

EINSATZ EINES SENSORISCHEN WERKZEUGHALTERS ZUR PROZESSGESTALTUNG

DR.-ING. W. KOEHLER
ROBERT BOSCH GMBH, STUTTGART

Agenda

1. *Einleitung - Robert Bosch - Werk Stuttgart Feuerbach*
2. *Industrie 4.0*
3. *Common Rail Pumpe*
4. *Prozessablauf zur Bewertung von Zerspanwerkzeugen*
5. *Pro- und Contra der eingesetzten Sensorik*
6. *Einsatz eines sensorischen Werkzeughalters zur Prozessbeurteilung*
7. *Verkürzung der Prozessgestaltung durch den Einsatz sensorbasierter Systeme in der Großserienfertigung*
8. *Ausblick*
9. *Zusammenfassung*

Bosch – ein globaler Verbund



- ▶ Hinter diesem Verbund stehen rund 375 000¹ Bosch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.
- ▶ In vier Unternehmensbereichen mit rund 440¹ Tochter- und Regionalgesellschaften in rund 60¹ Ländern.
- ▶ Einschließlich ihrer Vertriebspartner in rund 150¹ Ländern.

Bosch – ein globaler Verbund

Vier Unternehmensbereiche

Mobility Solutions



Industrial Technology



Energy and Building Technology



Consumer Goods



Werk Stuttgart-Feuerbach

Zahlen unseres Werkes

3.190 Mitarbeiter

38 Nationalitäten



113.228 MWh
Energie-
Einsparung
(seit 2007)

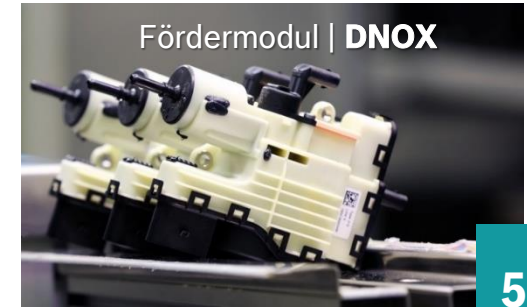


142.250 m²
Fläche



9.955

Zu-Mess-
Einheiten | ZME



Fördermodul | DNOX

534

879,5 Mio EUR
Produktions-
volumen 2015
(PPC total)

2.627

Common Rail Pumpen | CP4



Stückzahl 2015 (in 1000)

