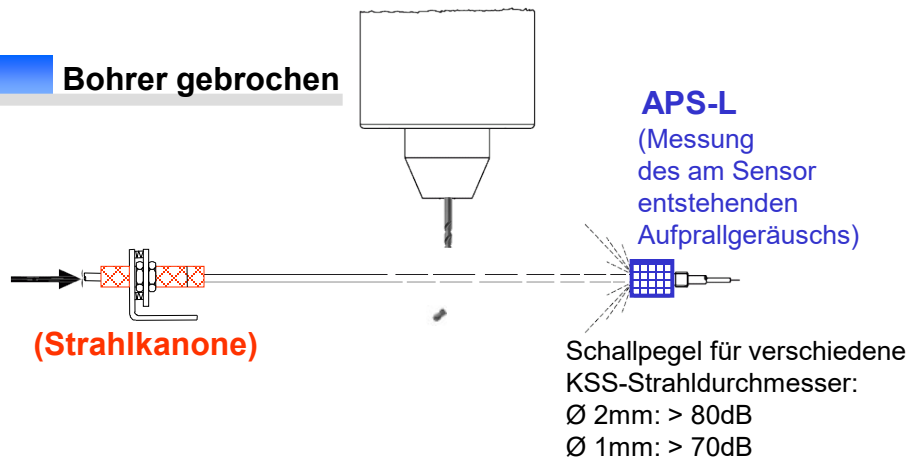


Strahlschranken mit Messung des Aufprallgeräusches am Sensor

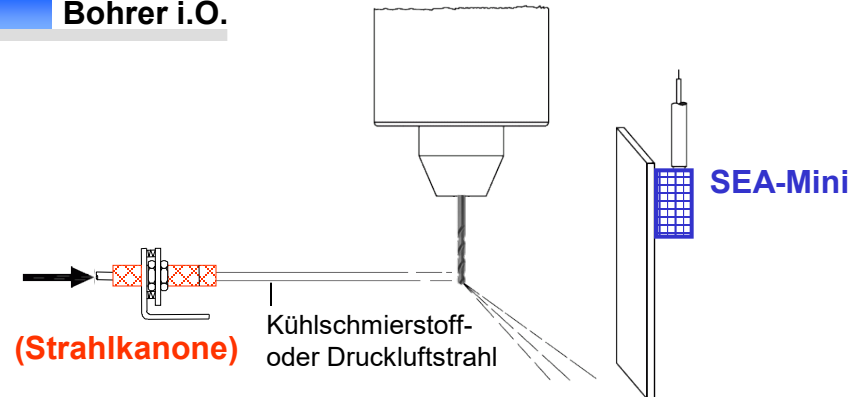
Bohrer i.O.



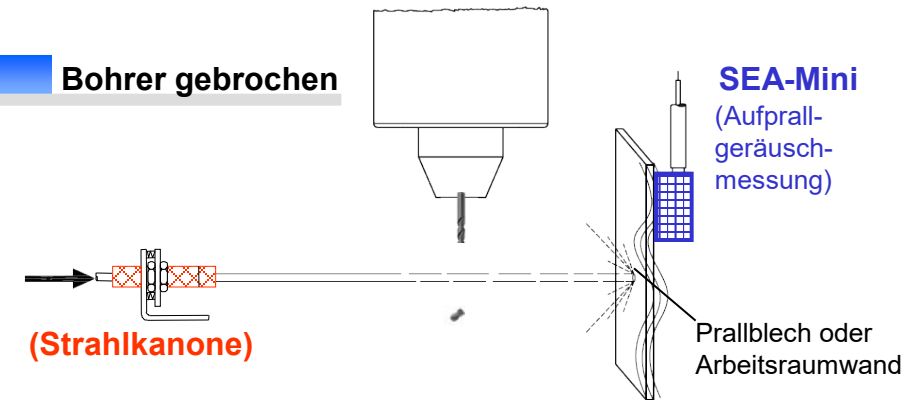
Bohrer gebrochen



Bohrer i.O.



Bohrer gebrochen

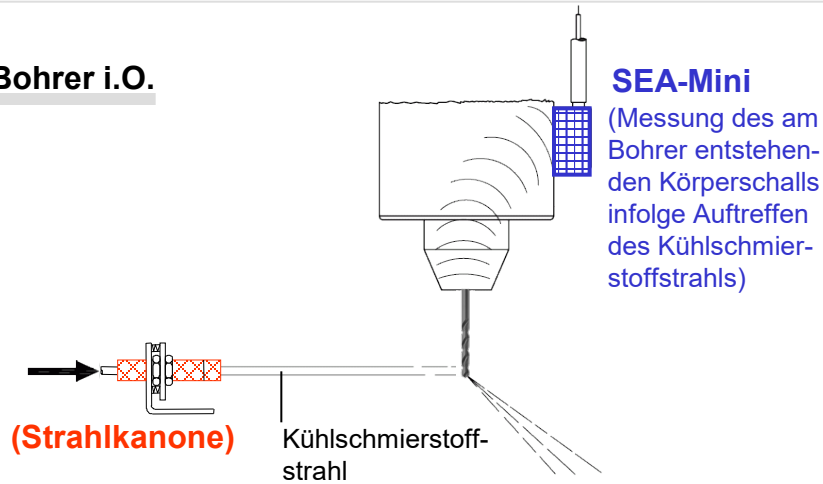


Anwendungen

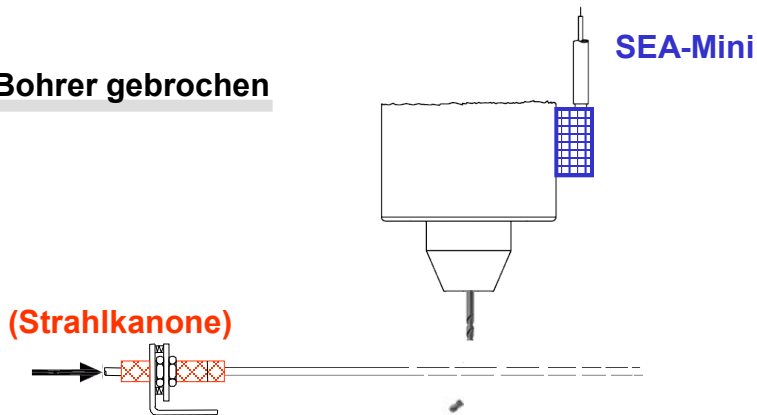
- Werkzeugbruchererkennung unmittelbar nach dem Zerspanen, auch für Kleinwerkzeuge ab $\varnothing 0,1\text{mm}$
- Kontrolle auf ordnungsgemäßes Abstechen von Werkstücken in Drehmaschinen (Überprüfung, ob sich das abzusteckende Werkstück noch im Strahl befindet)

Strahlschranken mit Messung des Aufprallgeräusches am Werkzeug (oder Werkstück)

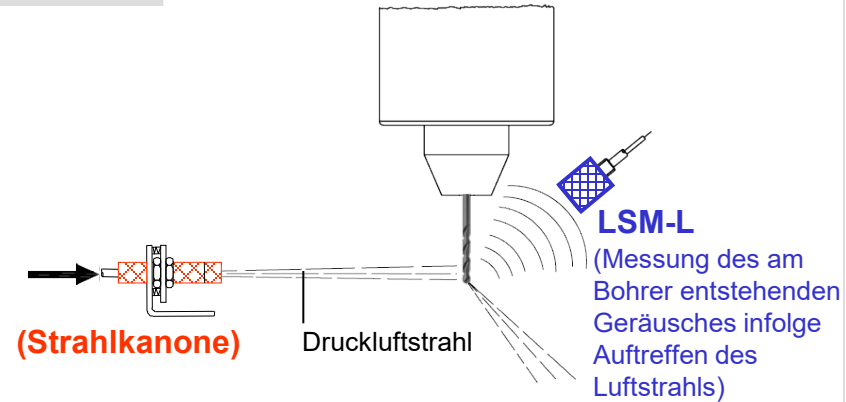
Bohrer i.O.



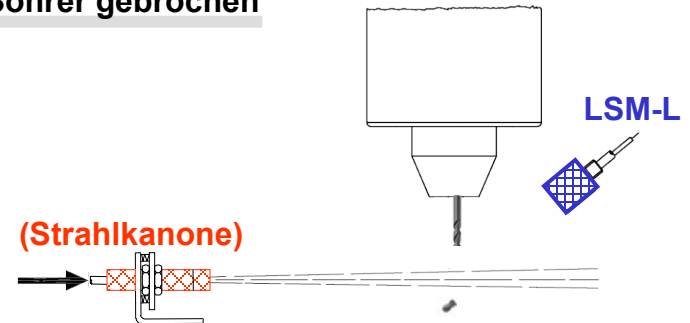
Bohrer gebrochen



Bohrer i.O.



Bohrer gebrochen



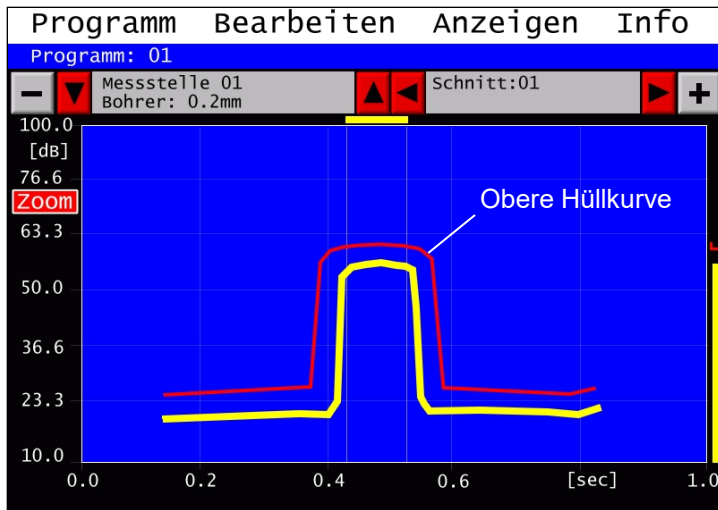
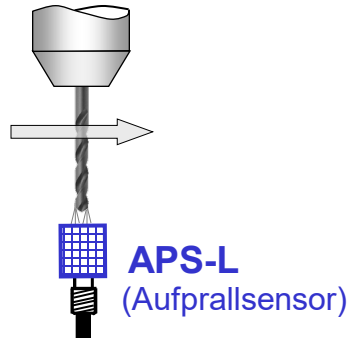
Anwendungen

- Werkzeugbruchererkennung unmittelbar nach dem Zerspanen
- Kontrolle auf ordnungsgemäßes Abstecken von Werkstücken in Drehmaschinen (Überprüfung, ob sich das abzusteckende Werkstück noch im Strahl befindet)

Nutzung des Aufprallgeräusches der Innenkühlung zur Bohrerbruchkontrolle

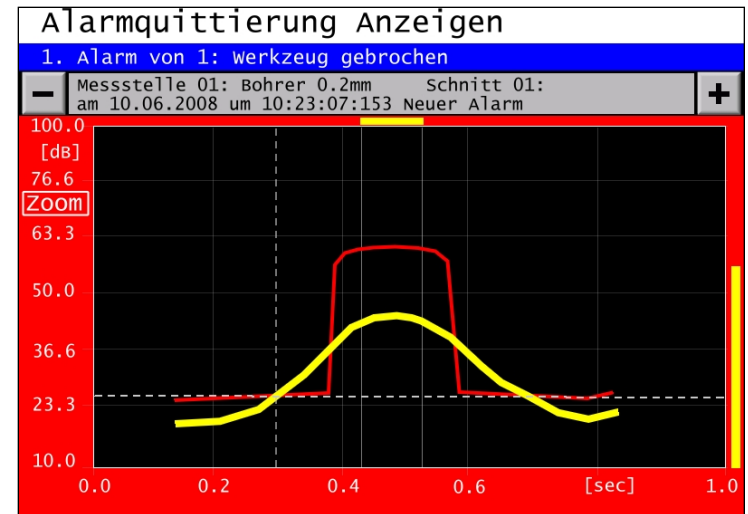
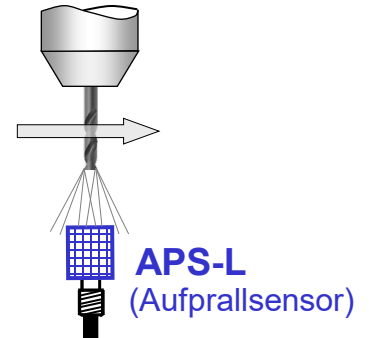
Bohrer i.O.

Aufprallgeräuschmessung
mit APS-L oder SEA-Feder

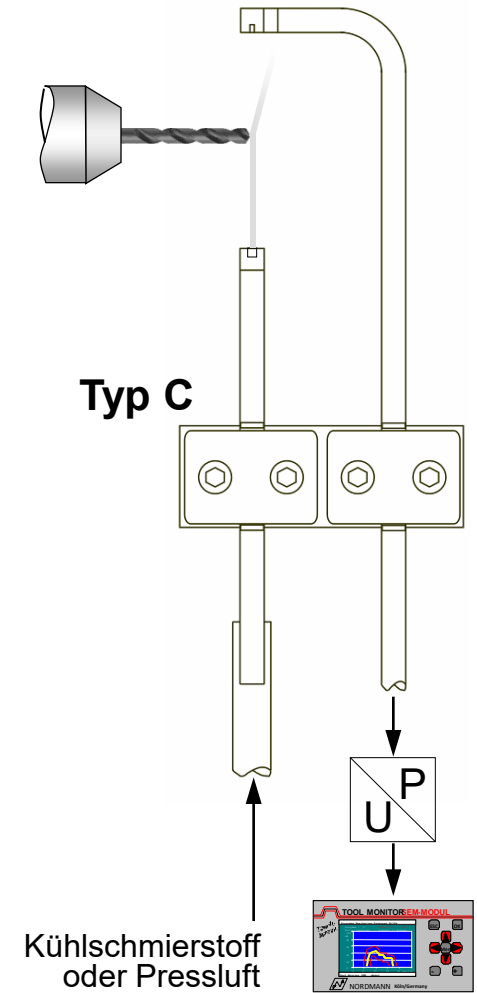
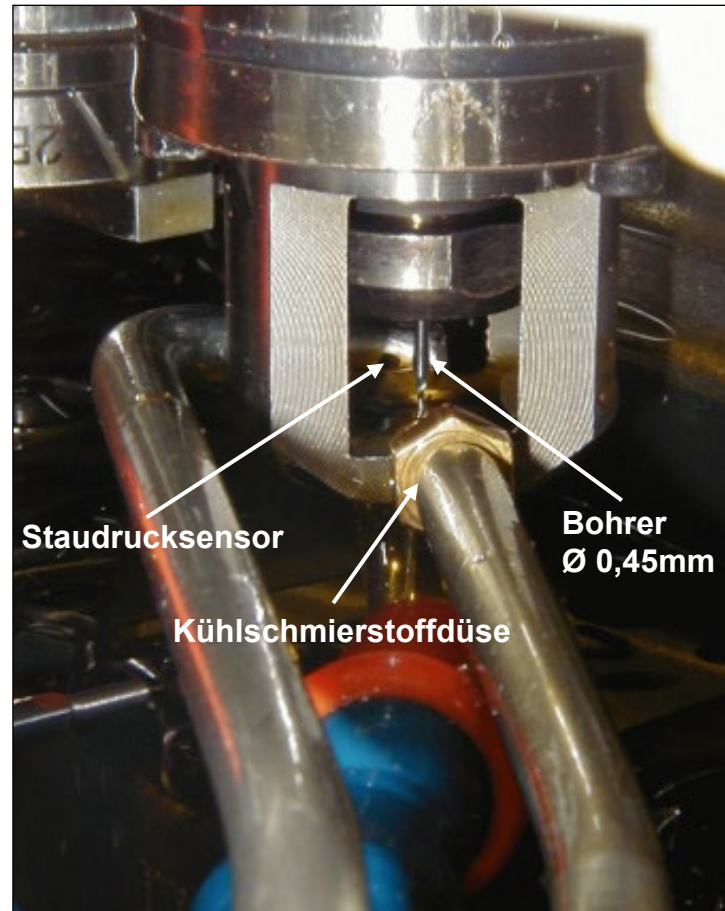
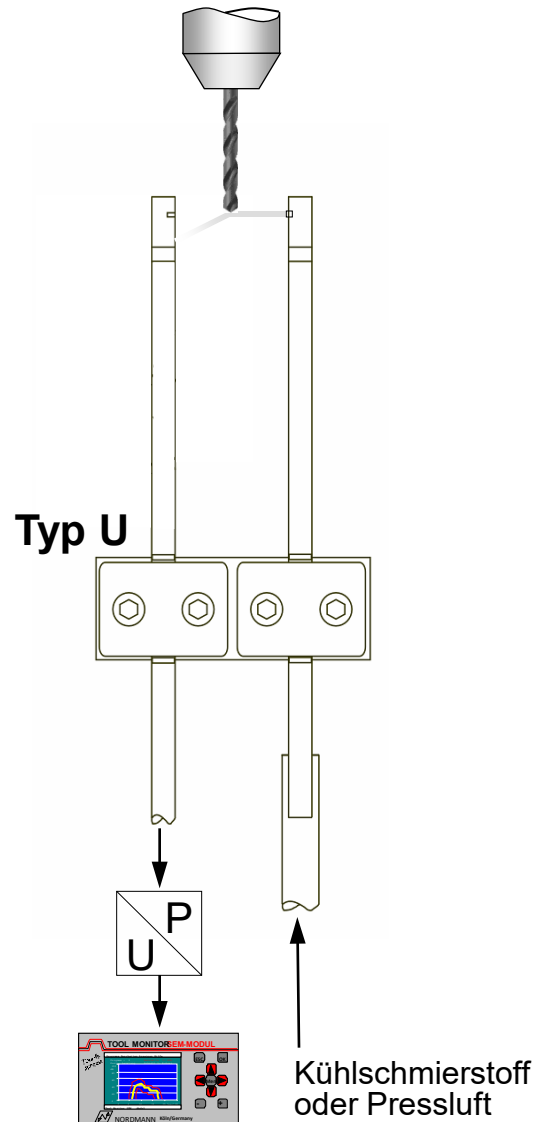


