

Härteprüfung- Technologie und Kundennutzen

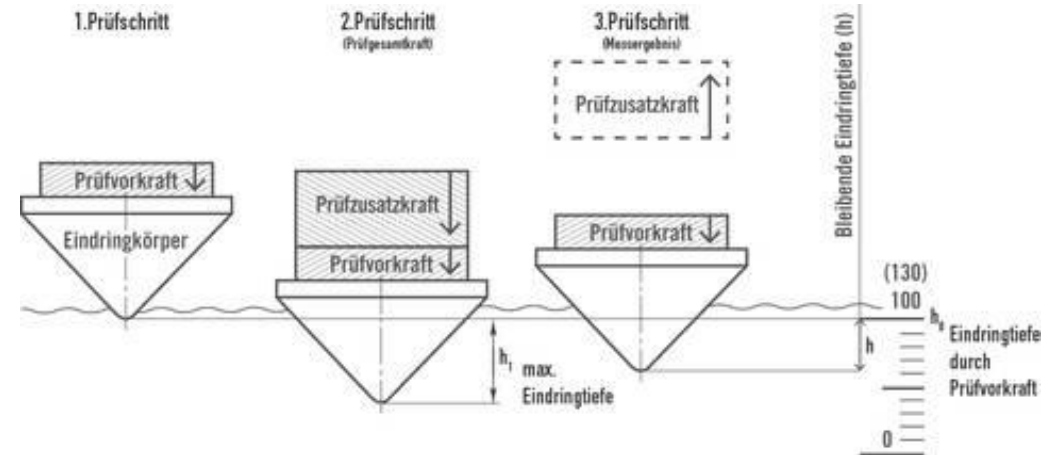
**Trends in der Entwicklung der „klassischen“ Härteprüfung
Rockwell / Vickers / Knoop / Brinell
- ein Ausblick auf die Zukunft**

1. **Grundlagen**
Tiefendifferenzmethoden
Optische Methoden
2. **Stand der Technik**
3. **Software**
4. **Ausblick – neue Technologien**
5. **Industrie 4.0 !?!**

Die gängigsten und vom Prüfaufbau einfachsten Methoden

Rockwell: die Vorlast beträgt immer 10 kg, die Hauptlast kann zwischen 60, 100 oder 150 kg variieren.

Super Rockwell: die Vorlast beträgt 3 kg, die Hauptlast 15, 30 oder 45 kg.

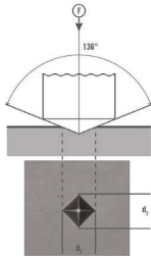


Gemessen wird die Differenz der Eindringtiefe nach Entlastung der Hauptlast!

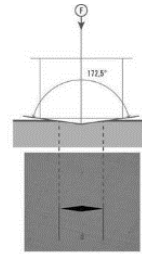
- Elastische Verformungen im Aufbau haben keinen Einfluss auf das Messergebnis
- Plastische Verformungen werden gemessen (optimalerweise ist das der hinterlassene Prüfeindruck)

Optisch ausgewertete Prüfmethode bieten bei höherem technischem Aufwand einige Vorteile

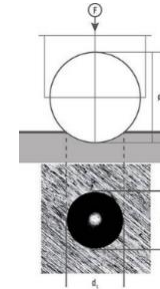
Vickers bis 120kg



Knoop bis 2kg



Brinell bis 3.000kg



Nach dem Aufbringen der Prüflast wird die Größe des hinterlassenen Eindrucks optisch vermessen

- Neben der Auflösung des Messsystems ist die Verzerrung durch die Objektive zu beachten
- Bei Vickers und Knoop je nach Oberfläche und Größe des Eindrucks ggf. schwierig den Eindruck richtig zu bewerten
- Bei Brinell kann es zu einer materialabhängigen Verfälschung des sichtbaren Eindrucks kommen (Aufwulstung)

1. ● **Grundlagen**
2. **Stand der Technik**
Kraftaufbringung
Auswertung
Maschinensteuerung
3. **Software**
4. **Ausblick – neue Technologien**
5. **Industrie 4.0 !?**