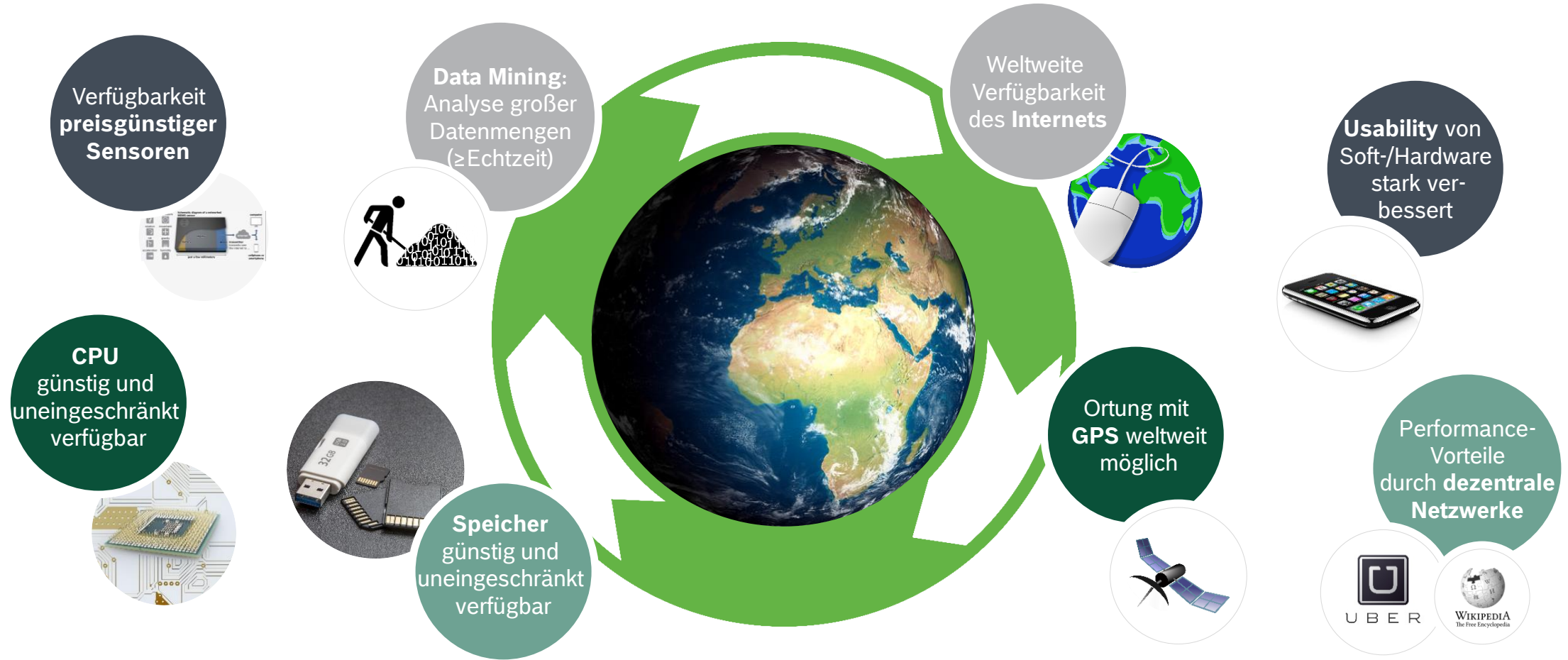
Diesel solenoid valve | DMV



1.165

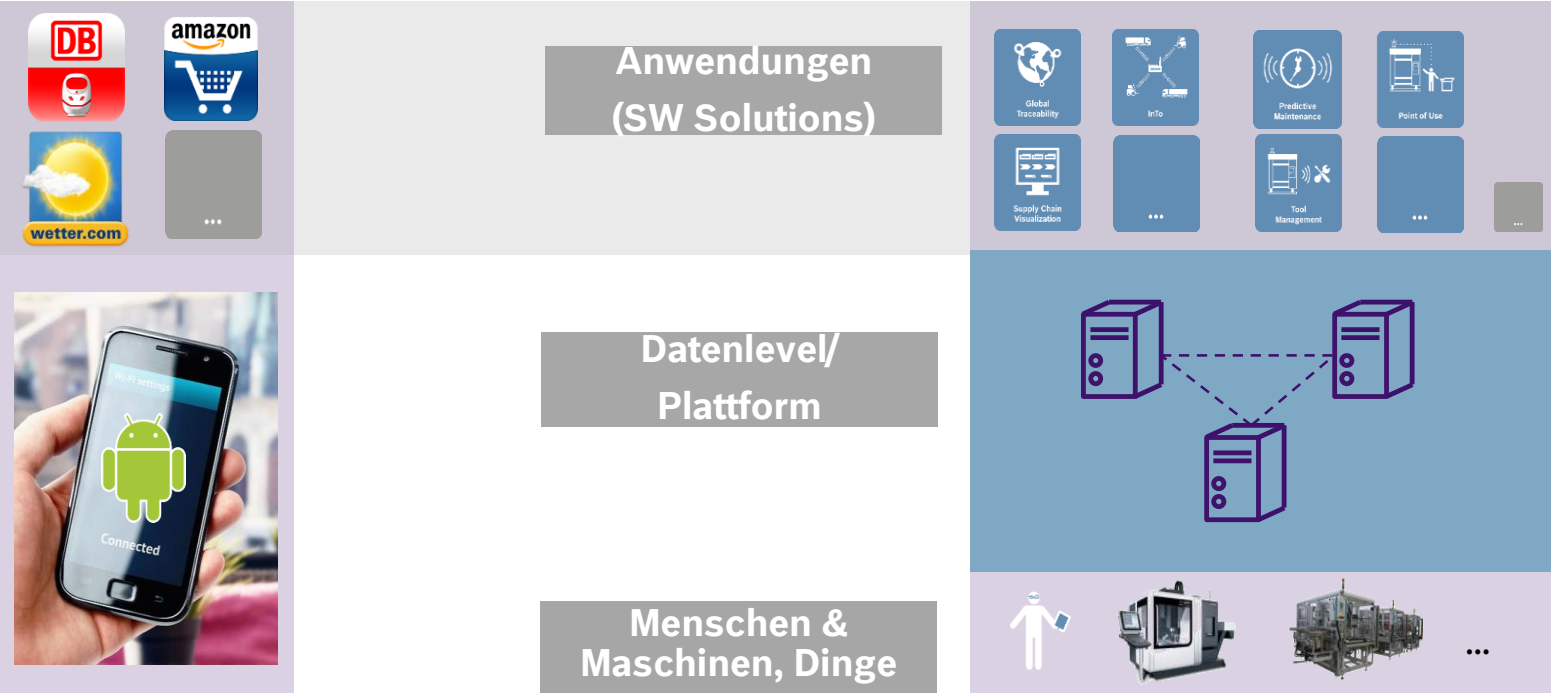
Industrie 4.0

Bedeutende Veränderungen der vergangenen Jahre



Industrie 4.0

IT Grundstruktur: Von der Maschine zur App



Beispiel Use Case:

- Sensorbasierter Halter zur Werkzeugbeurteilung



Quelle: promicon

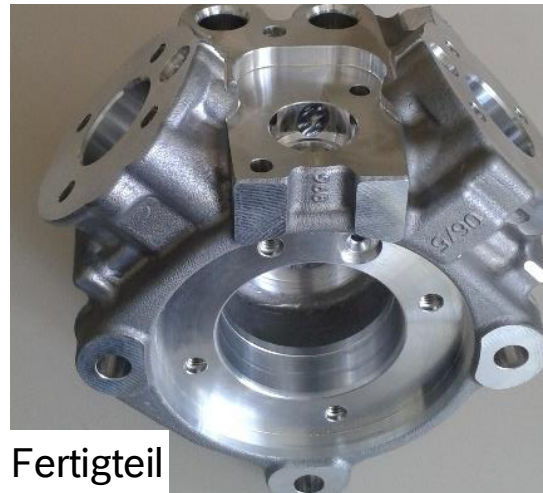
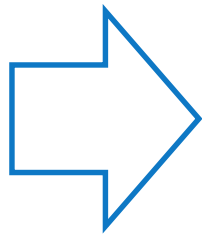
Common Rail Pumpe 4. Gen.

