Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Mechanische Prüfverfahren in der Schweißtechnik

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Übersicht

Mechanisch-technologische Prüfverfahren

- Zugversuch
- Technologischer Biegeversuch
- Härteprüfung
- Kerbschlagprüfung

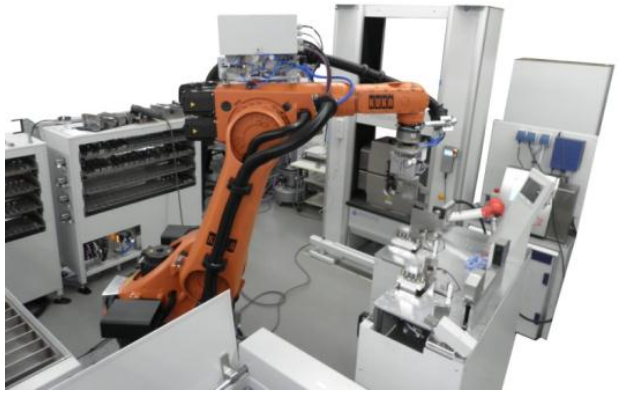
Mobile Härteprüfung bei der Schweißnahtprüfung

Kalibrierung DAkkS statt DKD

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Produktportfolio von Hegewald & Peschke

- Universalprüfmaschinen
- Stationäre und transportable Härteprüfgeräte
- Modernisierung von Werkstoffprüfmaschinen
- Bauteilprüfanlagen und Möbelprüfstände
- Sonderprüfmaschinen und Automatisierungslösungen
- Längenmessvorrichtungen



Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Mechanische und hydraulische Universalprüfmaschinen

- Elektromechanische Universalprüfmaschinen bis 2.000kN
- Servohydraulische Universalprüfmaschinen bis 1.000kN
- Kontaktierende und berührungslose Dehnungsmessgeräte
- Mechanische, pneumatische und hydraulische Spannzeuge
- Temperier- und Klimatechnik

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

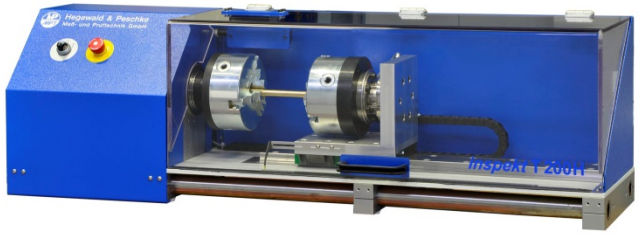
# Tragbare und stationäre Härteprüfgeräte

- Tragbare Härteprüfgeräte
- Rockwell-Härteprüfer
- Vickers-Brinell-Rockwell- Universalhärteprüfgeräte
- Mikro- und Kleinlasthärteprüfsysteme
- Komplexe Härteprüfanlagen

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Sonderprüfanlagen

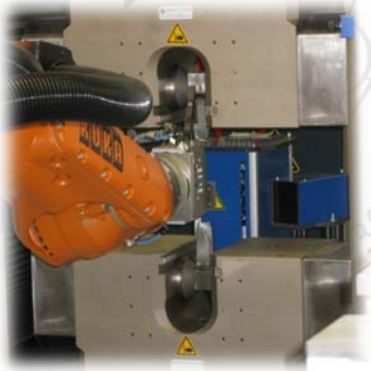
- Sonderprüfanlagen auf Kundenwunsch
- Langjährige Erfahrung im Sondermaschinenbau