Steuerung vs. Regelung der Prüfkraft

Gesteuert

Belastung des Prüfdiamanten mit Federn oder Gewichten

- Genau und einfach zu Warten
- Überlast (z.B. durch Stöße) nicht vermeidbar



Manuell

- Einfach
- Beeinflussung des Prüfablaufes durch Bediener

Motorisch

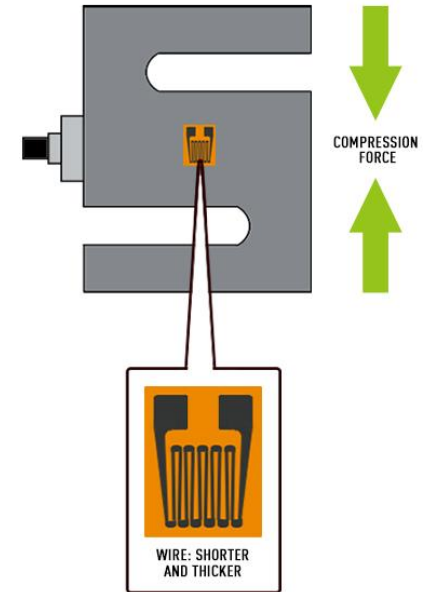
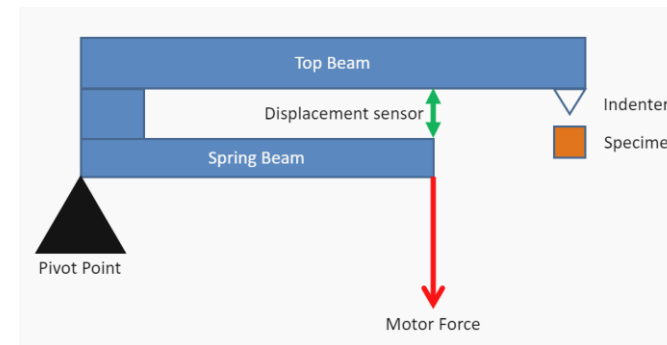
- Steuerung erforderlich
- Prüfablauf reproduzierbar

Geregelt

Belastung des Prüfdiamanten über eine Regelkette:

Motor – Kraftsensor – Regelelektronik

- Kein Überschwingen
- Kraft wird permanent überwacht
- Sehr Wiederholpräzise Abläufe



Analyse von Kamerabildern als Herausforderung / Megapixel vs. Bildqualität

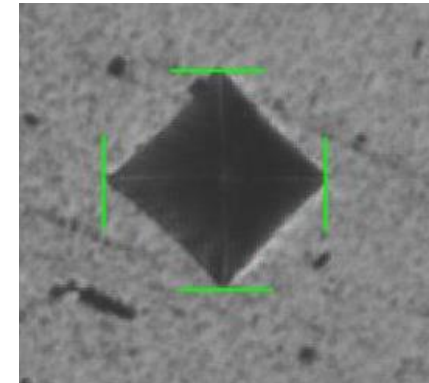
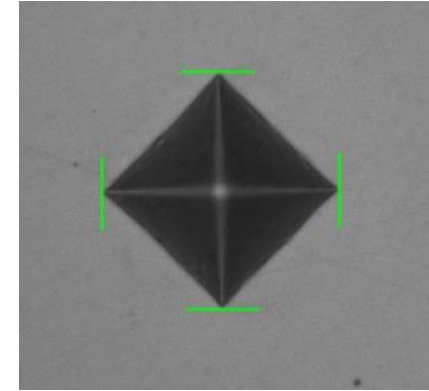
Automatische Auswertung von Härteeindrücken über Kamerasystem in der Regel durch Segmentierung des Bildes:

- Klare Abgrenzung des Eindruckes erforderlich (hoher Kontrast)
- Bewertung auf Basis einzelner Pixel

Eine hohe Kameraauflösung ist nicht unbedingt besser:

- Höheres Bildrauschen
- Theoretisch höhere digitale Messauflösung

(4K-Monitor: ca. 8Mpx)
Messauflösung ab 10x Objektiv < 1 μ



Steuerung und Elektronik in modernen Härteprüfern

Eine elektronische Steuerung gilt als Standard bei modernen Härteprüfern

- Steuert den kompletten Prüfablauf und sorgt so für reproduzierbare Ergebnisse
- Stellt die Maschinensicherheit (z.B. bei motorischen Achsen) dar.