Zerspanung Gehäuse

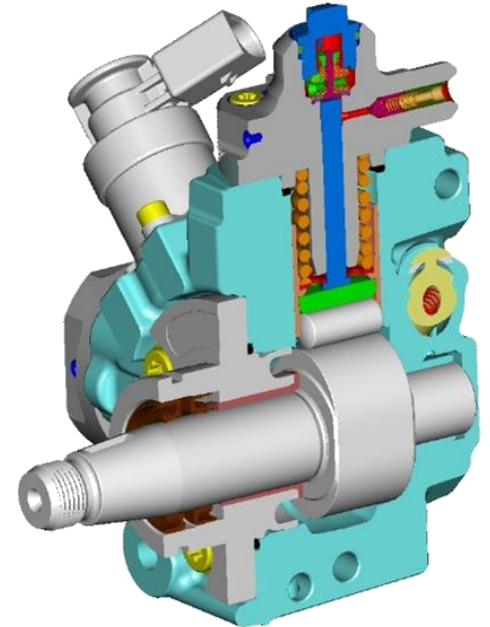
- ▶ Die Zerspanung des Al-Gehäuses erfolgt auf flexiblen Bearbeitungszentren.
- ▶ Die Einspritzpumpe ist nach dem Baukastenprinzip aufgebaut.
- ▶ Differenzierungen: Ein oder zwei Stößel, Zahnradpumpe,...