Bohrer gebrochen

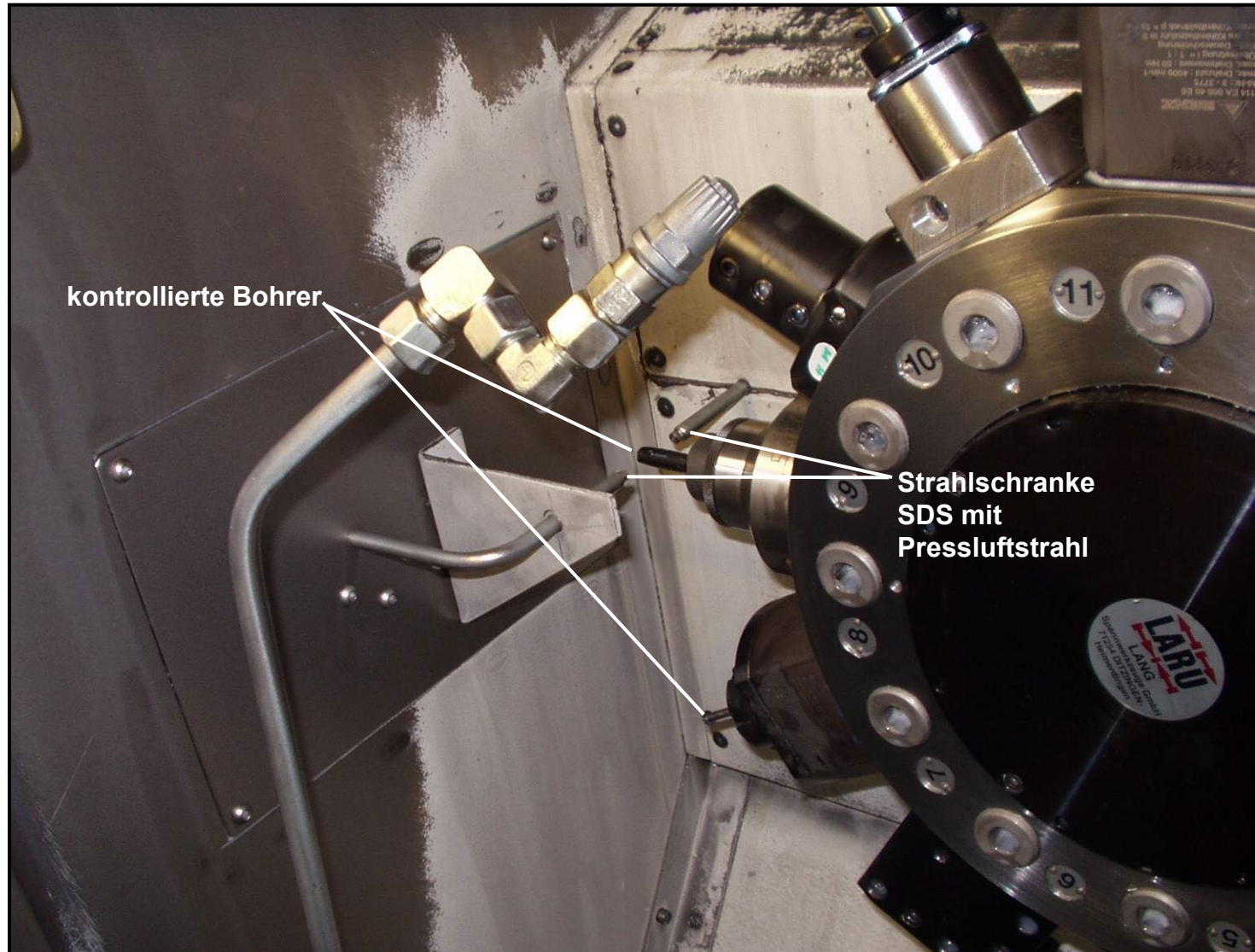
Feststellung des Bohrerbruchs
über den breiteren zeitlichen
Verlauf des Aufprallgeräusches
beim Passieren des Sensors



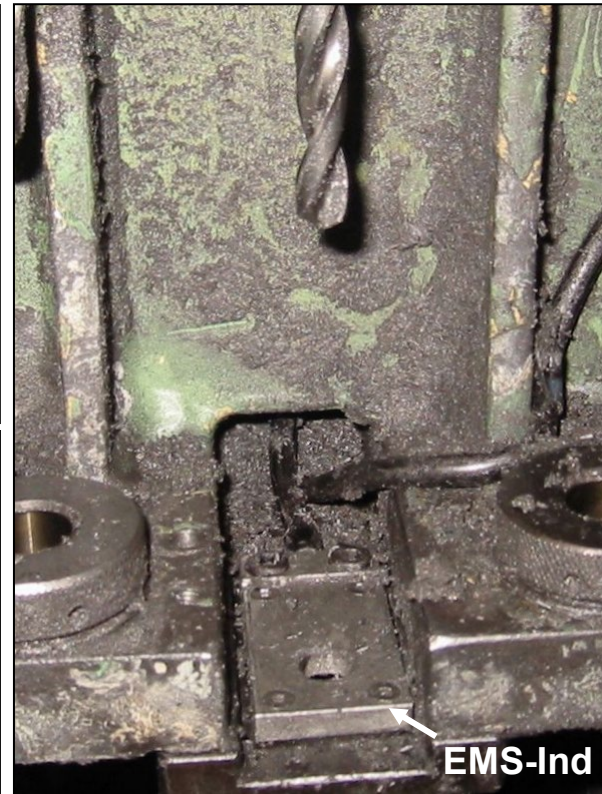
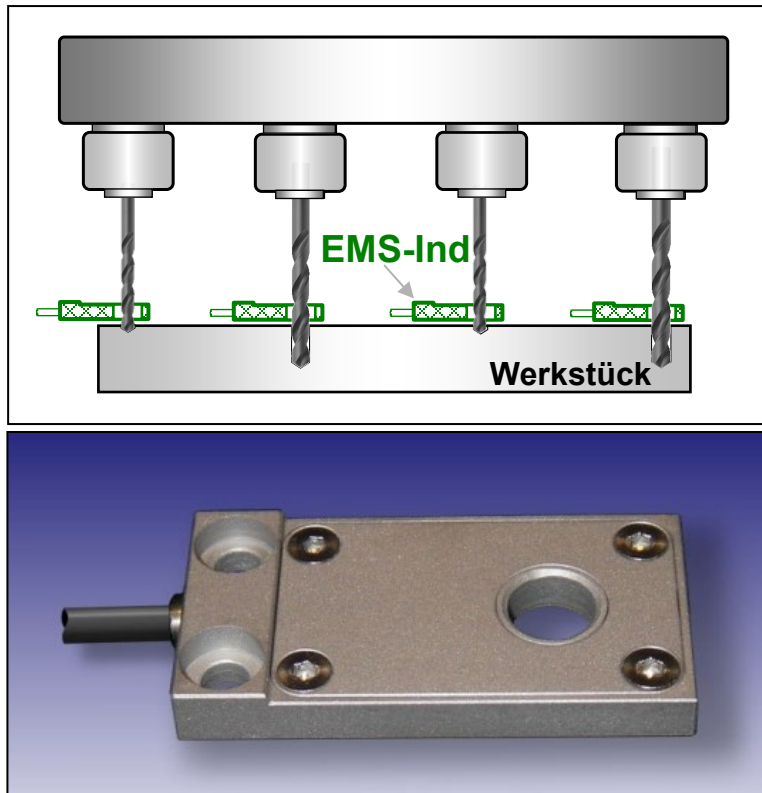
Strahlschranke SDS als Gabelschranke für Kühlschmierstoff oder Pressluft



Strahlschranke SDS mit Pressluftstrahl



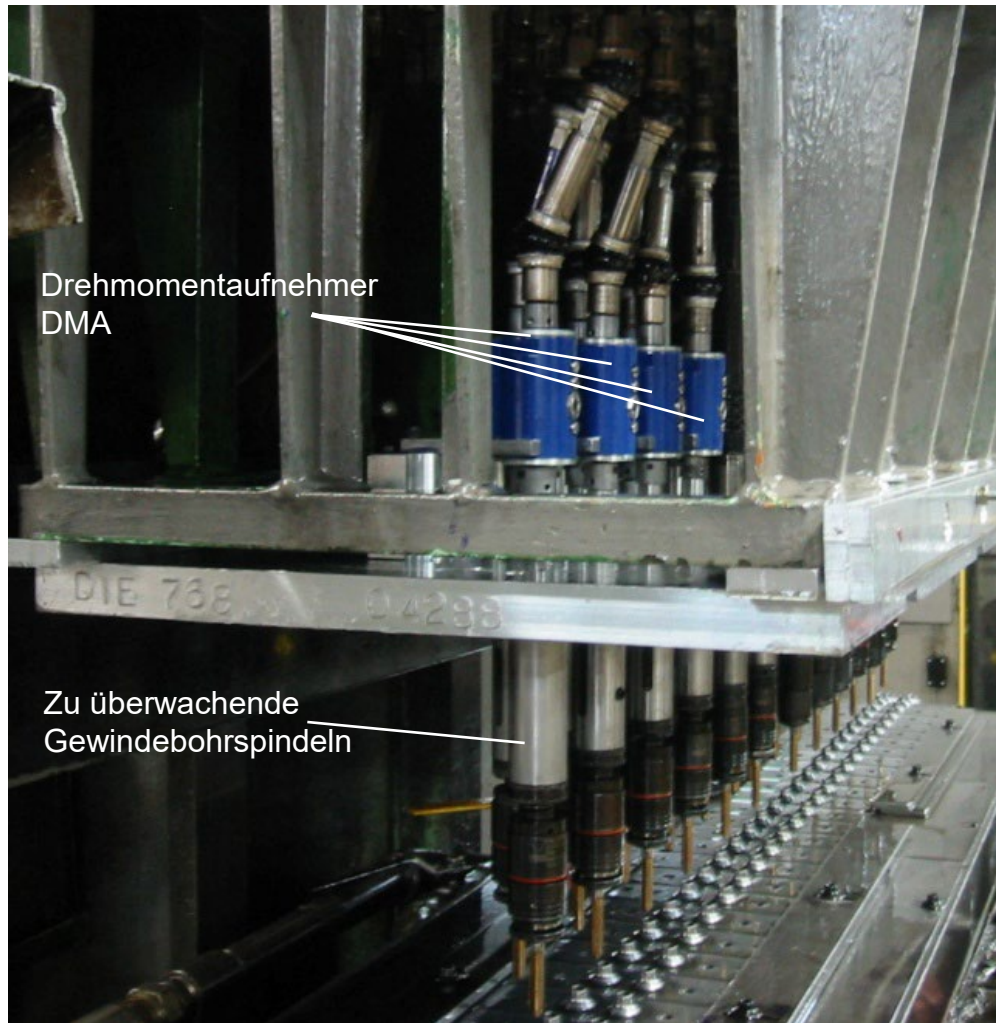
Bohrerbruchkontrolle mit den Sensor EMS-Ind



Messprinzip / Anwendungen

- Kontrolle der Bohrspitze auf Vorhandensein während des Eintauchens oder/und der Rückzugbewegung des Bohrers (Induktivitätsmessung)
- Bis zu 16 Sensoren an einem Tool Monitor anschließbar.
- Anwendung für Mehrspindelbohrköpfe oder auch einzelne Bohrer ab Durchmesser 1 mm (VHM)

Mehrspindelbohrkopfüberwachung mittels Drehmomentaufnehmer DMA



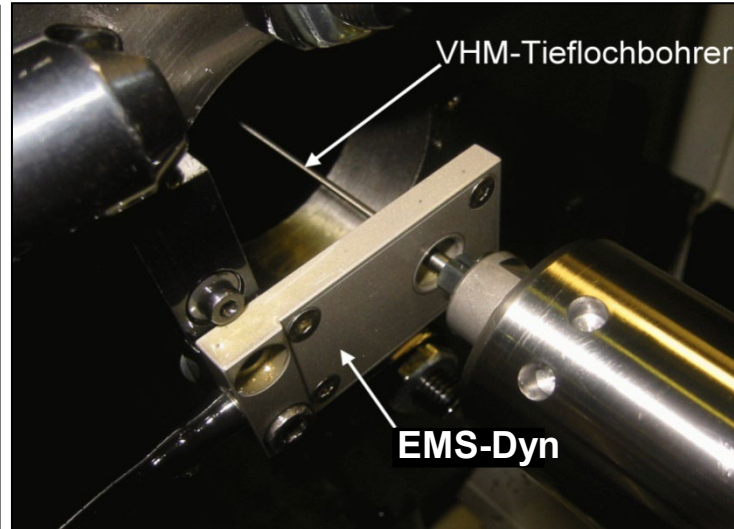
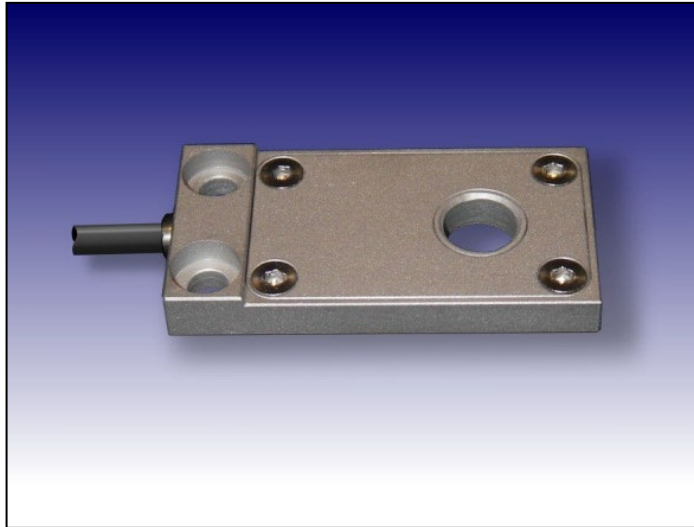
Messprinzip / Anwendungen

- Mit dem DMA kann das an seiner Messwelle wirksame Drehmoment sowohl bei Stillstand als auch bei Rotation bidirektional gemessen werden.
- Integriert ist die signalgebende Messwelle, die berührungslose Signalaufnahme von dieser Welle, sowie die Signalaufbereitung.