Herausforderungen:

- Langlebige Maschinen vs. „kurzlebiger“ Elektronik (auch Ersatzteilverfügbarkeit)
- Komplexität des Gesamtsystems erfordert universell geschulten Service

Für die Steuerung der Zwick/Roell Härteprüfer von EMCO-TEST kommen Standard – SPS Komponenten mit eigener Firmware zum Einsatz:

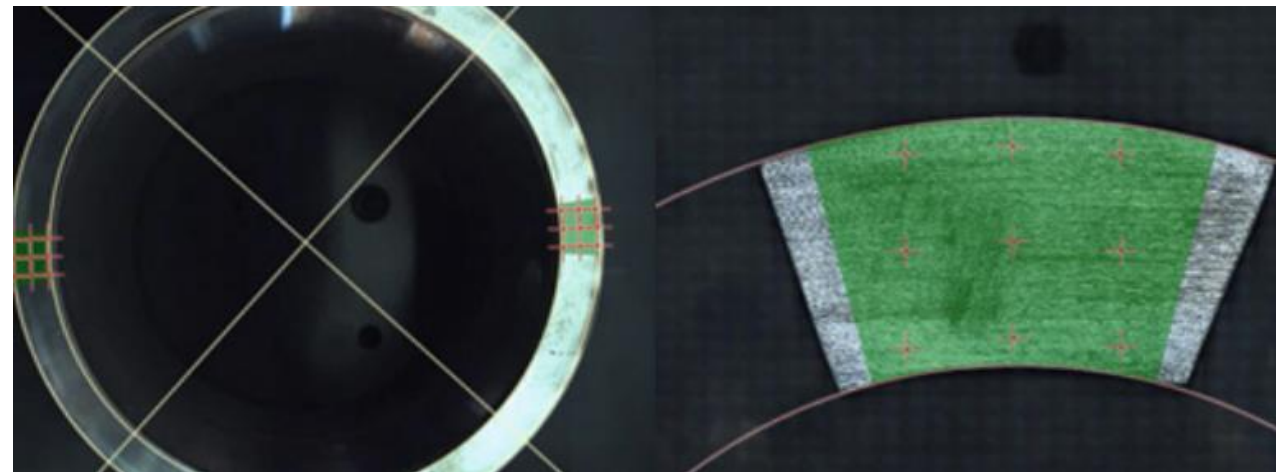
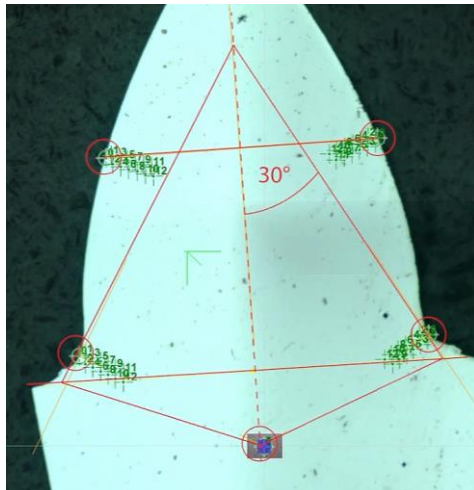
- Qualität aus Großserienfertigung
- Einfacher Service (gleiche Komponenten mit unterschiedlicher Firmware)
- Sehr lange Ersatzteilverfügbarkeit – weit über 10 Jahre



1. **Grundlagen**
2. **Stand der Technik**
3. **Software**
Anforderungen
4. **Ausblick – neue Technologien**
5. **Industrie 4.0 !?!**