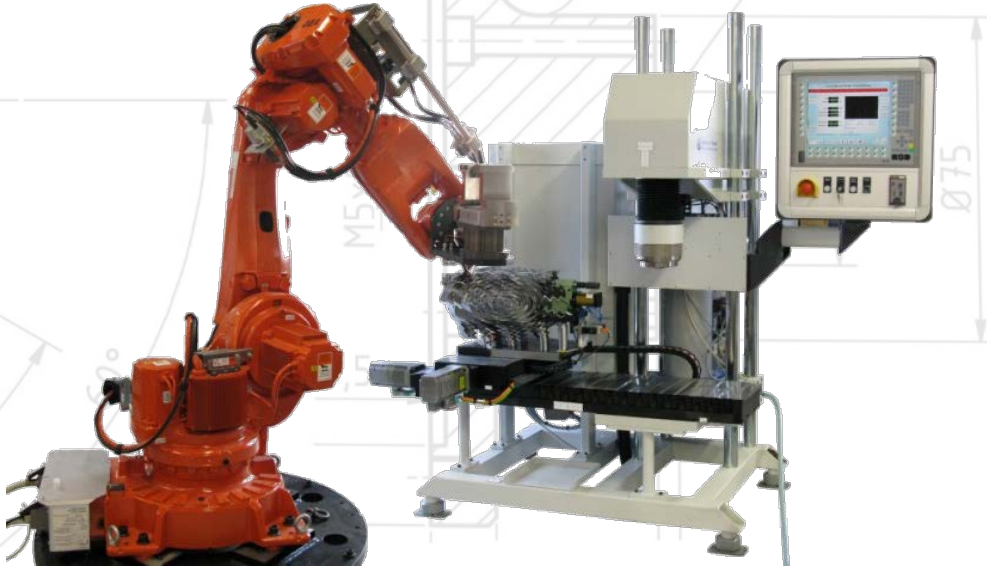


Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Automatisierungslösungen

- Werkstoffprüfsysteme mit automatisiertem Probenhandling
- Einsatz von Industrierobotern und Linearzuführsystemen
- Integration von peripheren Geräten in die Gesamtanlage
- Vollautomatisierter „mannloser“ -24 h Prüfbetrieb
- Einbindung in das betriebliche SPS-System





Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Service und Wartung

- Zertifizierung nach ISO 9001 und DIN EN 17025 (DAkkS) für die physikalischen Größen Kraft, Länge und Härte
- Kalibration von Universalprüf-maschinen und Härteprüfgeräten
- Wartungsverträge mit unterschiedlichen Reaktions-modellen
- Modernisierung von Werkstoffprüfgeräten

TÜV CERT
DIN EN ISO 9001:2008

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

**Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV**
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

**Akkreditierung**

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Kalibrierlaboratorium

**Hegewald & Peschke Meß- und Prüftechnik GmbH**
**Am Gründchen 1, 01683 Nossen**

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Kalibrierungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

**Mechanische Messgrößen:**
- **Werkstoffprüfmaschinen**
  - **Kraft (WPM)**
  - **Länge (WPM)**
  - **Härte (WPM)**

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 29.06.2012 mit der Akkreditierungsnummer D-K-17222-01 und ist gültig bis 28.06.2017. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt zwei Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-K-17222-01-00**

Braunschweig, 29.06.2012

Im Auftrag
Dr. Michael Wolf
Abteilungsleiter 5

# Mechanische Prüfverfahren in der Schweißtechnik - Einleitung

**Mechanisch-technologische Gütewerte** eines Werkstoffes bilden die Grundlage bei der statischen Berechnung für Tragwerke und damit die Grundlage für die Auswahl des bei der Herstellung und Fertigung zu verwendenden Materials.

Für die konstruktiven Berechnungen sind die Ermittlung der **signifikanten Werkstoffkennwerte** wie z. B.

- Streckgrenze,
- Zugfestigkeit,
- Kerbschlagarbeit,
- Härtewerte usw.

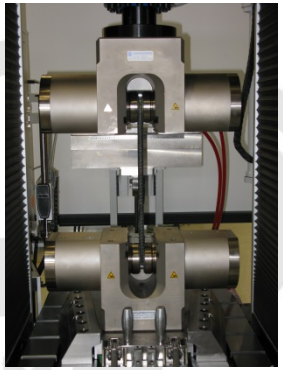
mittels der zerstörenden Materialprüfverfahren unabdingbar.

Die Ermittlung von mechanisch-technologischen Kennwerten an Schweißverbindungen ist nur mit zerstörenden Prüfmethoden möglich und kann deshalb nur an Probeschweißverbindungen durchgeführt werden.

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Mechanisch-technologische Prüfverfahren

- Zugversuch



- Technologischer Biegeversuch

- Härteprüfung

- Kerbschlagprüfung

# Zugversuch

- **DIN EN ISO 6892 - 1** Metallzugversuch bei RT
- **DIN EN ISO 6892 - 2** Metallzugversuch bei erhöhten Temperaturen
- **DIN EN ISO 6892 - 3** Metallzugversuch bei tiefen Temperaturen

**Ziel:** Ermittlung von mechanischen Kennwerten ( z.B. E- Modul, Streck- und Dehngrenzen, Zugfestigkeit, Bruchdehnungen, Arbeit) aus dem Spannungs- Dehnungsdiagramm bei unterschiedlichen Temperaturen

- **DIN EN ISO 5178** Längszugversuch an Schweißgut in Schmelzschweißverbindungen
- **DIN EN ISO 4136** Querzugversuch

**Ziel:** Festlegung der Probengröße, Prüfverfahren und Dokumentation zur Durchführung von Längs- und Querzugversuchen an Schweißgutzugversuchen an zylindrischen, flachen und Rohrproben

- **DIN EN ISO 9017** Bruchprüfung (im Biege- oder Kerbschlagversuch)

**Ziel:** Herbeiführung eines Bruches im Schweißgut durch dynamische oder statische Belastung, optische Begutachtung der Bruchflächen und entsprechende Beschreibung

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Zugversuch DIN EN ISO 6892 Verfahren A oder B

**DIN EN ISO 6892-1** enthält die Vorgaben für den Zugversuch an metallischen Werkstoffen bei Raumtemperatur.

(**DIN EN ISO 6892-2** erhöhte Temperatur; **DIN EN ISO 6892-3** niedrige Temperatur)

Die Norm ist seit Dezember 2009 gültig. Diese Norm ersetzt die **DIN EN 10002-1**.