Vorteile

- Bidirektionaler Messbereich (2,5 – 500 Nm)
- Hohe Wiederholgenauigkeit ($< \pm 0.1 \%$)
- Geringe Stromaufnahme im Messbetrieb ($< 10 \text{ mA}$)

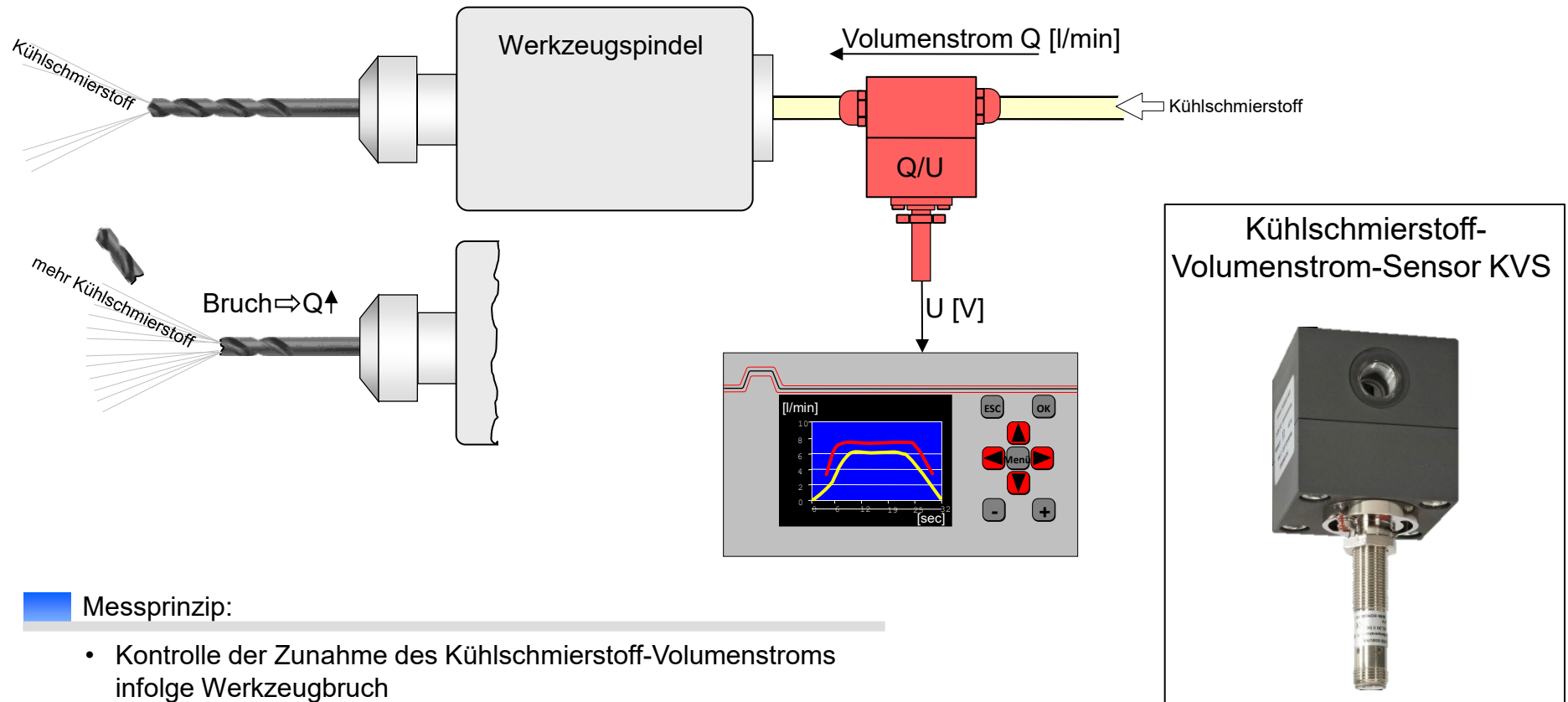
Bohrerverschleiß- und Bruchkontrolle mit den Sensor EMS-Dyn



Messprinzip / Anwendungen

- Messung der Änderung des magnetischen Flusses beim Bohren im Bohrerschaft (Magnetoelastischer Effekt)
- Prozessbegleitende berührungslose Kontrolle der Bohrerschwingungen während des Bohrens, um Rattern oder Bruch anzuzeigen
- Bis zu 16 Sensoren für 16 Bohrer eines Bohrkopfes an einem Tool Monitor anschließbar.

Bohrerbruchkontrolle mittels Messung des Kühlschmierstoff-Volumenstroms



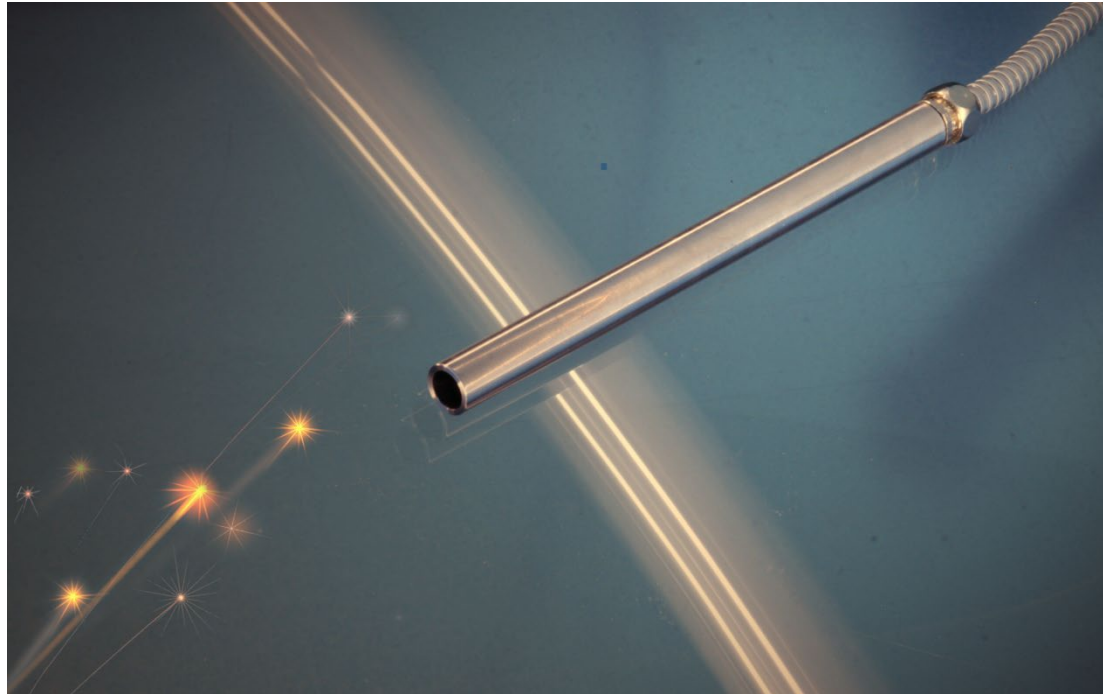
Messprinzip:

- Kontrolle der Zunahme des Kühlschmierstoff-Volumenstroms infolge Werkzeugbruch

Vorteile:

- Dünne innengekühlte Tieflochbohrer (z.B. Ø 1,5 mm) überwachbar
- Einzelne Bohrer in Mehrspindelbohrköpfen überwachbar
- Kontrolle der Kühlschmierstoffversorgung

Spark-Sensor SPS zur Messung des Funkenflugs bei Werkzeugbruch



Anwendungsbereich für Maschinen mit Trockenbearbeitung:

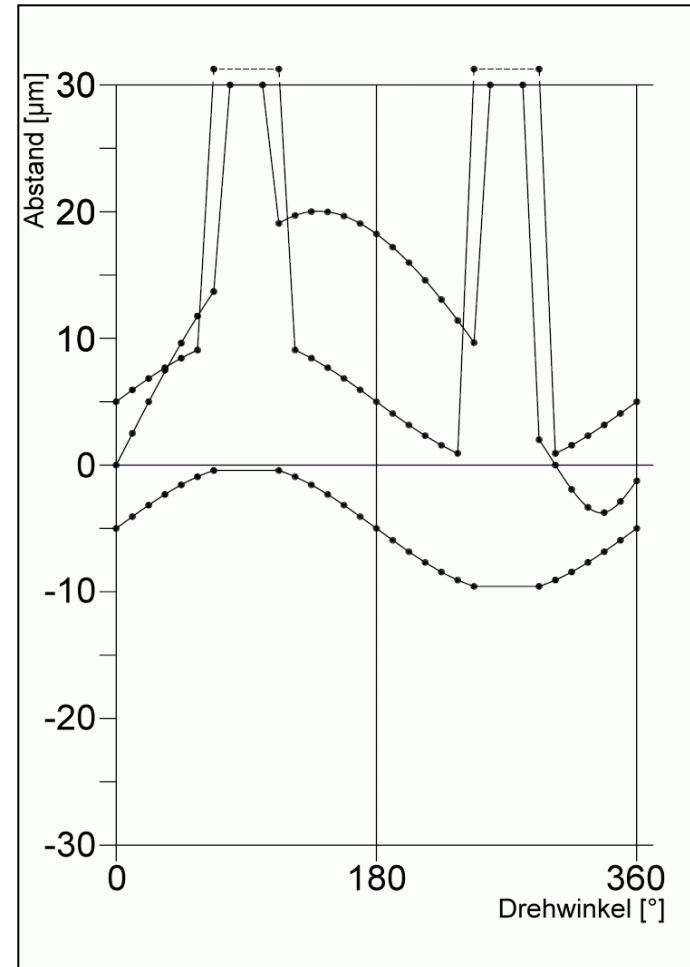
- Brucherkennung bei hohen Aufmaßschwankungen beim Drehen oder Fräsen über den Funkenflug aufgrund erhöhter Temperatur in der Spanbildungszone => Funkenflug
- Spanendes Bearbeiten von Werkstücken mit hartem Randbereich, z. B. Guss- oder Schmiedeteile
- Einzelteilerfertigung, die ein Einlernen von Grenzwerten nicht erlaubt

Kontrolle auf Fremdkörper (Späne) am Hohlchaftkegel

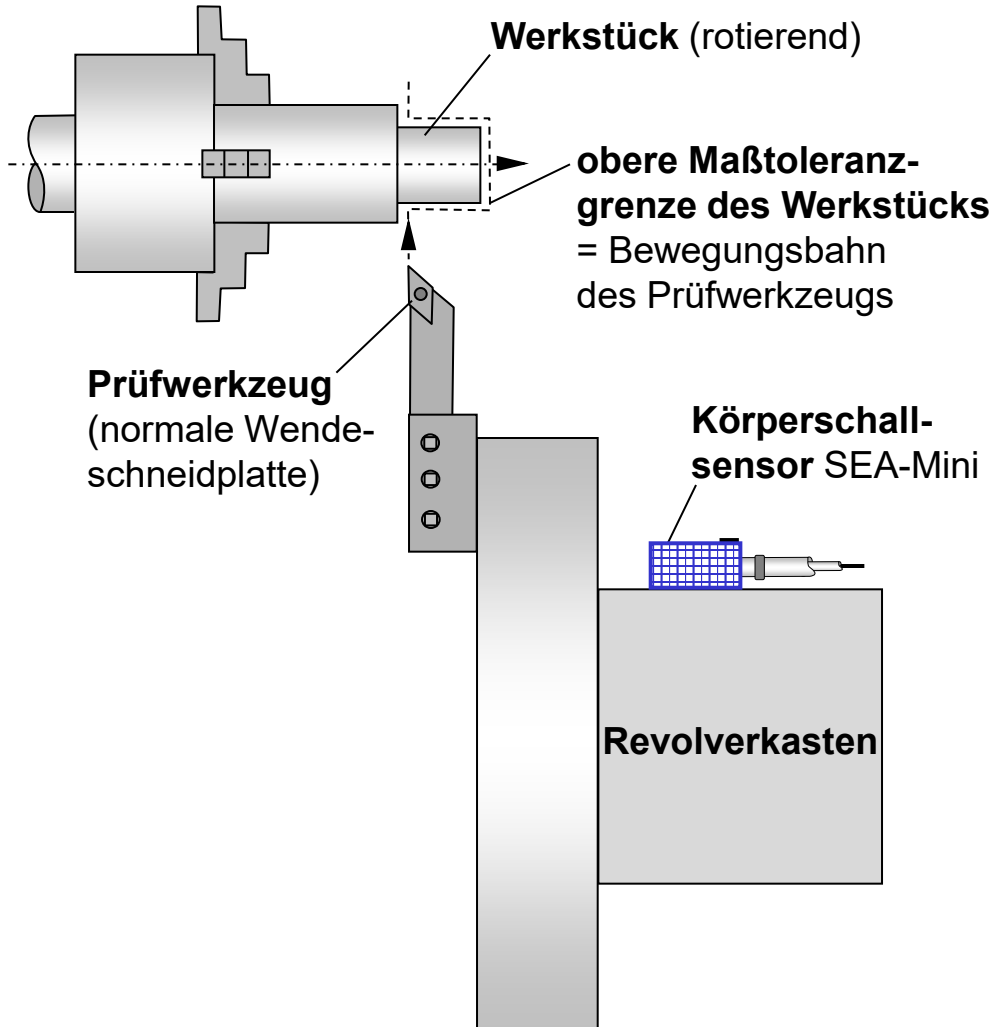
Abstandsmessung am Hohlchaftkegel



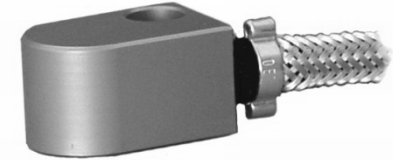
Messkurve mit 20µm-Span auf HSK



Prinzip der akustischen Werkstückmaßkontrolle (Patent Nordmann DE 197 15 634)



**Körperschallsensor
(SEA-Mini)**



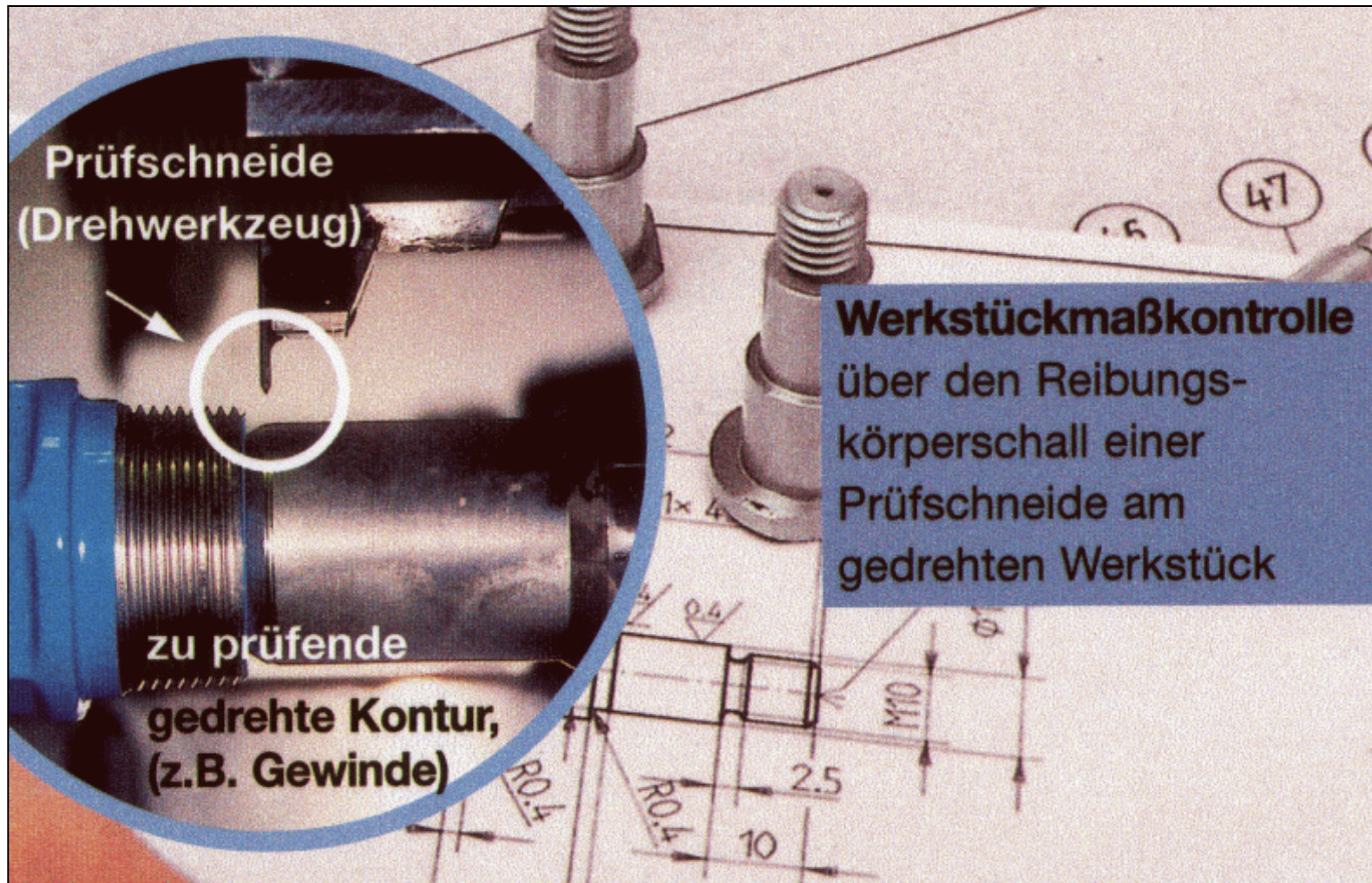
Prinzip:

Sobald der Drehmeißel die Oberfläche des schnell rotierenden Werkstücks berührt, entsteht ein **Reibungsgeräusch** = Kontaktsignal

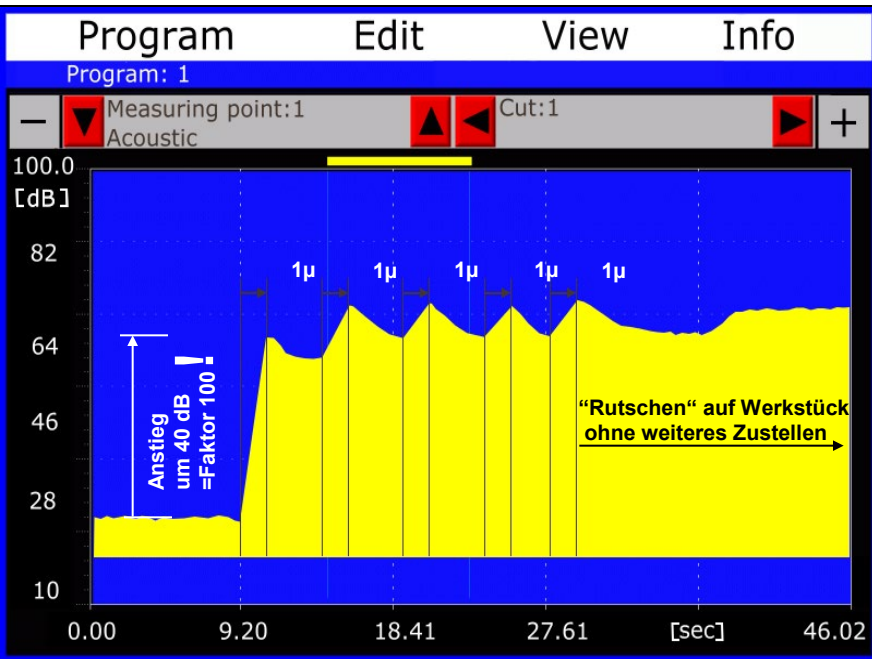
Vorteile:

- ✓ Robust, da Verzicht auf sensible Taster
- ✓ Wiederholgenauigkeit 1 μm
- ✓ preiswert
- ✓ schnell

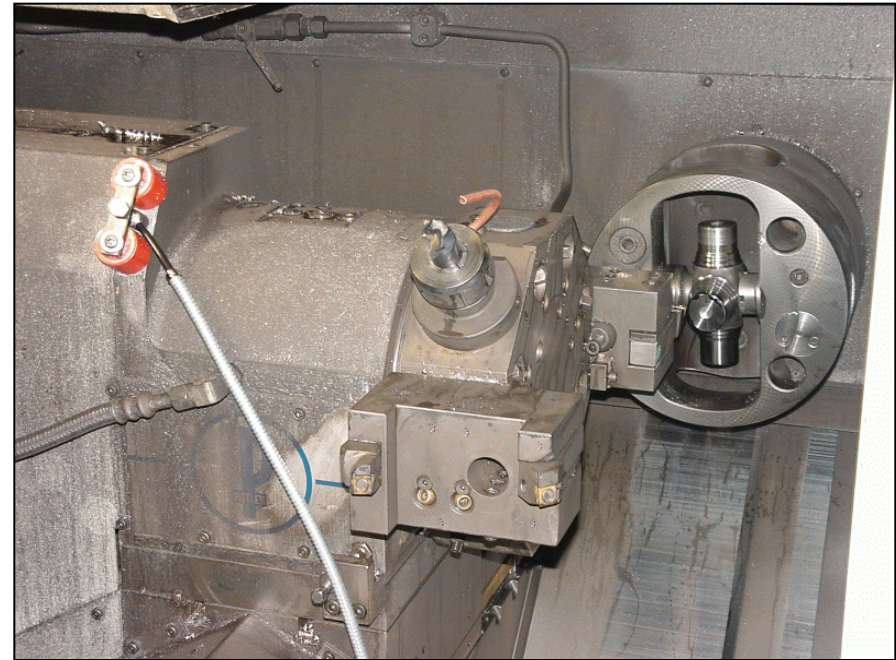
Werkstückmaßkontrolle (patentiertes Verfahren) am Beispiel der Gewindeprüfung



Messwert beim Antasten



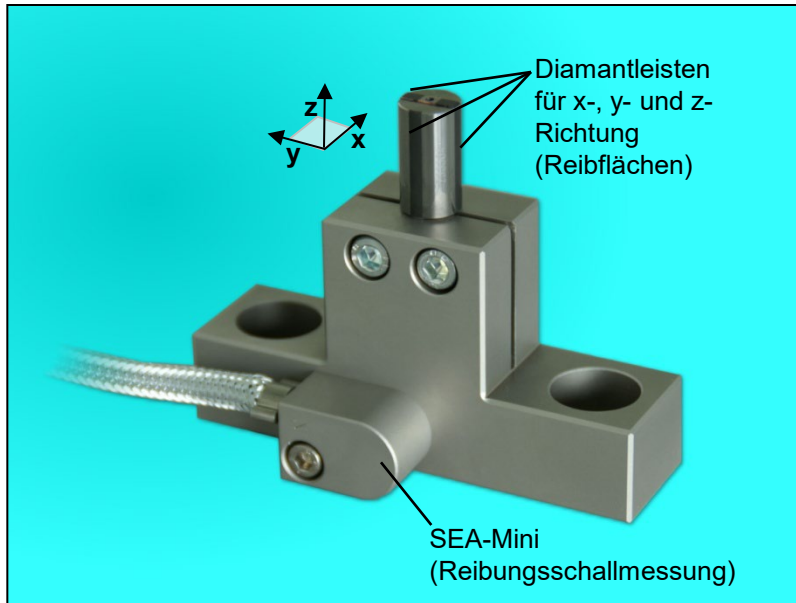
Antasten in x-Richtung (Drehmeißel an rotierendes Werkstück)



Antastelemente zur mikrometergenauen Positionsbestimmung rotierender Werkzeuge relativ zur Werkstückspannstelle

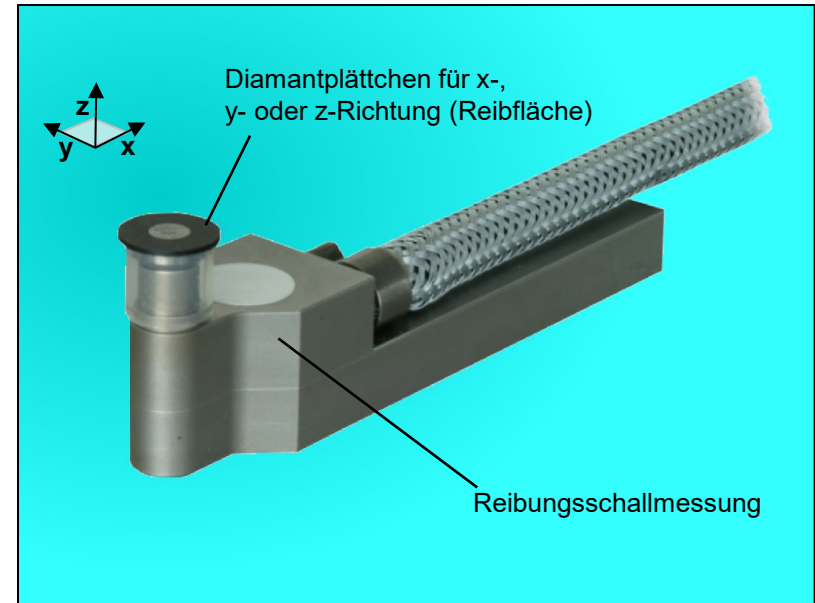
(patentiert)

XYZ-Antastelement



Anwendung: Bearbeitungszentren

XY(+Z)-Antastelement



Anwendung: Schleifmaschinen (z. B. Werkzeugschleifen)

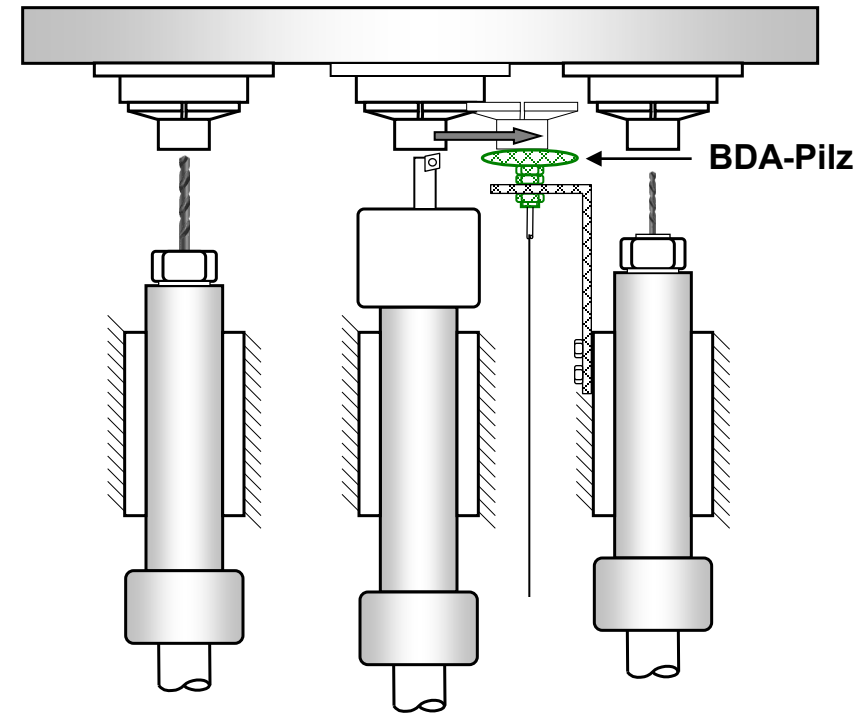
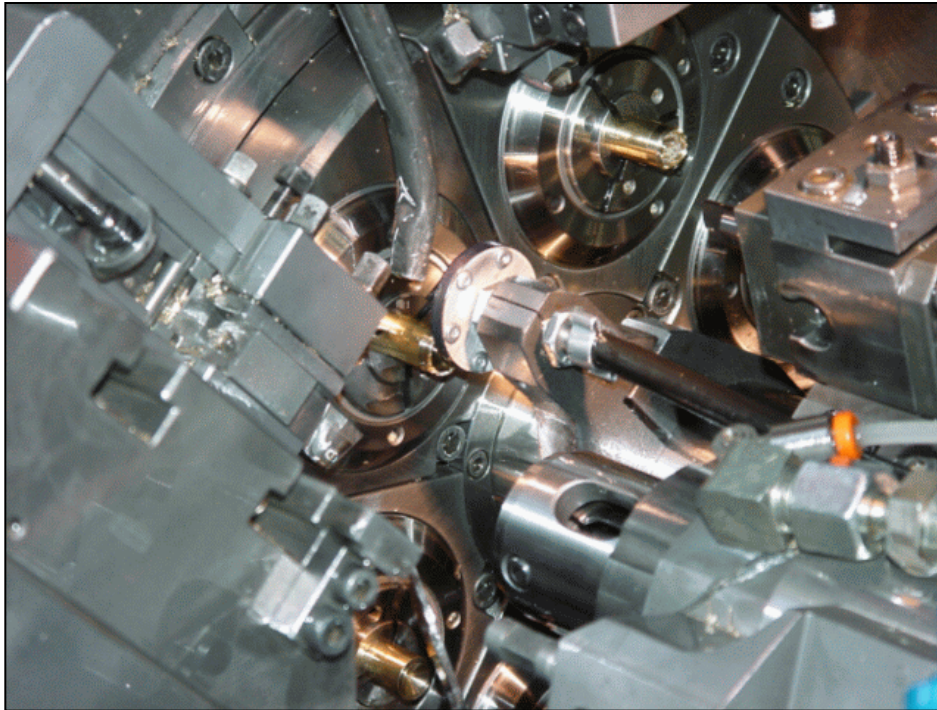
Messprinzip:

- Akustische Erkennung des Kontaktes zwischen dem schnell rotierenden Werkzeug und der Antastfläche aus poliertem Volldiamant (Detektion des Reibungsgeräusches)

Vorteile:

- Die Messung kann bei voll rotierendem Werkzeug erfolgen, d. h. es wird der effektive Flugkreisdurchmesser der außen stehenden Schneiden erfasst, wobei die Einflüsse von Fliehkraft und Unwucht berücksichtigt werden.
- Toleranzgrenze der Messung $\pm 0,5\mu\text{m}$

Werkstücklängenkontrolle im Mehrspindel-Drehautomat mit BDA-Pilz



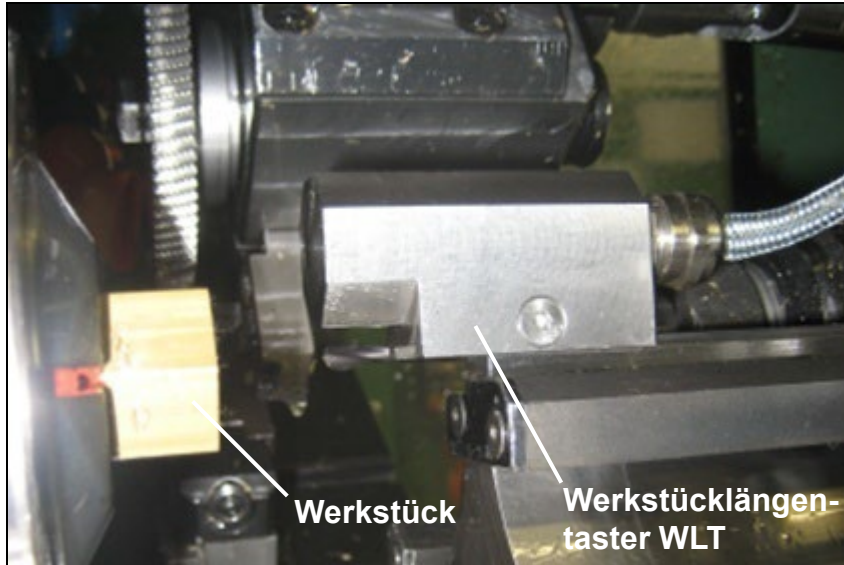
Messprinzip:

Der Werkstücklängentaster kontrolliert im Mehrspindeldrehautomat zwischen zwei Lagen die Werkstücklänge beim Weitertakten der Werkstücke. Die Werkstücke berühren hierbei die konvex geformte Vorderseite einer federnd gelagerten Kalotte, die der Werkstücklänge entsprechend nach hinten federt.