Die Anforderungen des Anwenders die Bedienoberfläche

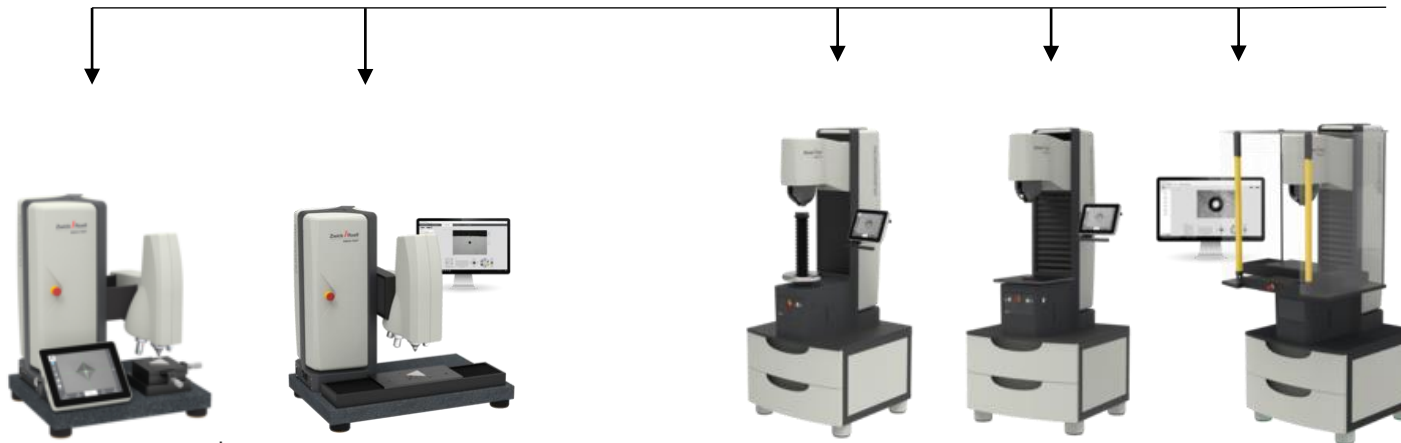
- Die Funktionen für den eigenen Anwendungsbedarf müssen verfügbar sein
- Einfach zu verstehen – schnelles Einarbeiten
- Effizientes Arbeiten – keine unnötigen Wege (vor allem bei sich wiederholenden Aufgaben)
- Klare Übersicht über Prüfergebnisse
- Einfache Ergebnisverwaltung (Export / Prüfberichterstellung)



Die Herausforderungen bei der technischen Umsetzung

```
except socket.error, (errno, strerror):
    print "ncfiles: Socket error (%s) for host %s (%s)" % (errno,
    print "ncfiles: Urllib2 error (%s)" % msg
    print "ncfiles: %s" % msg
for h3 in page.findAll("h3"):
    value = (h3.contents[0])
    if value != "Afdeling":
        print >> txt, value
        import codecs
        f = codecs.open("alle.txt", "r", encoding="utf-8")
        text = f.read()
        f.close()
        # open the file again for writing
        f = codecs.open("alle.txt", "w", encoding="utf-8")
        f.write(value+"\n")
        # write the original contents
        f.write(text)
        f.close()
```

- Sichern der Prüfergebnisse im Zusammenspiel mit dem Prüfgerät (auch nach Updates)
- Sichere Datenverwaltung
- Einfach zu warten (Fernwartfähigkeit)
- Updatefähigkeit über lange Zeiträume
- Für unterschiedliche Maschinen geeignet
- Lizenzierung
- Kompatibilität mit Betriebssystemen
- Testen, Testen, Testen, Testen.....



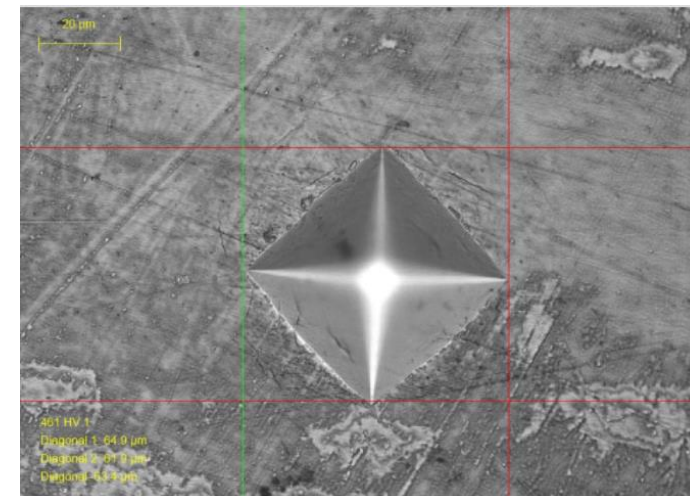
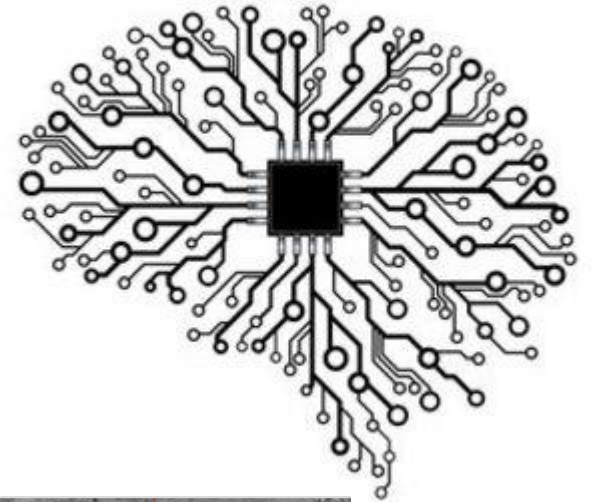
1. **Grundlagen**
2. **Stand der Technik**
3. **Software**
4. **Ausblick – neue Technologien**
Maschinelles Lernen
Metallografie am Härteprüfer
5. **Industrie 4.0 !?!**