Rohteil

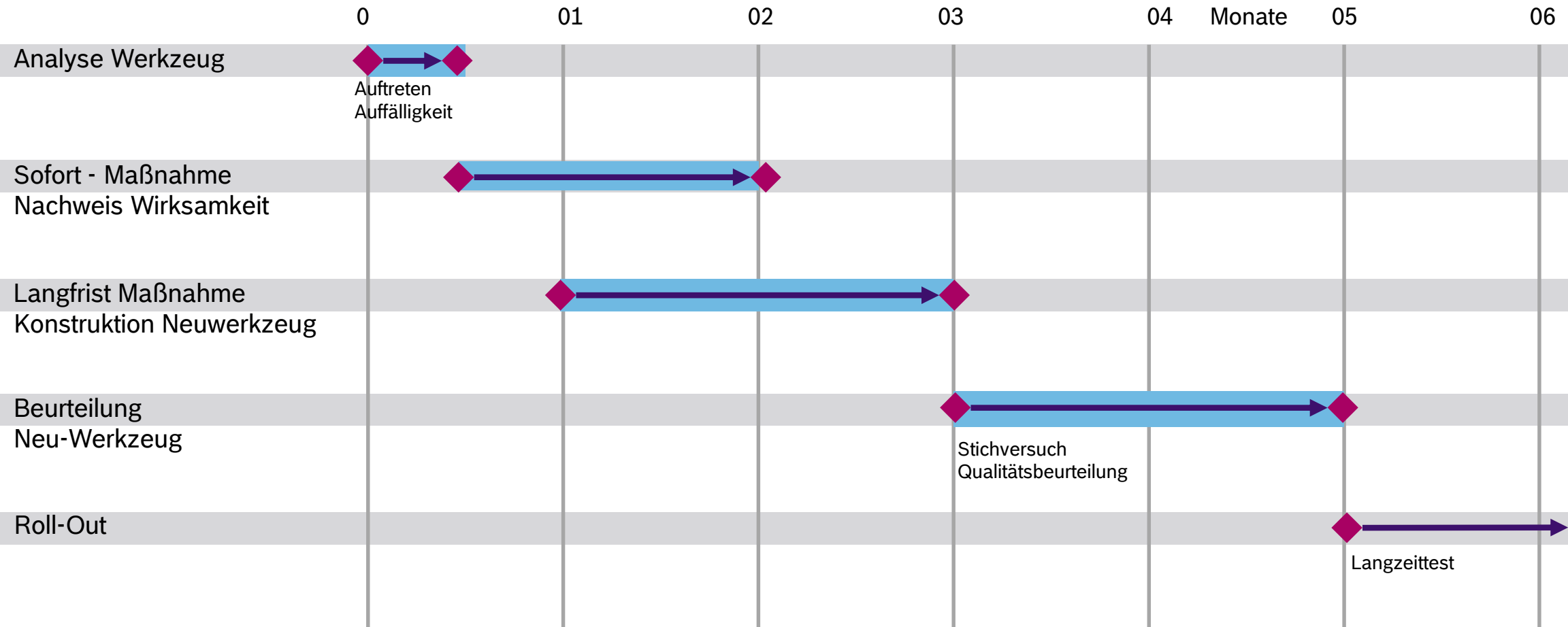


Fertigteil



Prozessablauf zur Bewertung von Zerspanwerkzeugen

Bewertung von Zerspanwerkzeugen - Ablauf



Prozessgestaltung in der Großserienfertigung

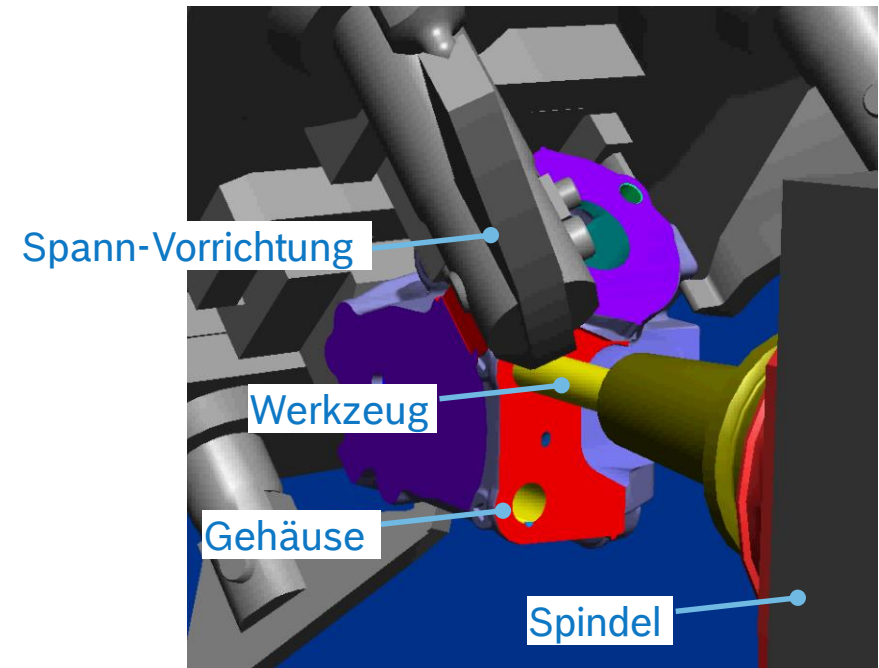
Bewertung von Zerspanwerkzeugen

- ▶ **Start:** Erhöhter WZ Bruch in der Serie, Pilotsenker (Zu-, Rücklaufbohrungen).



- ▶ **Analyse:** Einsatz sensorischer Werkzeughalter, Belastung Werkzeug aufzeigen.
- ▶ **1. Maßnahme:** Reduktion Vorschub
- ▶ **2. Langfrist Maßnahme:** Werkzeug Neukonstruktion, Verbesserung Spanabtransport, Reduktion der seitlichen Belastung.

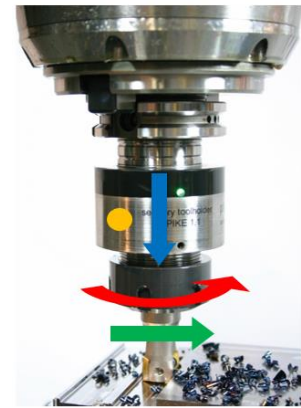
Material: VHM
Durchmesser: $d = 9,92$
Schneidenlänge: $L = 45$
Zähnezahl: $z = 4$



Eingesetzte Sensorik in der Großserie

Pro und Contra

Prinzip	Dehnungsmesstreifen DMS
Genauigkeit	keine belastbaren absoluten Werte - Geeignet für den relativen Vergleich, kleine Durchmesser gehen im Rauschen unter (D =1 mm nicht messbar), kein Problem bei sehr großen Kräften
Drehzahlen	nur bis $n = 18.000 \text{ min}^{-1}$
Baugröße	Kompaktes System, Veränderung ggü. Serienhalter (Steifigkeit, Spannung). kein Kabel - Wifi
Komplexität	ein System, sehr schnell wechselbar. Möglichkeit, dass an eigenen Halter die DMS appliziert werden. Sehr schnell zwischen verschiedenen MAE tauschbar (nur WZ Wechsel notwendig, Rest läuft über WiFi!)
Eignung für Maschine	robust
Messgrößen	DMS auch radial angebracht, dadurch Aufnahme Biegemoment
Datenrate	hohe Datenrate, 1600 Hz
Energieversorgung	Langzeitmessung möglich, kein Problem mit Energieversorgung