Vorteile:

- Erkennung nicht ausreichenden Stangenvorschubes
- Erkennung, ob Werkstücke durch die Bearbeitung ins Futter gedrückt wurden
- Keine Einschränkung des nach hinten Federns durch Späne
- Kleiner als der Werkstücklängentaster WLT

Werkstücklängenkontrolle im Mehrspindel-Drehautomaten mit WLT



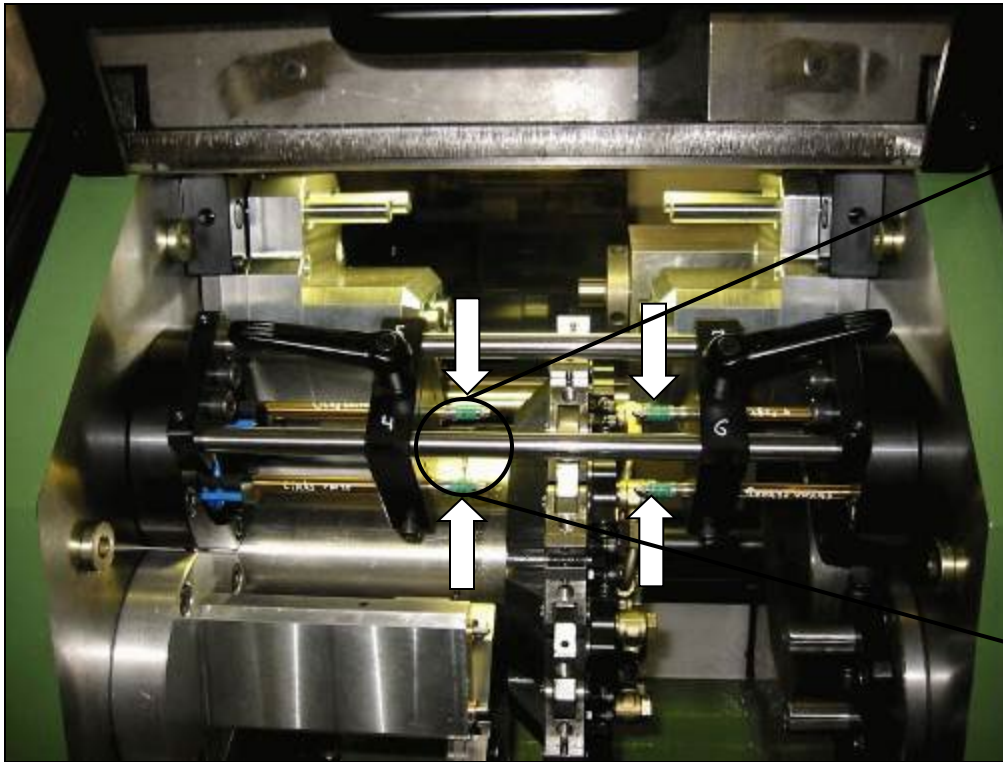
Messprinzip:

Der Werkstücklängentaster kontrolliert im Mehrspindeldrehautomat zwischen zwei Lagen die Werkstücklänge beim Weitertakten der Werkstücke. Die Werkstücke berühren hierbei die konvex geformte Vorderseite eines federnd gelagerten Messkolbens, der der Werkstücklänge entsprechend nach hinten gedrückt wird.

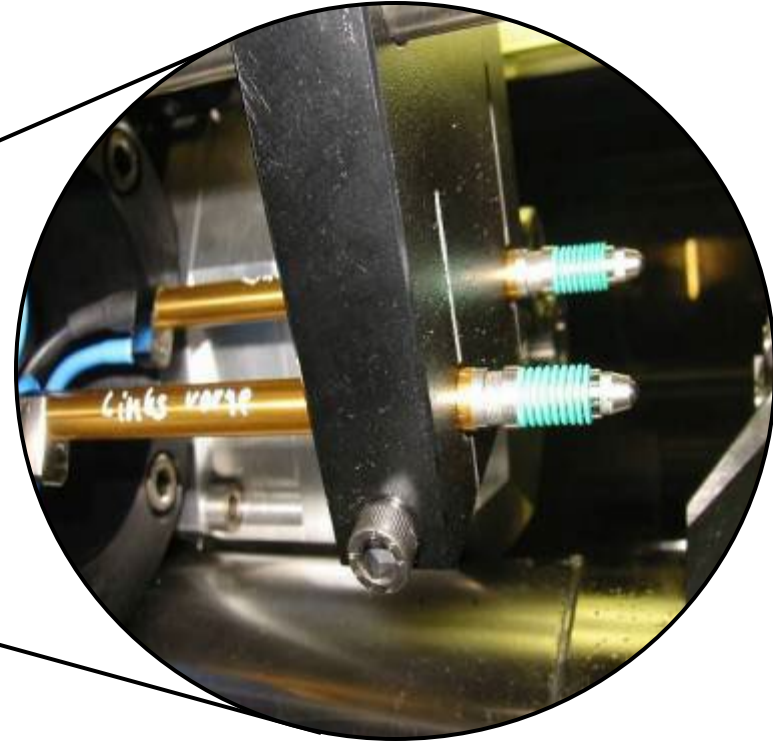
Vorteile:

- Erkennung nicht ausreichenden Stangenvorschubes
- Erkennung, ob Werkstücke durch die Bearbeitung ins Futter gedrückt wurden
- Leicht auf verschiedene Werkstücklängen einzustellen, da auf einer Schiene gelagert
- Besonders robuste Ausführung. Sollbruchstelle in der Befestigungsschraube der Schiene

Werkstücklängenkontrolle an 2 Werkstücken von beiden Seiten im Rundtaktautomaten



**Induktive Messtaster mit 10mm Hub
und pneumatischer Zustellung**



Verwendete Anzeige und Auswertung:

Tool Monitor SEM-Modul

Prozessüberwachung und -steuerung beim Schleifen und Abrichten

Schleifen

Basisaufgaben

- Luftschnittverkürzung
- Kollisionserkennung
- Verschleißerkennung
- Rundlaufkontrolle
- Unwuchtüberwachung

Erweiterte Aufgaben

- Gesteuertes Umschalten Luftschnitt/
- Schruppen/Schlichten/Ausfunken/Eilrück
Regelung des Einmittens bzgl.
gleichmäßigem Abtrag der Schleifscheibe
beim Verzahnungsschleifen
- Vorschubregelung zur Konstanthaltung des
Schleifdrucks und der Auffederung

Abrichten

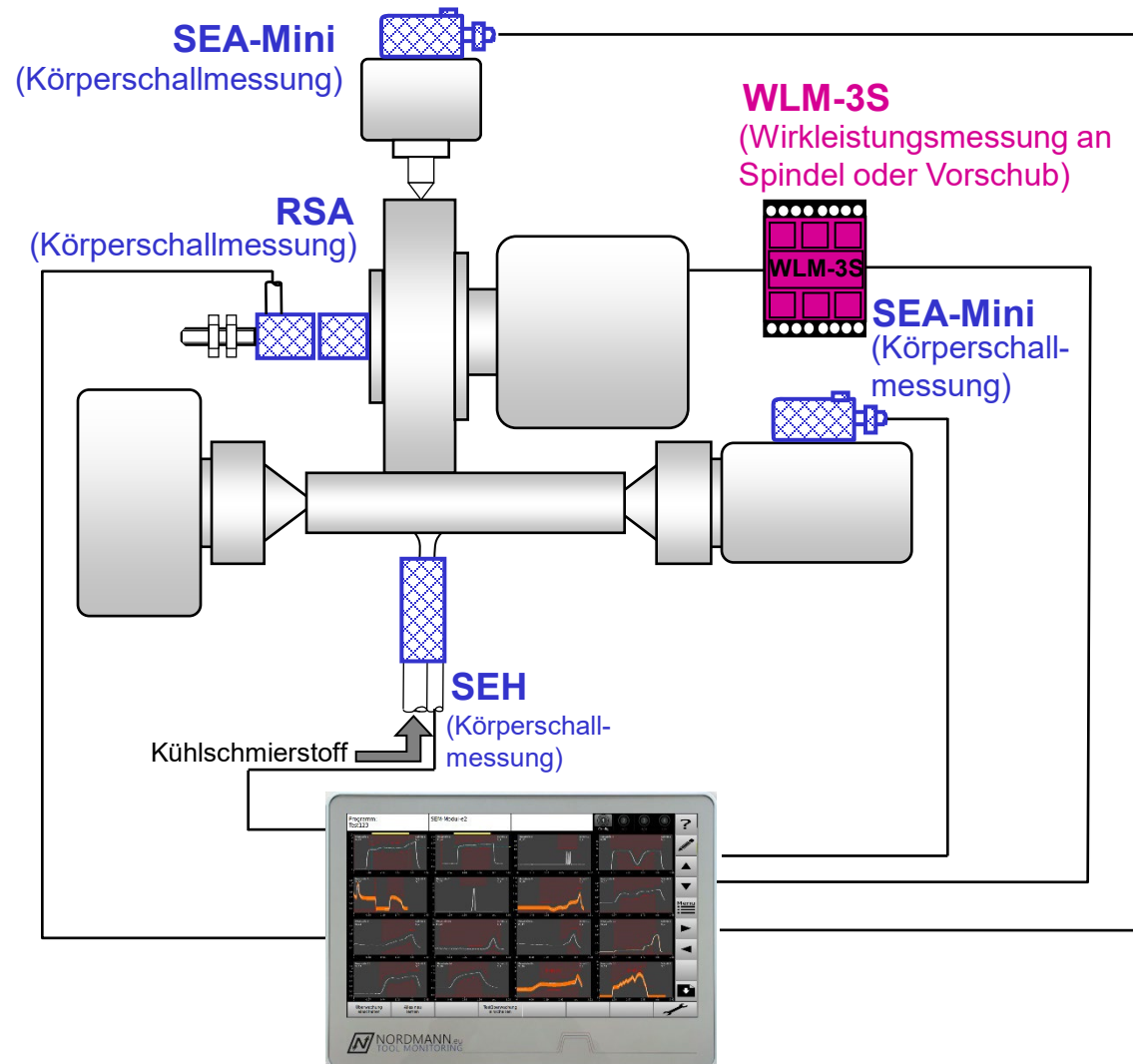
Basisaufgaben

- Erkennung des ersten Kontaktes zur
Kompensation von Temperaturdehnung und
- Verschleiß an Abrichter und Schleifscheibe
- Abrichtzustellungsüberwachung

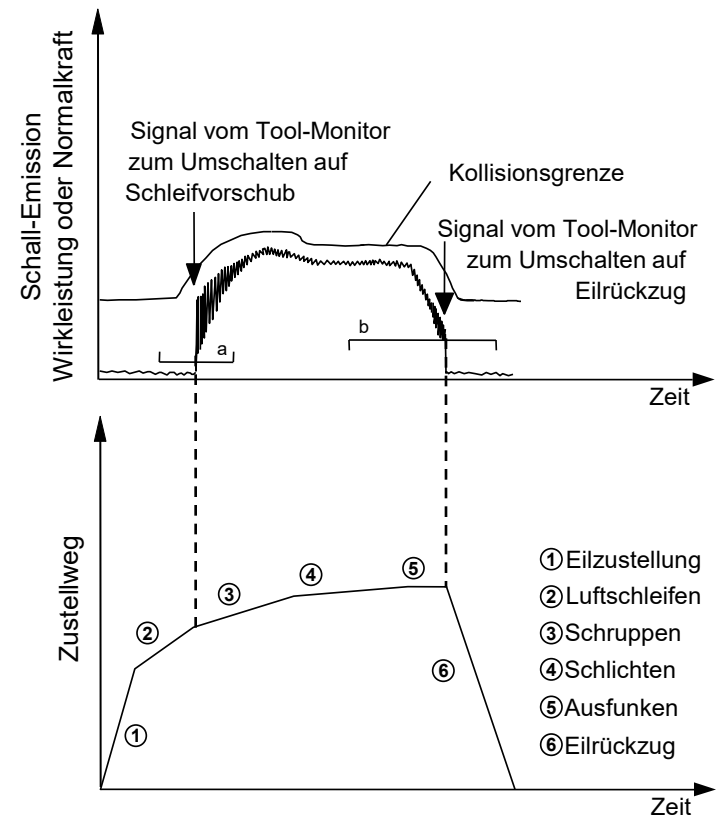
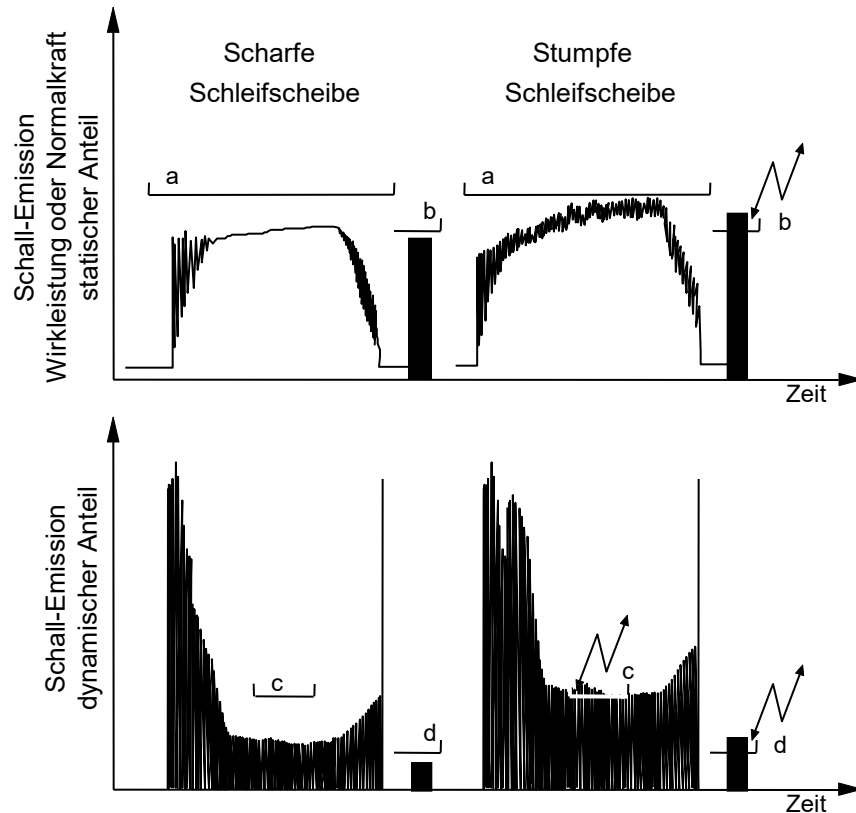
Erweiterte Aufgaben

- Abrichtwerkzeugverschleißüberwachung
- Erkennung von Schwingungen des
Abrichters
- Kontrolle der Ausgangswirkrautiefe der
Schleifscheibe

Mögliche Sensorpositionen zur Prozessüberwachung beim Schleifen



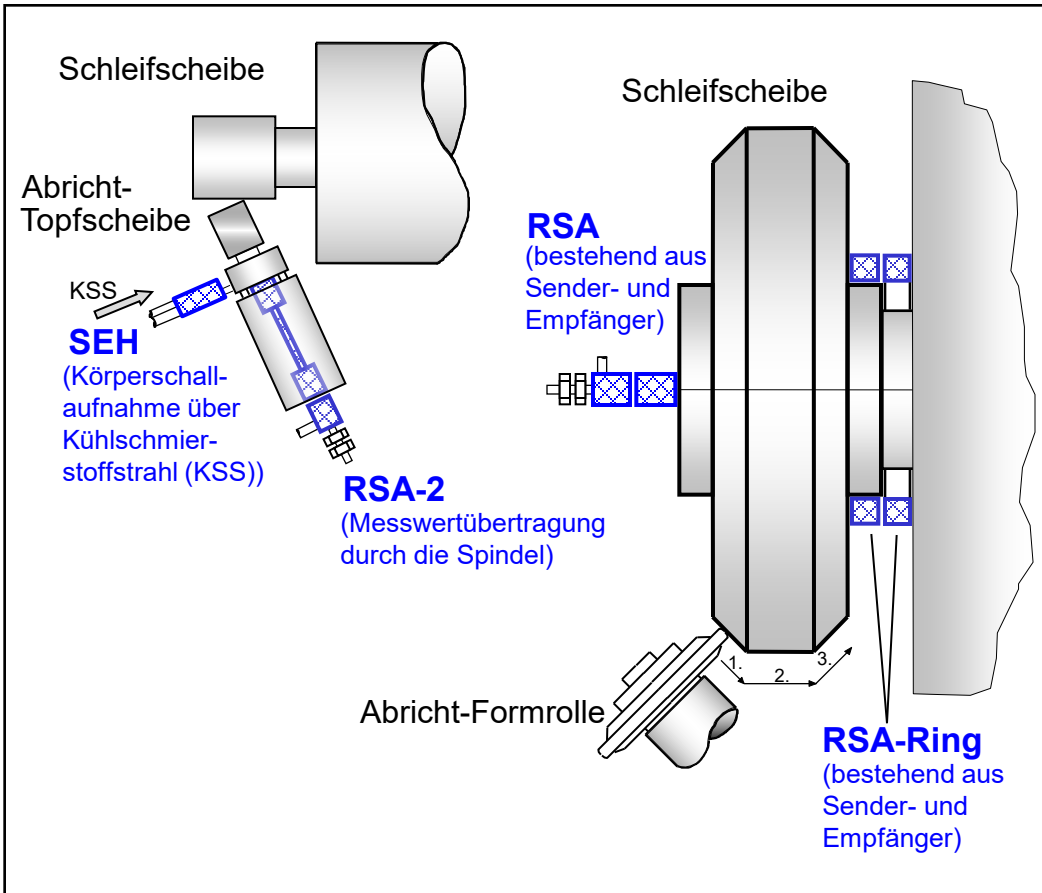
Beispiele für Steuerungs- und Überwachungsfunktionen beim Schleifen