Künstliche Intelligenz für effizienteres Arbeiten und sicherere Prüfergebnisse

Durch KI können einfache Vorgänge und Entscheidungen „so wie sie ein Mensch machen würde“ simulieren:

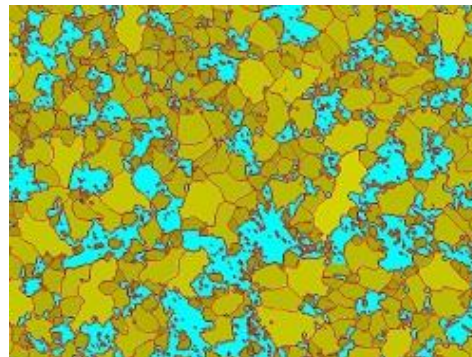
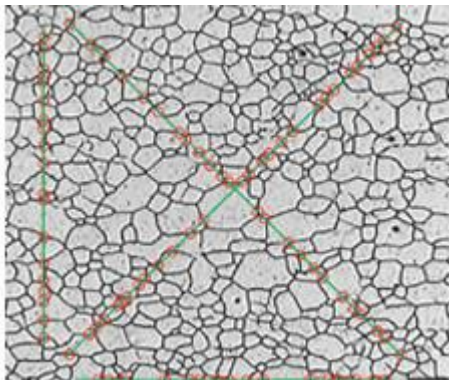
- Vermessen von Eindrücken, die für das menschliche Auge erkennbar sind, aber von normalen Algorithmen nicht detektiert werden.
- Erkennen und automatisieren von (Teil-) Abläufen

Durch „trainieren“ der KI, kann das Verhalten laufend verbessert werden.



Ihr Härteprüfer ist auch ein Mikroskop

- Verbaute Optiken und Kameras werden immer besser
- Leistungsfähige Software kann das Bild weiter optimieren
- Vergrößerungsfaktoren im Härteprüfer sind kalibriert
- Die Proben haben oft denselben Arbeitsablauf
- Verbesserte Auswertalgorithmen werten auch auf leicht geätzten Proben aus

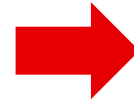


1. ● **Grundlagen**
2. **Stand der Technik**
3. **Software**
4. **Ausblick – neue Technologien**
5. **Industrie 4.0 !?!**

Welchen Einfluss eine vernetzte Industrie auf unsere Produkte und Ihr Labor haben kann...

Digitaler Zwilling:

- Maschinendaten und Einstellungen sind zentral gespiegelt
- Service kann Einstellungen einsehen und verändern
- Freischalten von Zusatzfunktionen jederzeit einfach möglich
- Backup aller relevanten Einstellungen in der Cloud



Herausforderungen:

- Datenschutz
- Netzwerke werden stärker abgekapselt (Internet d Dinge vs. Geschlossene Netze in den Fabriken)

Vernetzte Prüfdaten:

- Klassische Lösungen über Datenbanken
- Erste Initiativen via Blockchain

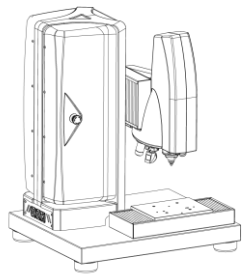
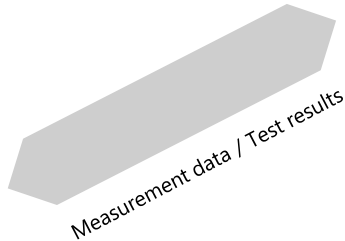
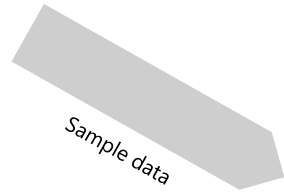
Maschinelles Lernen

- durch vernetzte Maschinen optimiert

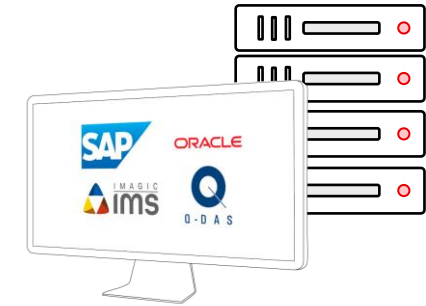
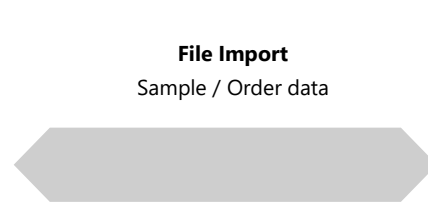
Prüfanforderungen und Ergebnisse automatisiert verfügbar machen