Sensorischer Werkzeughalter

Funk



Axialkraft

Drehmoment

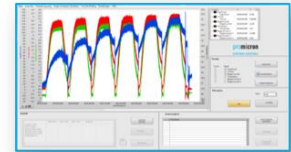
Biegemoment in x- und y-Richtung

Temperatur

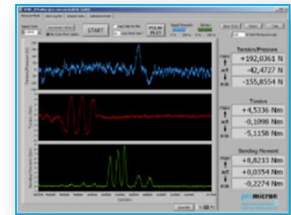
Receiver



via USB an PC



Analysesoftware Tool Analyzer - optional



Visualisierungssoftware Tool Measurement

Quelle: promicon

Einsatz eines sensorischen Werkzeughalters

Einfluss Schnittparameter

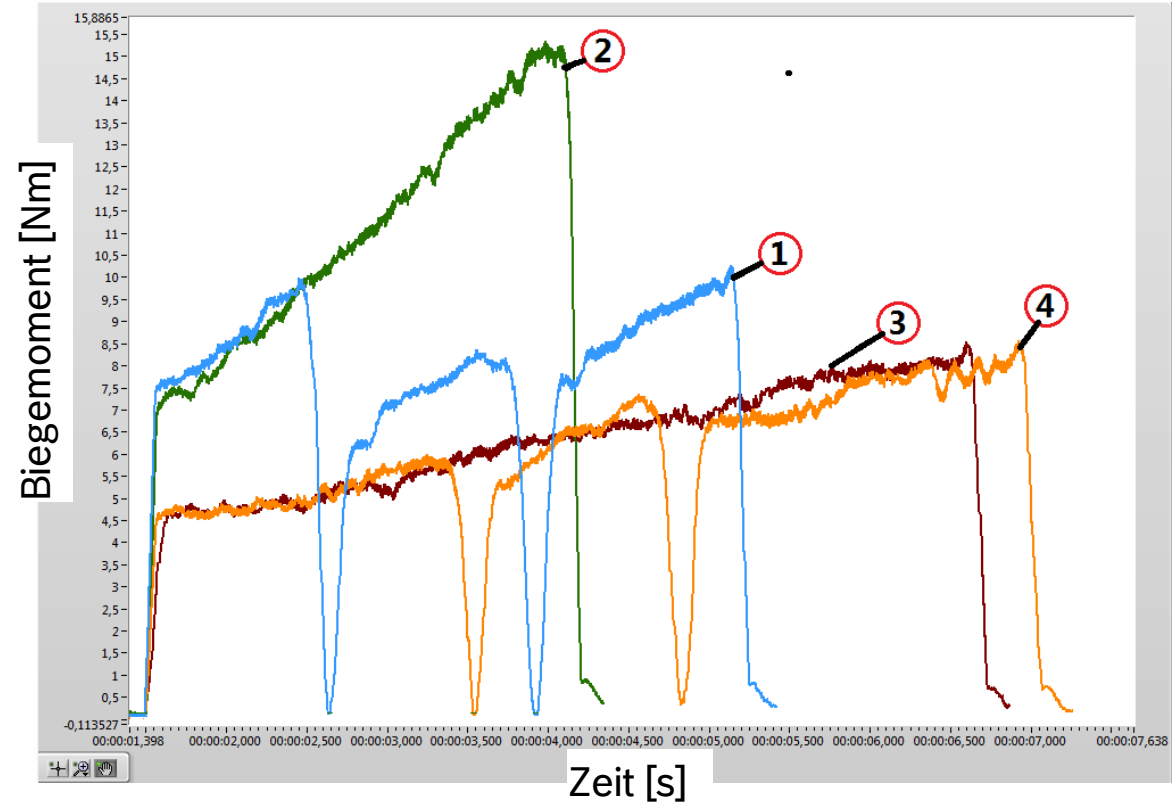
► Versuch mit sensorischem WZ Halter, unterschiedlichen Vorschüben, mit und ohne Entspanzyklen

1. SERIE: $v_f = 800$ mm/min
2. $v_f = 800$ mm/min, ohne Entspannen
3. $v_f = 400$ mm/min, ohne Entspannen
4. 1. & 3. Schnitt $v_f = 400$ mm/min, 2. Schnitt $v_f = 800$ mm/min

Sofort-Maßnahme: Umstellung Versuch 3, reduzierter v_f ohne Entspanzyklen



Material: VHM
Durchmesser: $d = 9,92$
Schneidenlänge: $L = 45$
Zähnezahl: $z = 4$