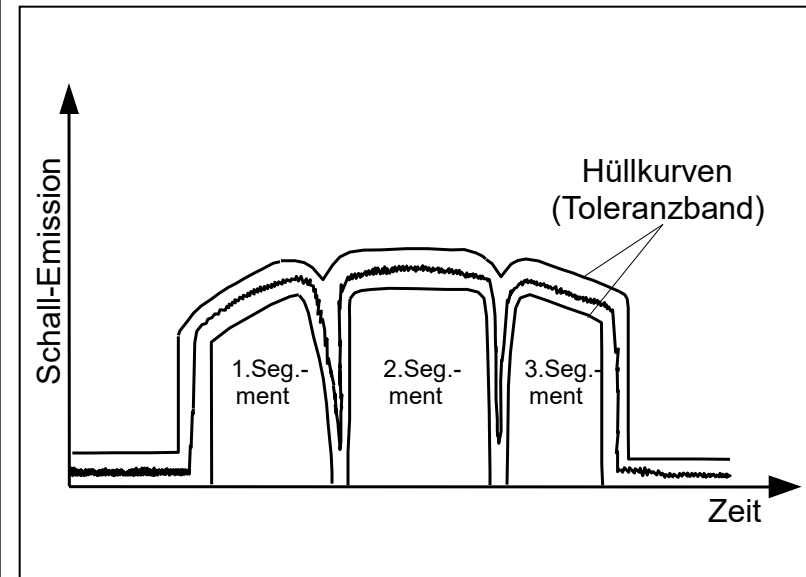
Grenzwerte für die Verschleiß- und Prozessüberwachung / Beispiele:

- a Grenze für Prozessentartungen (z.B. Kollision im Eilgang)
- b Verschleißgrenze (Überwachung der mittleren Höhe der Messkurve)
- c Grenze für Verschleiß, Welligkeiten und Rattern
- d Funktionen dieser Grenze wie c
(Überwachung der mittleren Höhe des dynamischen Anteils der Messkurve)

Varianten der berührungslosen Körperschallaufnahme beim Abrichten

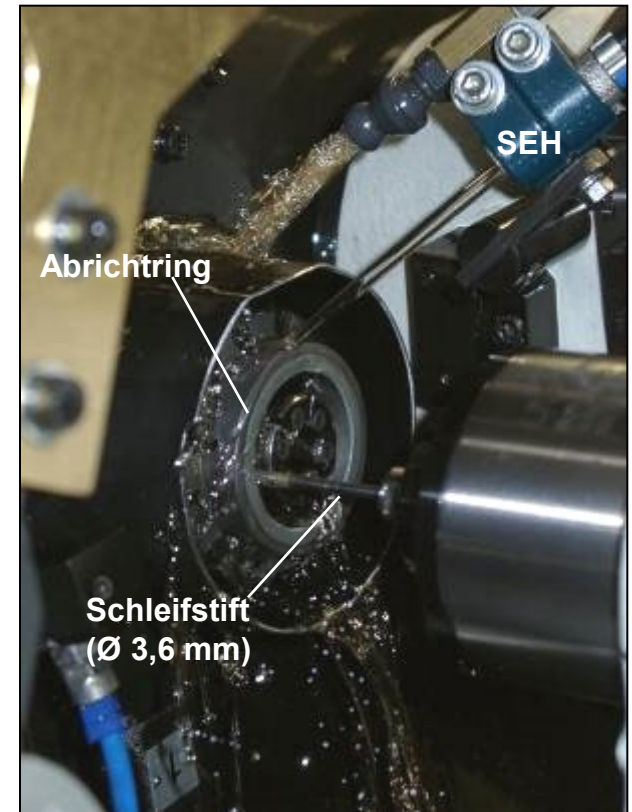
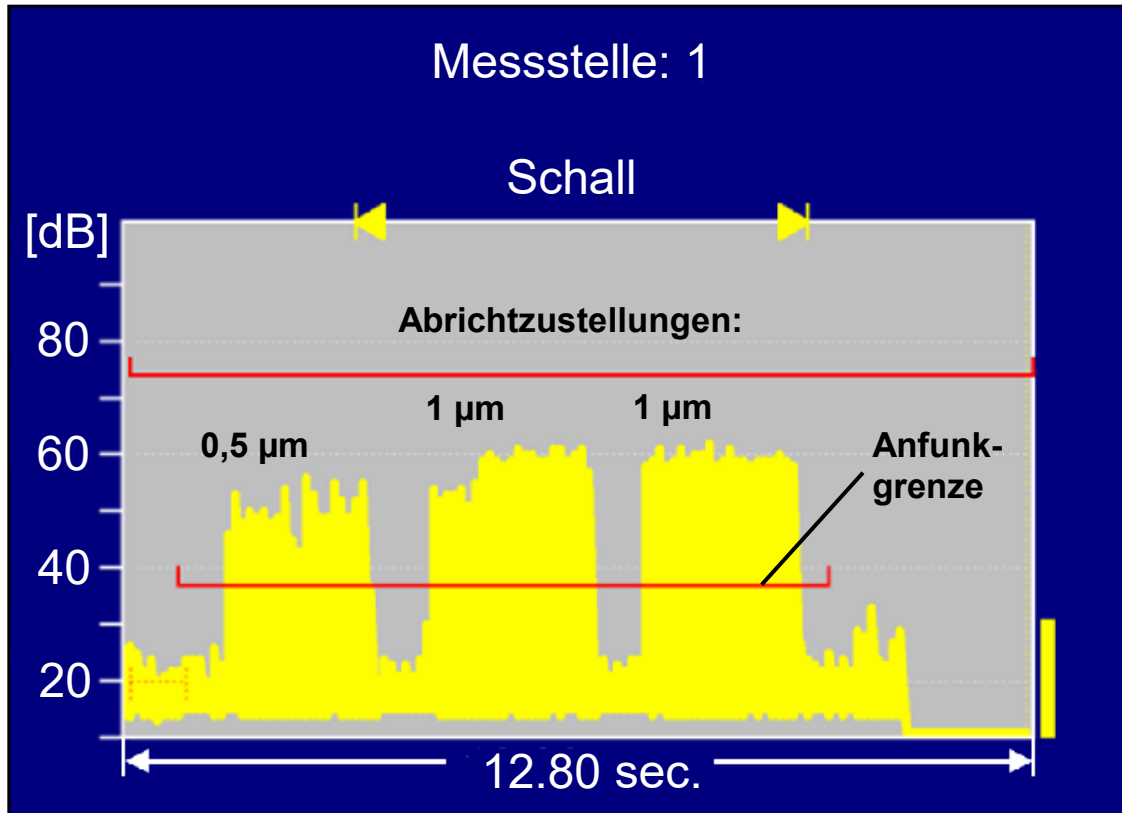


Abrichtzustellungsüberwachung an einer profilierten Schleifscheibe:



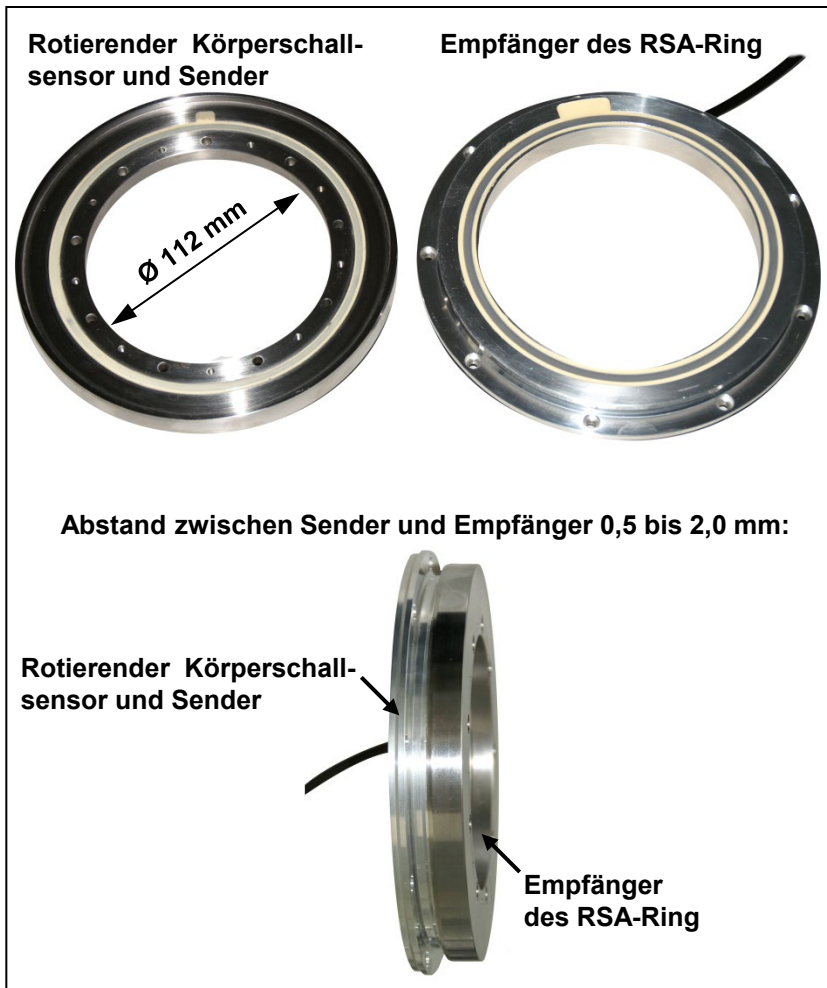
Vom Abrichtring über einen Kühlmittelstrahl aufgenommener Körperschall zur Kompensation der Temperaturdehnung

Körperschallaufnahme über einen Kühlmittelstrahl (Sensor SEH) vom Abrichtring für kleinste Zustellungen



Beispiele für ringförmige Körperschallsensoren mit berührungsloser Messwertübertragung (RSA-Ring)

RSA-Ring, Beispiel 1

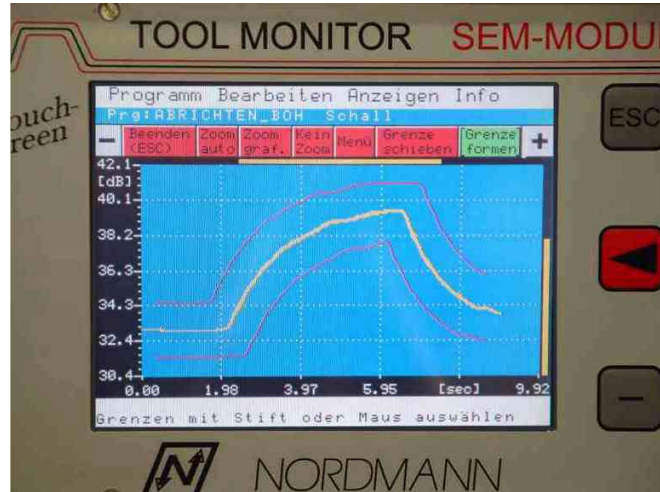


RSA-Ring, Beispiel 2

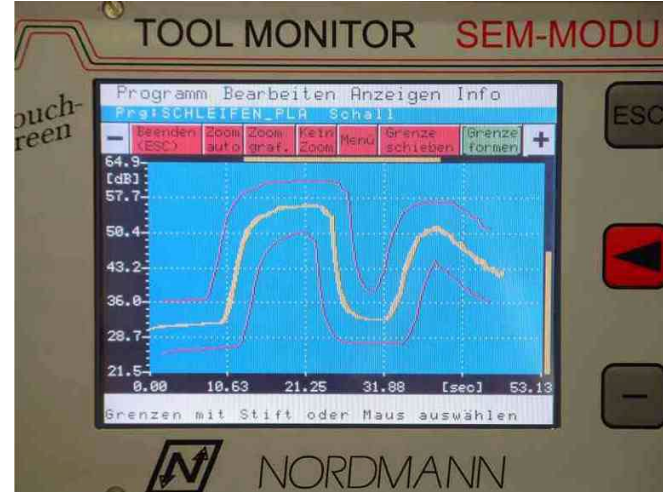


Körperschallaufnahme beim Abrichten und Schleifen von Einspritzdüsen auf KMT/UVA-Schleifmaschinen (Verwendeter Körperschallsensor: RSA-Ring)