QR-Code, Barcode

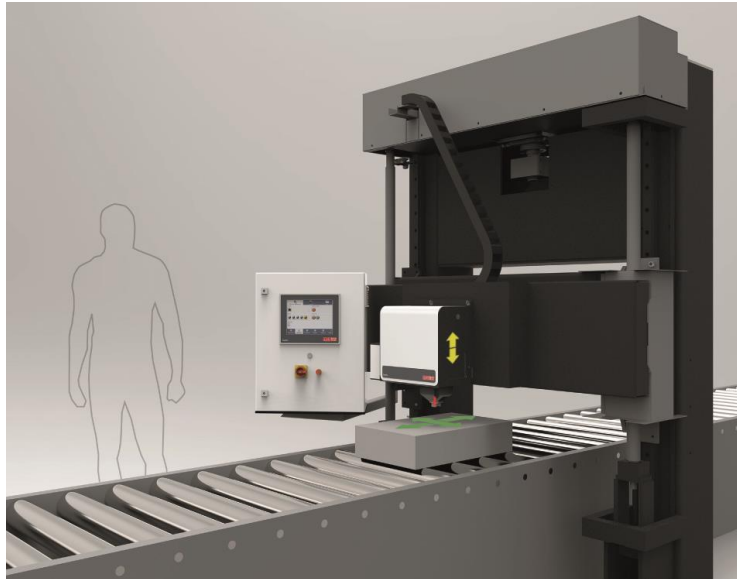


Hardness Tester

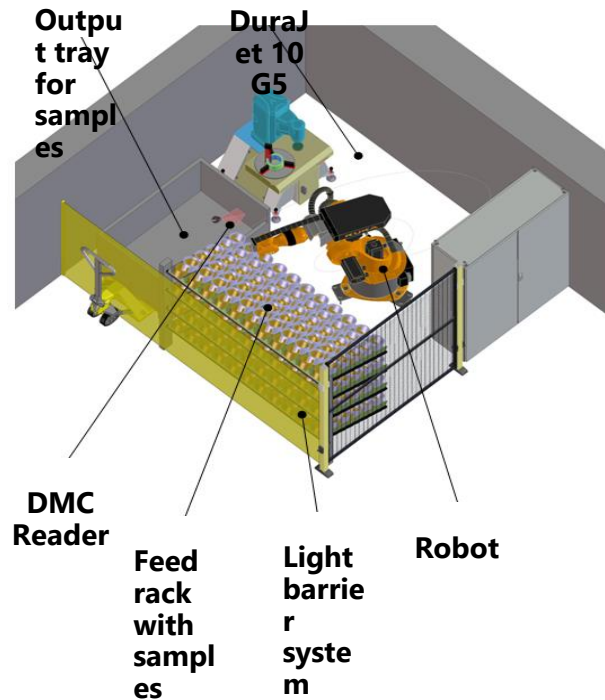


ERP systems
Data base

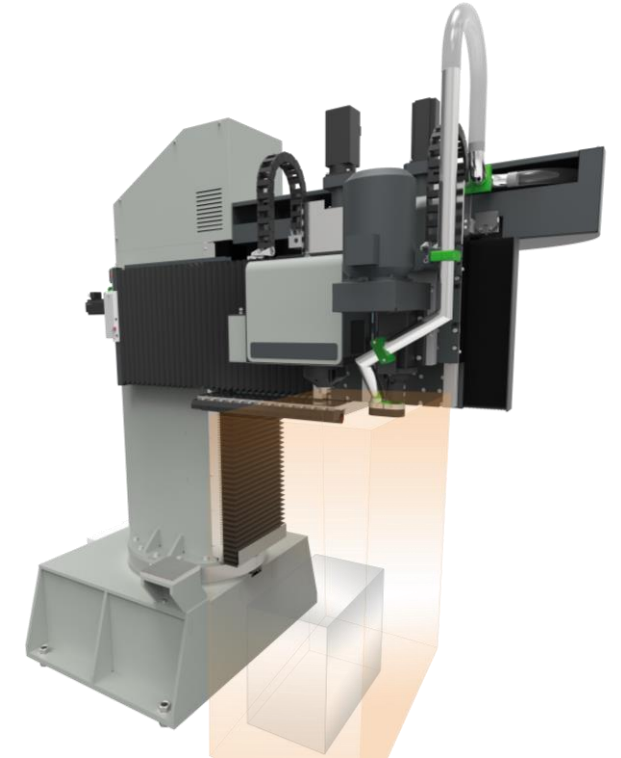
Prüfdaten Produktionsnahe und schnell erzeugen durch Automatisierung



Anlage mit integriertem In-Line Prüfmodul **DuraPro**



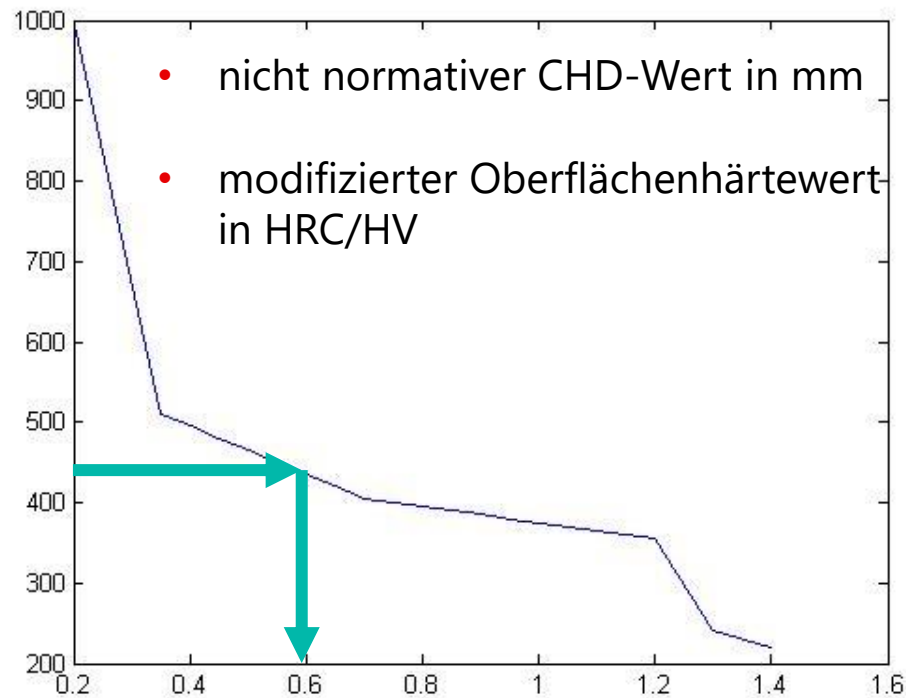
Automatische Teileprüfung mit Roboter und **DuraJet**