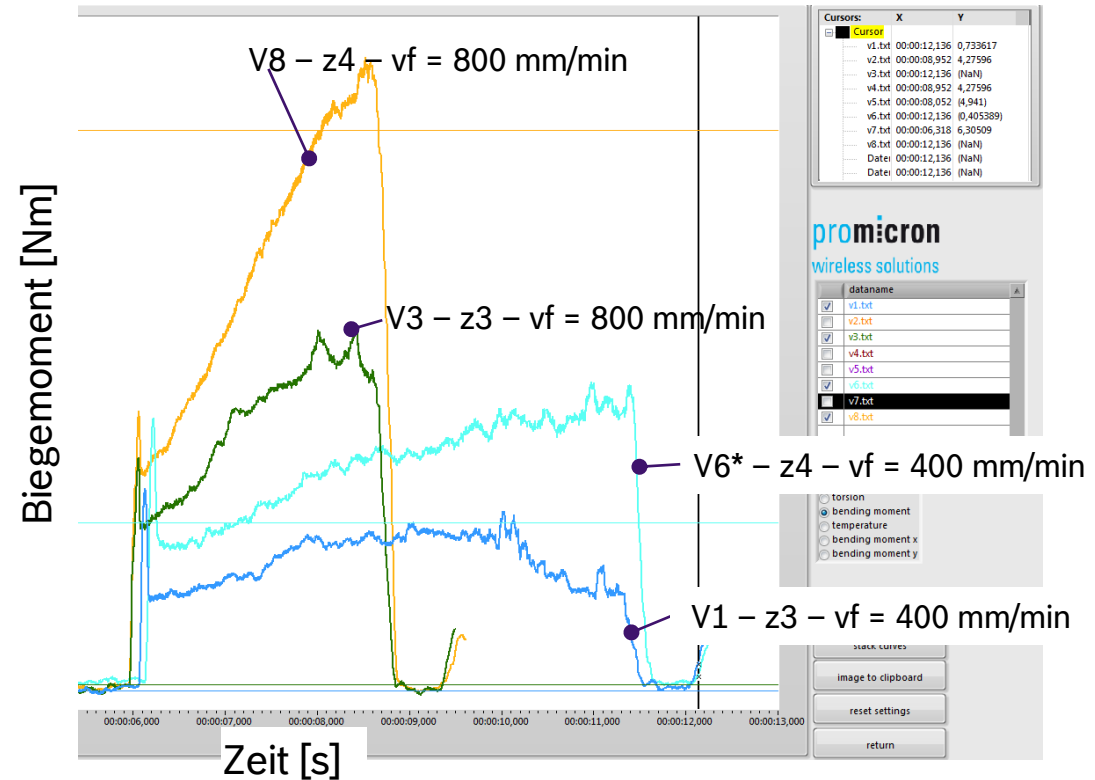


Einsatz eines sensorischen Werkzeughalters Beurteilung angepasstes Werkzeug

- ▶ Werkzeug wurde angepasst.
- ▶ Evaluierung des Werkzeugs über sensorischen WZ-Halter.
- ▶ Biegemoment zeigt deutliche Unterschiede der versch. Werkzeugformen.
- ▶ Verkürzung Beurteilungsdauer.
- ▶ Angepasstes Werkzeug zeigt deutlich reduziertes Biegemoment!

ENTSCHEIDUNG: Umstellung auf $z = 3$ Werkzeug nach Auslauf $z = 4$.

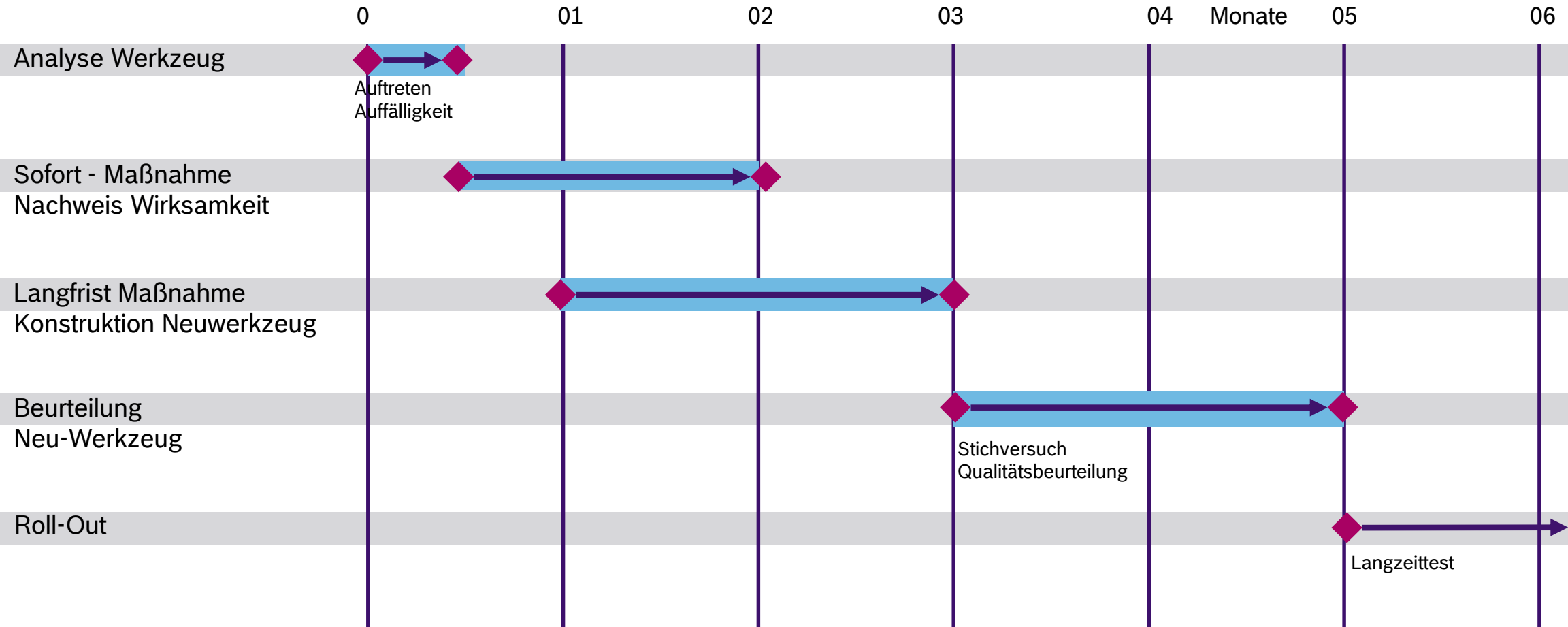
Material: VHM
Durchmesser: $d = 9,92$
Schneidenlänge: $L = 45$
Zähnezahl alt: $z = 4$
Zähnezahl Versuch: $z = 3$
Strategie: kein Entspänen