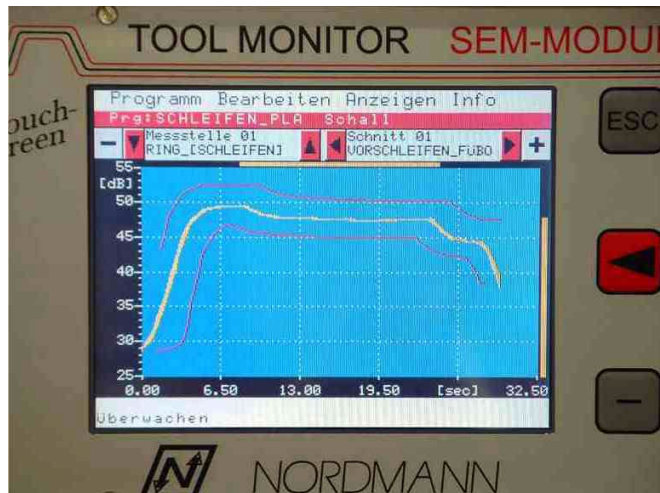
Abrichten des Bohrungsschleifstiftes



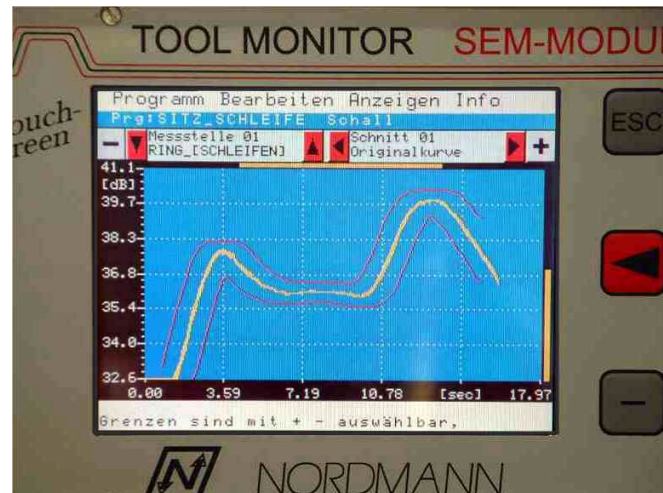
Schleifen der Bohrung



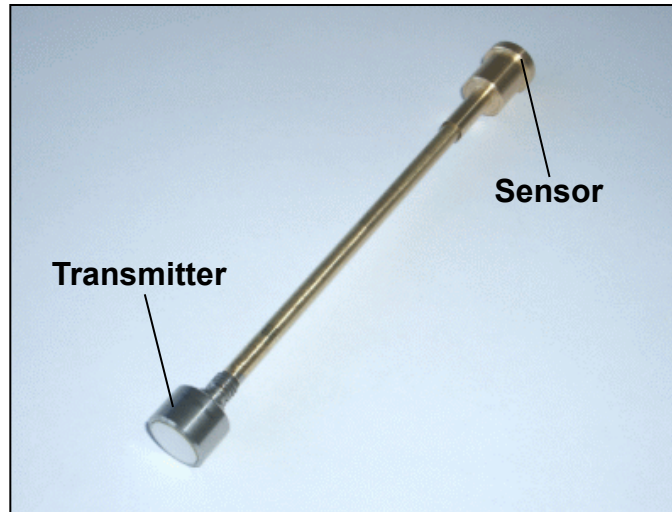
Schleifen der Planfläche



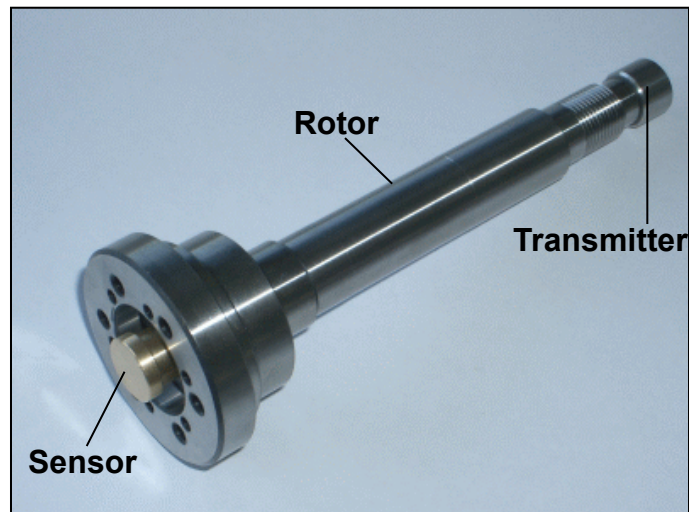
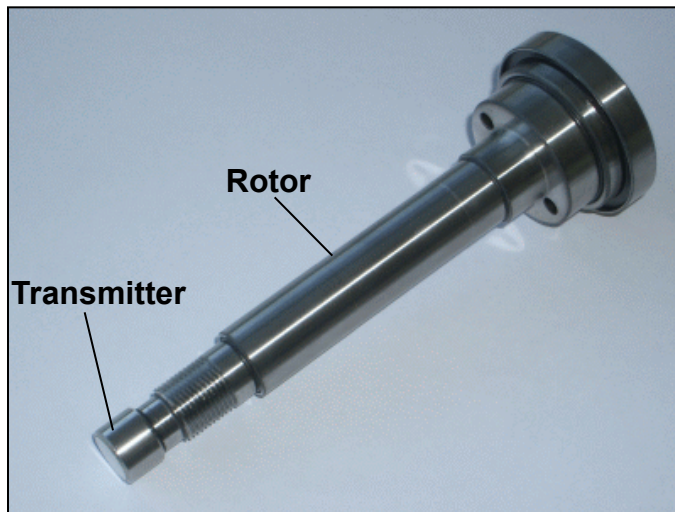
Schleifen des Sitzes



Spindelintegrierter Körperschallaufnehmer RSA-2 für den Rotor der Abrichtspindel (Fabrikat Kaiser)

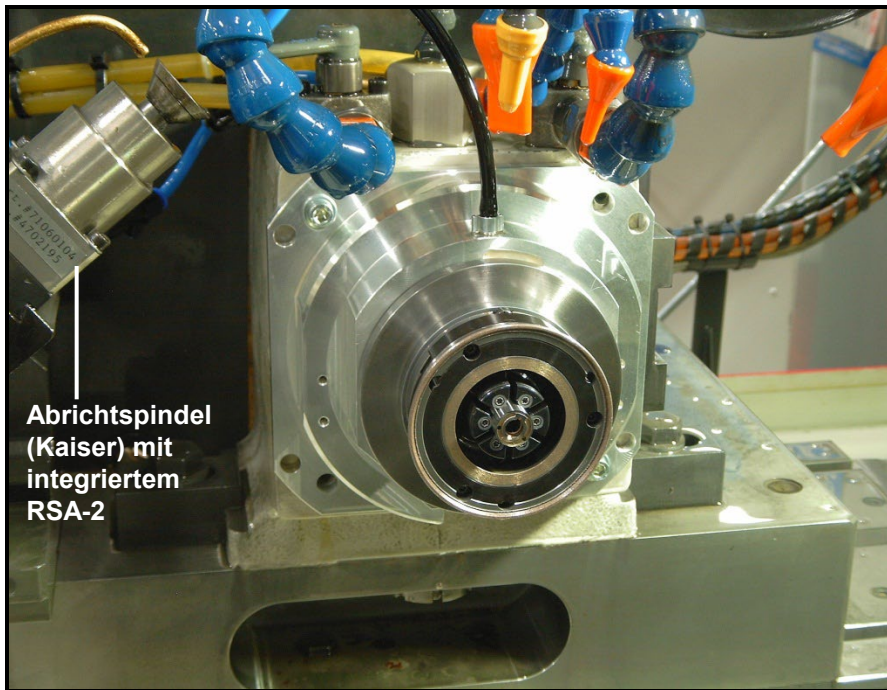


RSA-2 montiert im Rotor

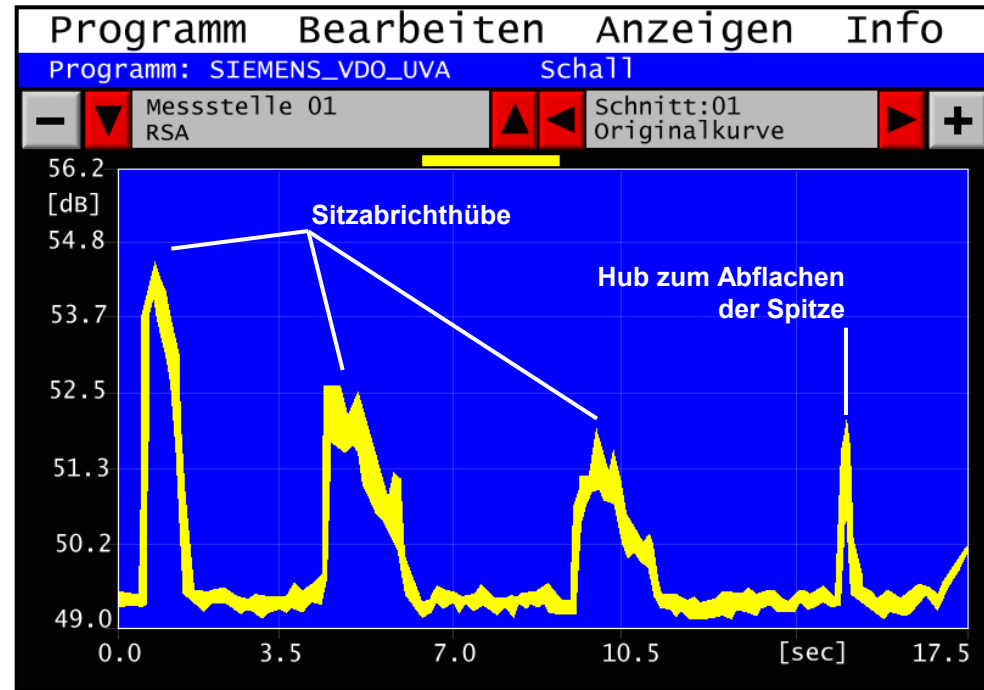


Körperschallaufnahme von der rotierenden Abrichtrollenspindel zum Abrichten der Sitzkontur (Einspritzdüsenschleifen)

Abrichtspindel mit integriertem RSA-2



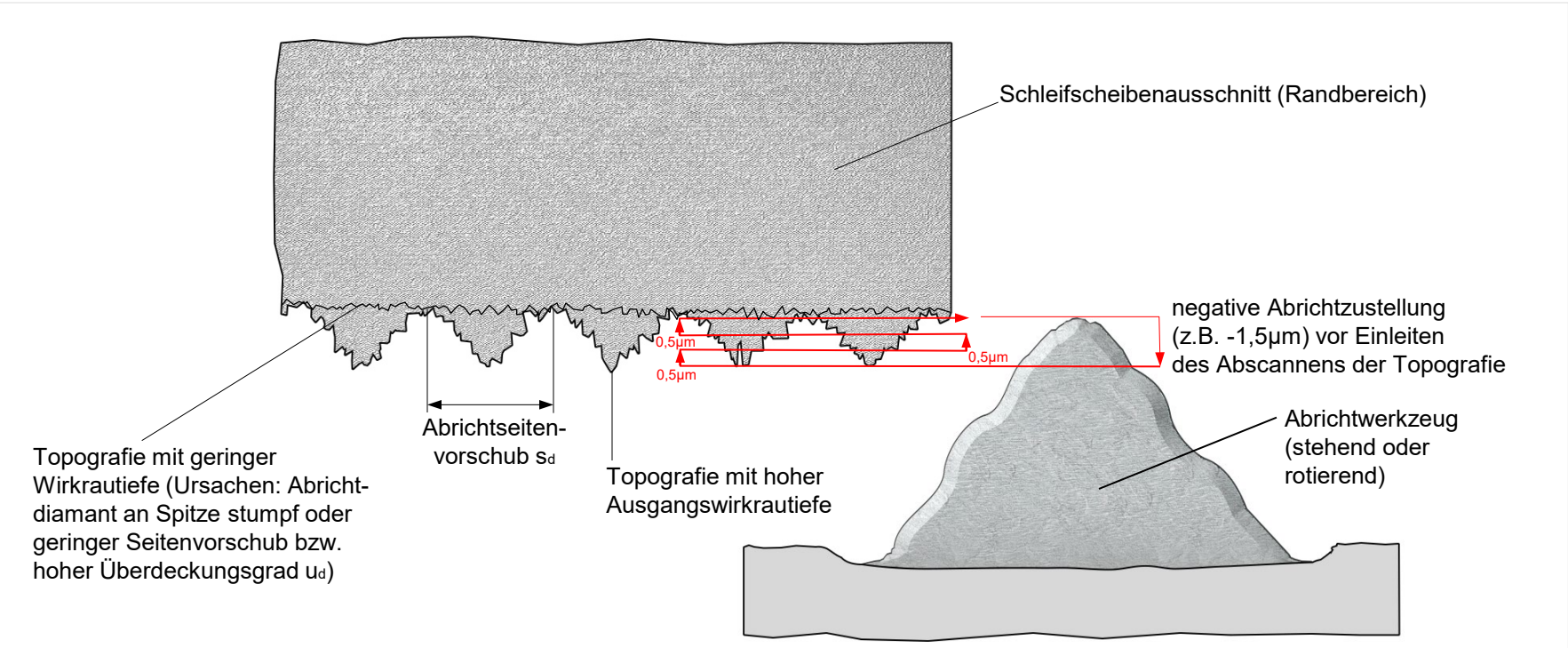
Messkurve beim Abrichten der Sitzkontur



Kontrolle der Ausgangswirkrautiefe der Schleifscheibe mit „Abscannen“

"Ausgangswirkrautiefe" der Schleifscheibe = Wirkrautiefe der Schleifscheibe unmittelbar nach dem Abrichten. Sie beeinflusst die Schnittfähigkeit der Schleifscheibe sowie die Rautiefe des geschliffenen Werkstückes.

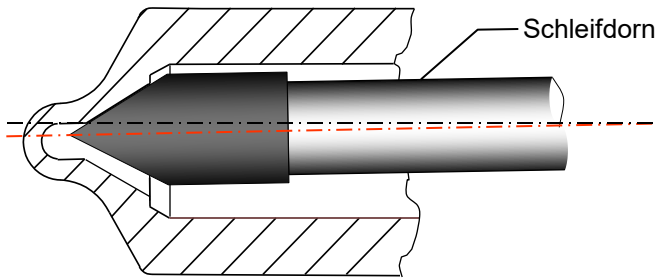
Angestrebt wird eine Ausgangswirkrautiefe, die sich mit der Einsatzdauer der Schleifscheibe nur wenig verändert. Denn dann sind Prozesskräfte und Rautiefe der geschliffenen Werkstückoberfläche über der Einsatzdauer der Schleifscheibe konstant.



Messprinzip:

Die Kontrolle der Ausgangswirkrautiefe erfolgt mittels "Abscannen" der "Traganteile" der Schleifscheibentopografie mit dem Abrichtwerkzeug und Auswertung des Körperschalls infolge Reibung und Zersplitterung.

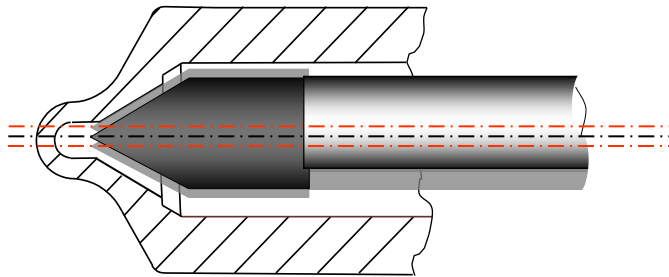
Prozessunregelmäßigkeiten:



Die Dornausbiegung variiert mit der Veränderung der Schnittfähigkeit der Schleifscheibe.

Eine verringerte Schnittfähigkeit kann zur Folge haben:

- zu kleiner Innendurchmesser des Ventilsitzes oder der Bohrung nach dem Ausfeuern.
- falscher Winkel des Ventilsitzes bzw. Konizität der Bohrung
- ggfs. teilweise ungeschliffene Bereiche



Rattern der Schleifscheibe, zu hohe Schnittfähigkeit oder zu langes Ausfeuern können zur Folge haben:

- zu großer Innendurchmesser des Ventilsitzes oder der Bohrung
- falscher Winkel des Ventilsitzes bzw. Konizität der Bohrung
- Welligkeiten (nur bei Rattern)

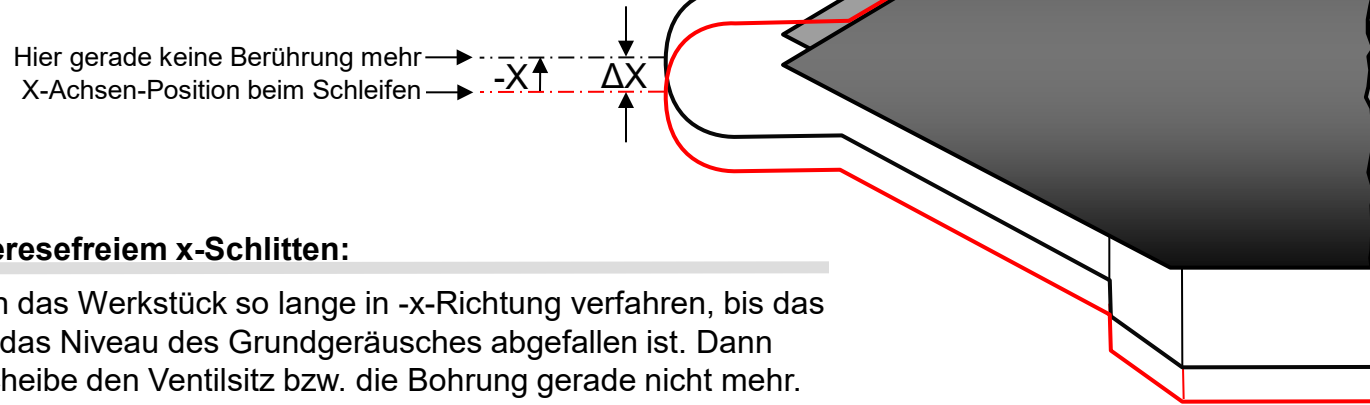
Inprozess-Kontrolle der Dornausbiegung und Schwingungen beim Innenrundscheifen am Beispiel des Ventilschleifens (Sitz u. Bohrung)

(patentiert) (Blatt 2)

Überwachung der Prozessunregelmäßigkeiten über die akustische Berührungserkennung zwischen Schleifscheibe und Werkstück

Prinzip:

Vergleich der Achsenposition der Schleifscheibe beim Schleifen mit der Achsenposition beim leichten Rutschen bzw. „gerade nicht mehr Rutschen“ der Schleifscheibe auf dem soeben geschliffenen Ventilsitz bzw. der Bohrung



Verfahren bei hysterese freiem x-Schlitten:

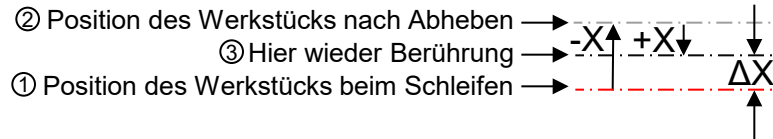
Nach dem Ausfeuern das Werkstück so lange in -x-Richtung verfahren, bis das Schleifgeräusch auf das Niveau des Grundgeräusches abgefallen ist. Dann berührt die Schleifscheibe den Ventilsitz bzw. die Bohrung gerade nicht mehr. Der Abstand zwischen Schleifscheibenoberfläche und Ventilsitz bzw. der Bohrung beträgt dann 0 bis 1 μm . Die dann erreichte x-Position speichern und davon die letzte Ausfeuer-Position subtrahieren = Δx .