Automatisierbare Prüfstation mit integrierter Probenvorbereitung **VR5C**

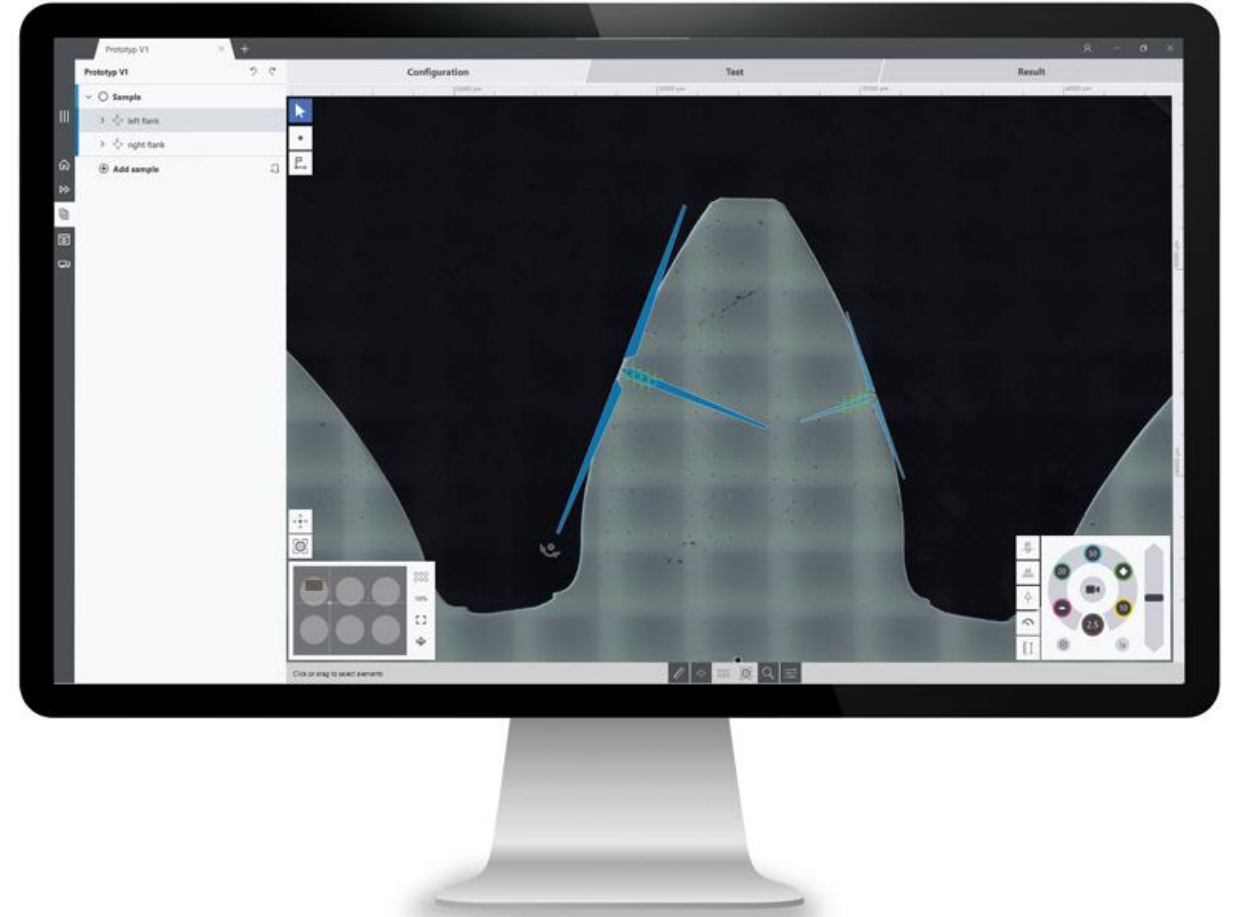
Schnelle und Produktionsnahe Ermittlung von CHD-Werten

Bestimmung der Einhärtungs- bzw. Einsatzhärtungstiefe über modifizierte Tiefendifferenzprüfung mit **DuraVision 300**



2024 – ecos III, next level efficiency

- Extrem effiziente Arbeitsabläufe
- Einfach zu verstehen, einfach zu bedienen
- Smartes Datenmanagement und Ergebnisverwaltung
- Verbesserte Erkennung von Eindrücken mit KI
- Ab 2024 – für DuraScan 70 / 80 G5



Zwick / Roell