* Serienprogramm und Serienwerkzeug ($z=4$)

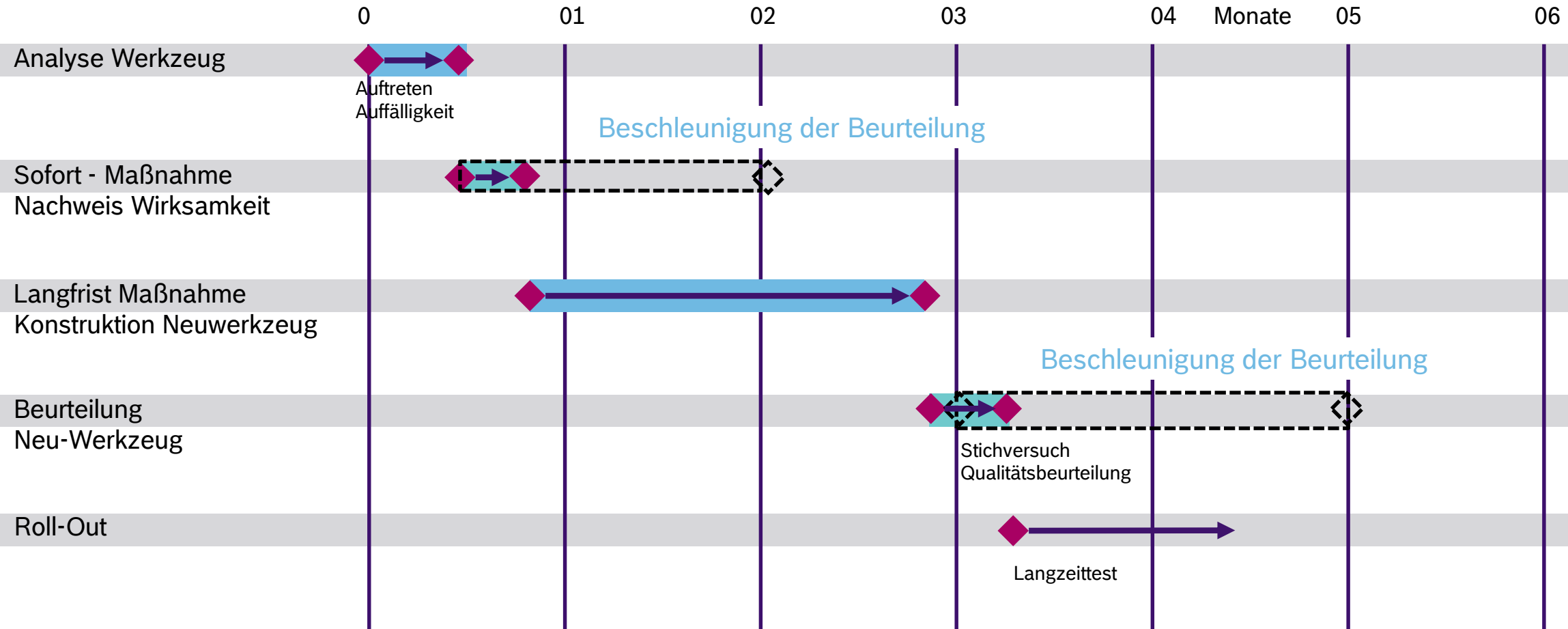
Prozessgestaltung in der Großserienfertigung