Δx entspricht der Auffederung, die von der Steuerung mit einem Toleranzbereich zu vergleichen ist.

Inprozess-Kontrolle der Dornausbiegung und Schwingungen beim Innenrundscheifen am Beispiel des Ventilschleifens (Sitz u. Bohrung)

(patentiert) (Blatt 3)

Verfahren bei hysteresesebehaftetem x-Schlitten, oder wenn bei Rattergefahr auf zu große Ventilsitze bzw. Bohrungen kontrolliert werden soll:



1. Nach dem Ausfeuern das Werkstück so lange in -x-Richtung verfahren, bis das Schleifgeräusch auf das Niveau des Grundgeräusches abgefallen ist (das meldet der Tool Monitor bei Körperschallaufnahme über den Sensor RSA-Ring an der Werkstückspindel).

2. Dann wieder in +x-Richtung zustellen, bis das Schleifgeräusch eine knapp über dem Grundgeräusch liegende Schwelle überschreitet. Die dann erreichte x-Position speichern und davon die letzte Ausfeuer-Position subtrahieren = Δx .

Δx entspricht der Ausbiegung, die von der Steuerung mit einem Toleranzbereich zu vergleichen ist. Das Vorzeichen von Δx ist normalerweise negativ.

Falls Δx ein positives Vorzeichen haben sollte, zeigt das an, dass beim Schleifen infolge selbsterregter Schwingungen (=Rattern) zu viel Material abgeschliffen wurde.

Tool Monitor SEM-B3



Schalttafeleinbaugerät mit Digital- und Leuchtbandanzeige der Messwerte

- 4 separate Grenzwerte, die auf Über- und Unterschreiten reagieren
- 5 Optokopplerausgänge
- Einstellbare Glättung des Messwertes

Häufigste Anwendung:

- Kontakterkennung Schleifscheibe/Werkstück mit Vorschubumschaltung zum beschleunigten Überbrücken des Luftschleifens in Verbindung mit Körperschall- oder Wirkleistungsmessung.

Besonderheiten der NORDMANN-Sensorpalette

Körperschallaufnahme über einen Kühlschmierstoffstrahl vom Werkzeug oder Werkstück (patentiert). Dadurch sind auch die kleinsten Werkzeuge überwachbar (z. B. Bohrer mit $\varnothing=0,1\text{mm!}$), selbst in Mehrspindelbohrköpfen. Sehr gute Schallaufnahme auch beim Schleifen, Drehen, Wälzfräsen und Umformen (Hämmern) unmittelbar vom Werkstück oder Werkzeug.

Körperschallaufnahme im Direktkontakt mittels SEA und SEA-Mini

Körperschallaufnahme über die mitrotierenden drahtlosen Sensoren RSA, RSA-2 und RSA-Ring für Schleif-, Werkstück- und Abrichtspindeln.

Körperschallaufnahme über ein Federstahlelement unmittelbar vom Werkstück (speziell für Rundtakter und Transferstraßen, patentiert).

Kraftsensoren BDA-Kralle, PDA und DMS-Kralle für Kulissenhebel in Mehrspindeldrehautomaten mit besonders einfacher Montage über nur eine M5-Schraube oder per Klebung.

Werkstücklängentaster WLT für Mehrspindler und Rundtakter.

Dreiphasen-Wirkleistungsmessgerät WLM-3S besonders reaktionsschnell und für kleinste Werkzeuge.

Spark-Sensor SPS zur Drehmeißelkontrolle bei hohen Aufmaßschwankungen über deren Funkenflug

Strahlschranken SDS-Gabel für kleine Distanzen (Gabelschranken) zur Bohrerbruchkontrolle über einen Kühlschmierstoff- oder Luftstrahl, auch für Kleinstbohrer ab $\varnothing=0,1\text{mm}$.

Kühlschmierstoff-Strahlschranken für große Distanzen (bis 2,5 m) mittels Strahlkanone **Gun** und Staudrucksensor **APS-BDA** oder **APS-Q** oder **APS-L**

Besonderheiten der NORDMANN Tool Monitore

Parallele Auswertung interner Antriebsdaten und der Messwerte beliebiger Sensoren (Wirkleistung, Kraft, Dehnung, Schall, Werkzeuglänge, Werkstücklänge,...)

Grafische Korrekturmöglichkeit für die Hüllkurven im Bereich wiederholter, nur örtlicher Messwertanstiege, um wiederholte Grenzverletzungen zu vermeiden. Bei Verwendung des Nordmann-Touchscreens können die Hüllkurven mit dem Finger oder einem Stift (Touchpen) grafisch korrigiert, d. h. gezeichnet werden. Am Monitor einer Steuerung mit PC-Bedienrechner erfolgt das Korrigieren der Grenzwerte über einen Pfeil, der auf der Hüllkurve mit Cursortasten verschoben wird oder mittels Mausfeil. Die Hüllkurve kann dann wie ein Gummiband verformt werden, getrennt für ihre obere und ihre untere Begrenzung.

Automatische Anpassung der Hüllkurve an einen wiederholt auftretenden Messkurvenausreisser, wenn der Bediener diesen als falschen Alarm mit automatischer Grenzwertkorrektur quittiert.

Gleitende Hüllkurvenberechnung zur Überwachung von Mehrspindelbohrköpfen über die Wirkleistung bis zu 10 Bohrer pro Antriebsmotor.

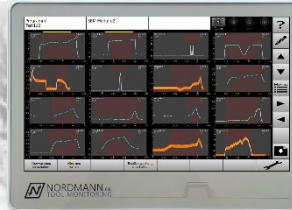
Dynamikauswertung: Kontrolle der Welligkeit der Messkurven zur Erkennung einzelner fehlender Zähne in Fräsen und zur Überwachung auf sprungartige Kraft- oder Leistungsveränderungen (Bruch beim Drehen).

Mathematik-Messstelle: Erlaubt z. B. die Addition von Messkurven, um aus den Messwerten zweier Vorschubachsen eine Summen-Messkurve zu generieren.

Hohe Anzahl überwachbarer Messkanäle: Mit dem Tool Monitor sind insg. 256 analoge Sensoren oder Spindeln bzw. Vorschubachsen mittels interner Antriebsdaten überwachbar.

Inprozess Werkstückmaßkontrolle und **Werkzeug- bzw. Werkstück-Auffederungskontrolle** auf akustischer Basis mit Auflösung im μ -Bereich (patentiert).

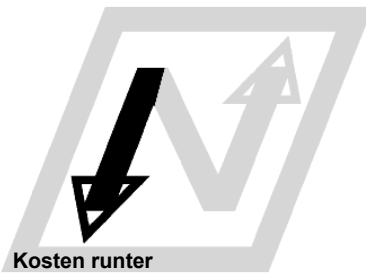
Warum muss es eine Nordmann-Werkzeugüberwachung sein?



- Umfangreiche **Sensorpalette für die verschiedensten Messgrößen** und Anwendungsfälle. Deshalb sind auch schwierige Überwachungsaufgaben lösbar (z.B. Kleinstwerkzeuge, Mehrspindelbohrköpfe, Hartdrehen, Schleifen mit kleinsten Schleifstiften; Maschinen mit vielen Bearbeitungsstationen, etc.)
- Nachrüstbar als **einheitliches System auf allen Maschinensteuerungen**, unabhängig vom Typ und Baujahr, ob mit oder ohne PC als Bedienrechner
- **Universelle Profibus- und Profinet-Schnittstelle**, konfigurierbar für alle Maschinensteuerungen, die interne Antriebsdaten wie Wirkleistung und Drehmoment zur Verfügung stellen können
- **Besondere Überwachungsstrategien zur Erkennung kleinster Ausbrüche** beim Drehen, Bohren und Fräsen
- Verschleißüberwachung grundsätzlich ohne Aufpreis im System enthalten
- Hohe **Bedienerfreundlichkeit** durch übersichtliche Menüs, **grafische Einstellbarkeit** der Grenzwerte und **automatische Hüllkurvenkorrektur**
- Entwicklung, Produktion, Verkauf, Montage und Service aus **einer Hand** mit **einem Ansprechpartner**
- **Service weltweit** und schnell vor Ort

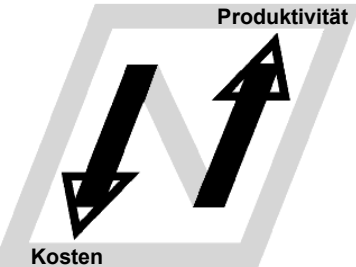
Kostensenkung und Produktivitätserhöhung durch den Einsatz von Nordmann-Tool Monitoren

(Blatt 1)

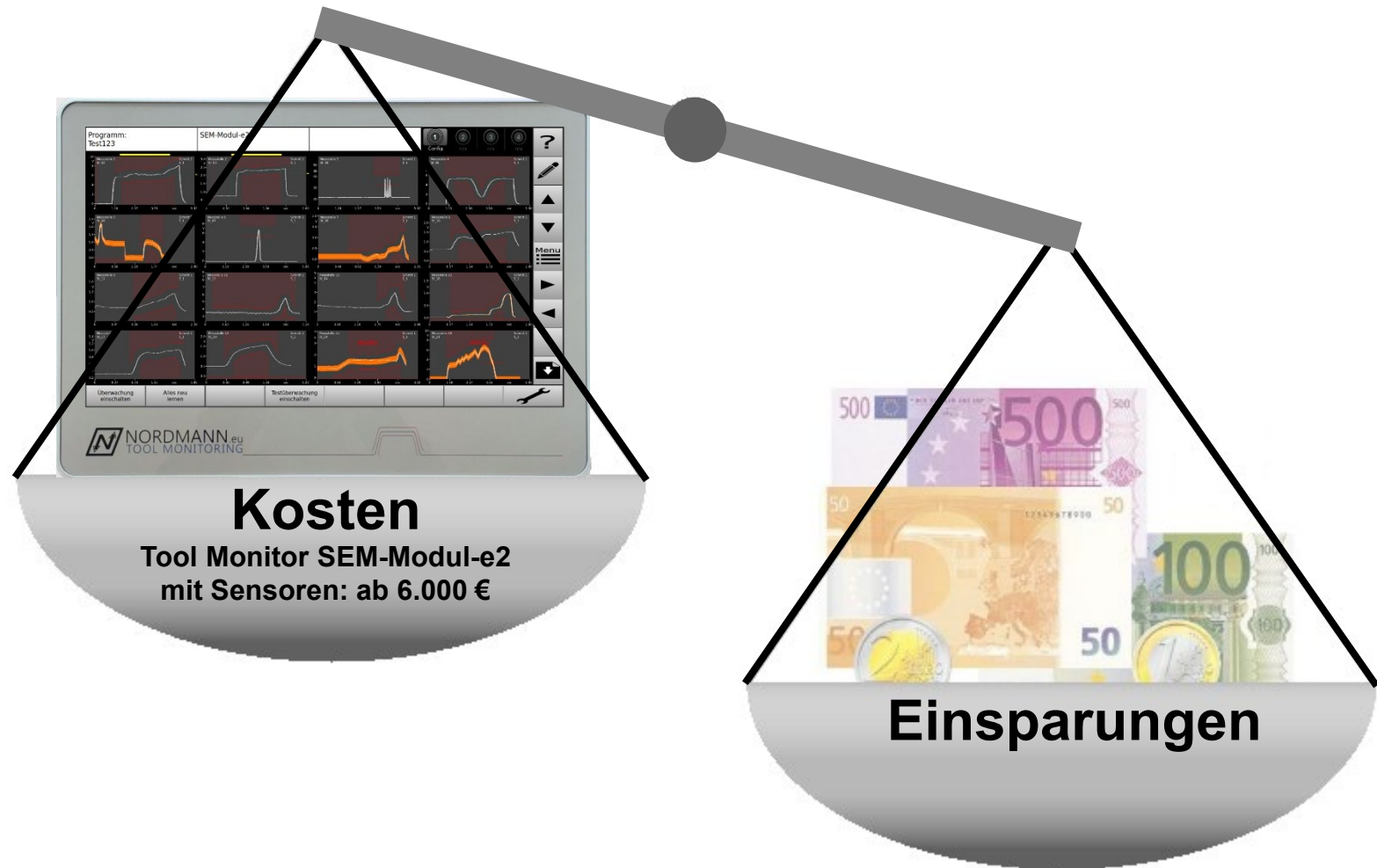
Hauptpotenziale	Basierende Funktionen des Tool Monitors	Einsparungspotential
Werkzeugkostenreduzierung 	• Verlängerung der Werkzeugwechselintervalle aufgrund der Möglichkeit der Erkennung zu frühen Verschleißes • Möglichkeit des wirtschaftlichen Nachschleifens aufgrund rechtzeitigen Werkzeugwechsels • Möglichkeit des gefahrlosen Experimentierens mit verschiedenen Werkzeugsorten und –anschliffen • Möglichkeit der Verwendung preiswerterer Werkzeuge, da ggf. vorzeitiges Standzeitende gemeldet wird • Vermeidung von Werkzeugbrüchen und infolgedessen „Abräumen“ der Werkzeuge folgender Bearbeitungen	der Werkzeugkosten 2 - 8% 0 - 5% 5 - 15% 10 - 20% 0 - 3%
Nutzungssteigerung der Werkzeugmaschine (daraus resultierend weniger Werkzeugmaschinen erforderlich) 	• Möglichkeit des unbeaufsichtigten Pausendurchlaufes oder der Produktion in einer teilbeaufsichtigten 3. Schicht. • Geringere Hauptzeit pro Teil aufgrund der gefahrlosen Möglichkeit höhere Schnittgeschwindigkeiten und Vorschubwerte auszutesten. • Die Messkurvenanzeige deckt zu frühe Umschaltunkte vom Eil- auf Arbeitsvorschub auf • Störungsarmer Betrieb durch Vermeidung von Brüchen und „Abräumen“ der Folgestationen • Luftschnittverkürzung: Verringerung der Hauptzeit durch das Fahren mit höheren Vorschubgeschwindigkeiten bis zum Werkstückanschnitt (wird insbesondere beim Schleifen praktiziert)	der Maschinenkosten zzgl. der Fertigungskosten und der Bedienerkosten 2 - 8% 0 - 5% 0 - 7% 5 - 15% 10 - 20%

Kostensenkung und Produktivitätserhöhung durch den Einsatz von Nordmann-Tool Monitoren

(Blatt 2)

Hauptpotenziale	Basierende Funktionen des Tool Monitors	Einsparungspotential
Vermeidung von Ausschuss und Nacharbeit 	• Inprozess Werkstückmaßkontrolle mit pneumatischen Messtastern oder mit einem Drehmeißel als Taster (akustische Berührungserkennung über das Rutschgeräusch auf dem rotierenden Werkstück) • Erkennung zu geringem Rohteilmaßes oder von Kurzteilen, wodurch ein Sofortstopp der Maschine oder das Ansteuern einer Ausschussweiche erfolgt • Verbesserung der Oberflächenqualität durch Erkennung von Rattern • Prozessbegleitende Werkzeugverschleiß- und Bruchkontrolle mit Sofortstopp • Die Visualisierung des Prozesses am Monitor lässt Unregelmäßigkeiten oft schon durch bloßes Anschauen der Messkurve erkennen	der Maschinenkosten zzgl. der Fertigungskosten Bedienerkosten und Rohmaterialkosten 0 - 5% 0 - 2% 0 - 2% 0 - 3% 0 - 3%
Schutz der Werkzeugmaschine	• Vermeidung von Maschinenbrand (bei Verwendung von Schneidöl) • Schutz der Maschine beim Bruch großer Werkzeuge oder beim Crash	der Anschaffungskosten der Werkzeugmaschine 0 - 20% 2 - 10%
Vermeiden von Reklamationen über das Aussortieren von Ausschussteilen	• Erkennung von Kurzteilen und anderer Prozessunregelmäßigkeiten wie Werkzeugbruch und Aussortierung der Ausschussteile über die Ansteuerung einer Ausschussweiche	Den Kunden nicht verloren!

Kosten/Einsparungen durch ein Werkzeugüberwachungssystem



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