Verkürzung durch Einsatz sensorbasierter Systeme



Prozessgestaltung in der Großserienfertigung

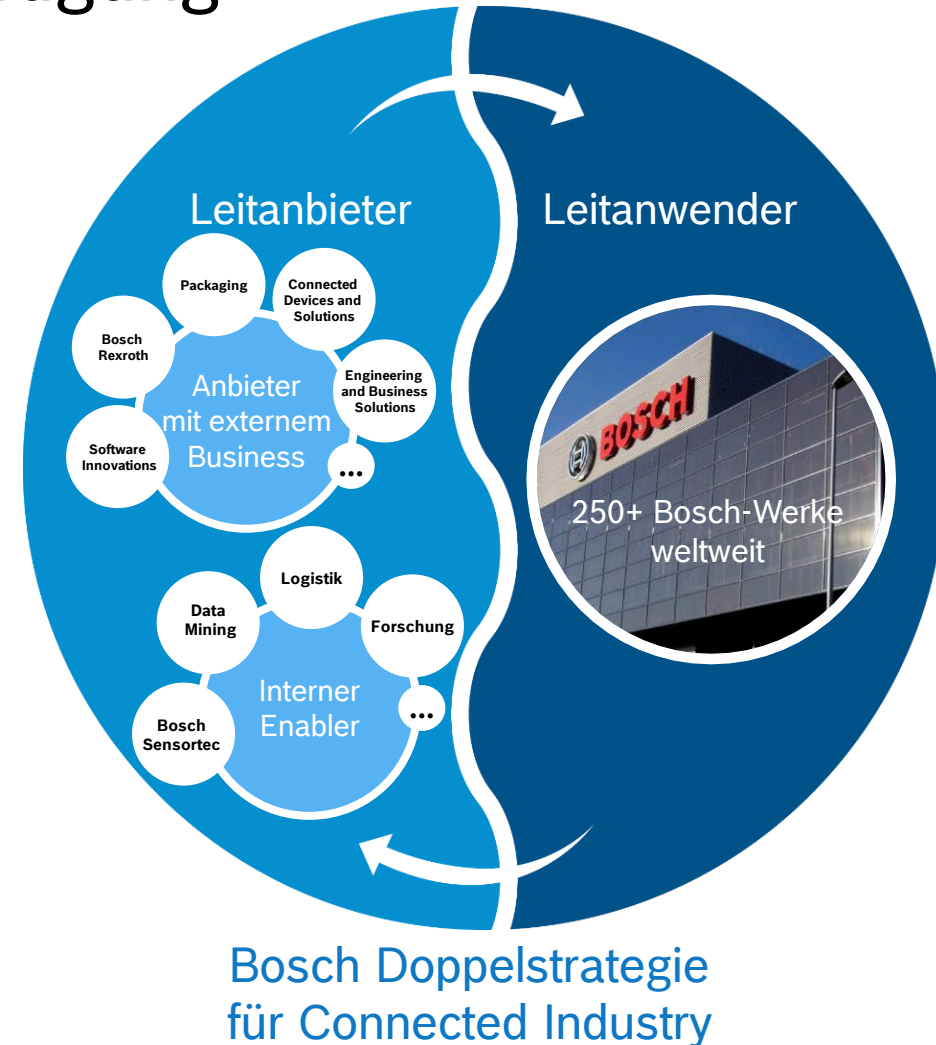
Verkürzung durch Einsatz sensorbasierter Systeme



Prozessgestaltung in der Großserienfertigung

Ausblick

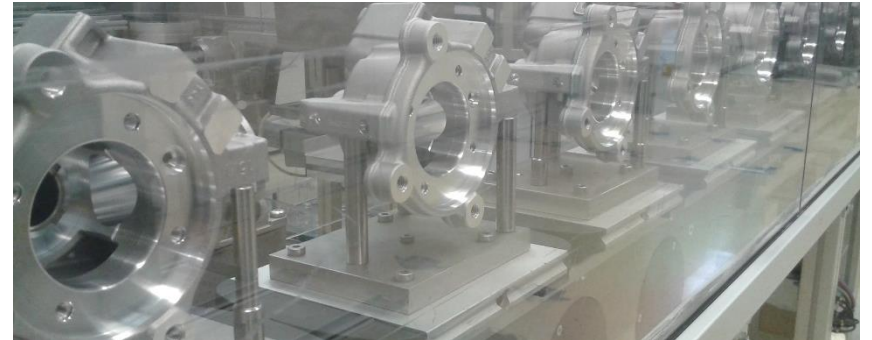
- ▶ Sensorbasierte Systeme in der Spindel zur Ermöglichung eines Real Time Monitorings und Steigerung der Werkzeugleistung.
- ▶ Permanente Datenerhebung in der Nähe der Zerspanstelle.
- ▶ Softwareplattform zur gezielten Auswertung der gesammelten Daten (z.B. von Bosch Software-Innovations).
- ▶ Durch Sensoren erhobene Daten bilden die Basis für Data Mining mit dem Ziel einer wirtschaftlichen und effizienten Produktion.



Prozessgestaltung in der Großserienfertigung

Zusammenfassung

- ▶ Ein sensorischer Werkzeughalter konnte in der Großserienfertigung eingesetzt werden: Einfache Anbindung, keine Ladungsverstärker, keine Verkabelung notwendig.
- ▶ Spannsituation wird durch den Mess-Halter verändert (Spannung, Länge).
- ▶ Dehnungsmessstreifen des Werkzeughalters zeigen die seitliche Belastung des Bohrwerkzeugs (Biegemoment).
- ▶ Signal geeignet zur Beurteilung von Werkzeugvarianten und Schnittparametervariationen (WZK-Drm. $d = 9\text{mm}$).
- ▶ Signal liegt nicht permanent vor.
- ▶ Der Einsatz sensorbasierter Systeme in der Fertigung schafft Transparenz und verkürzt den Beurteilungsprozess.



**Danke für ihre
Aufmerksamkeit!
Haben sie
Fragen?**