**Entscheidende Änderung:**

- Dehnungsregelung Verfahren A
- Entscheidender Einfluss auf die Prüftechnik

# Zugversuch DIN EN ISO 6892 Verfahren A

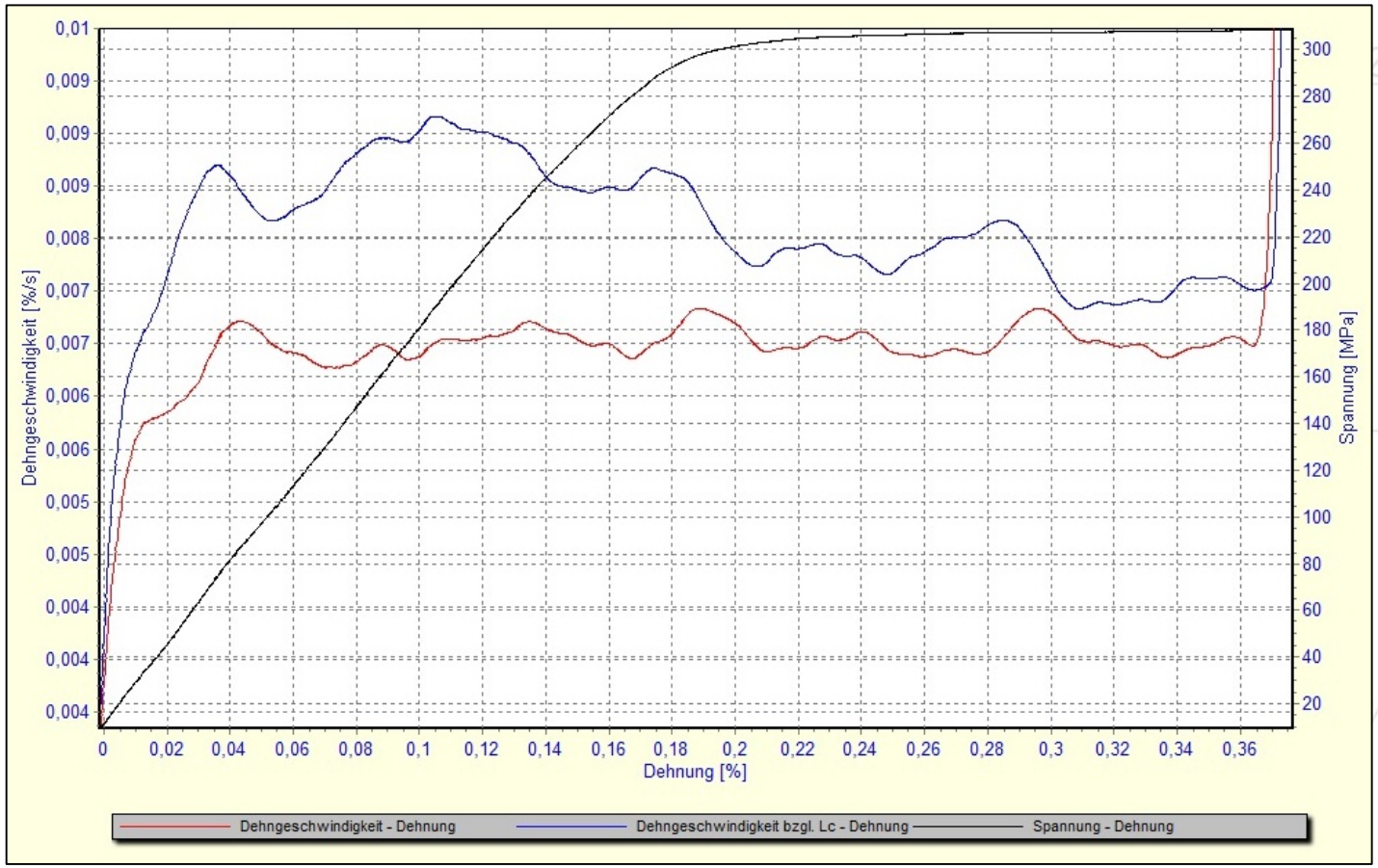
**Variante 1 nach Verfahren A:**

Diese Variante setzt voraus, dass ein Dehnungsaufnehmer verwendet wird, mit dem die Maschine dehnungsgeregelt verfahren werden kann. Da die Gerätemesslänge Le kleiner als die Versuchslänge Lc ist, lässt die Norm die Regelung über den Dehnungsaufnehmer im Bereich der Lüdersdehnung sowie nach Überschreiten der Maximalkraft (Beginn der Einschnürung) nicht zu. Stattdessen wird in diesen Bereichen weggeregelt gefahren und dabei die abgeschätzte Dehngeschwindigkeit bezogen auf die Versuchslänge Lc verwendet.

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Zugversuch DIN EN ISO 6892 Verfahren A

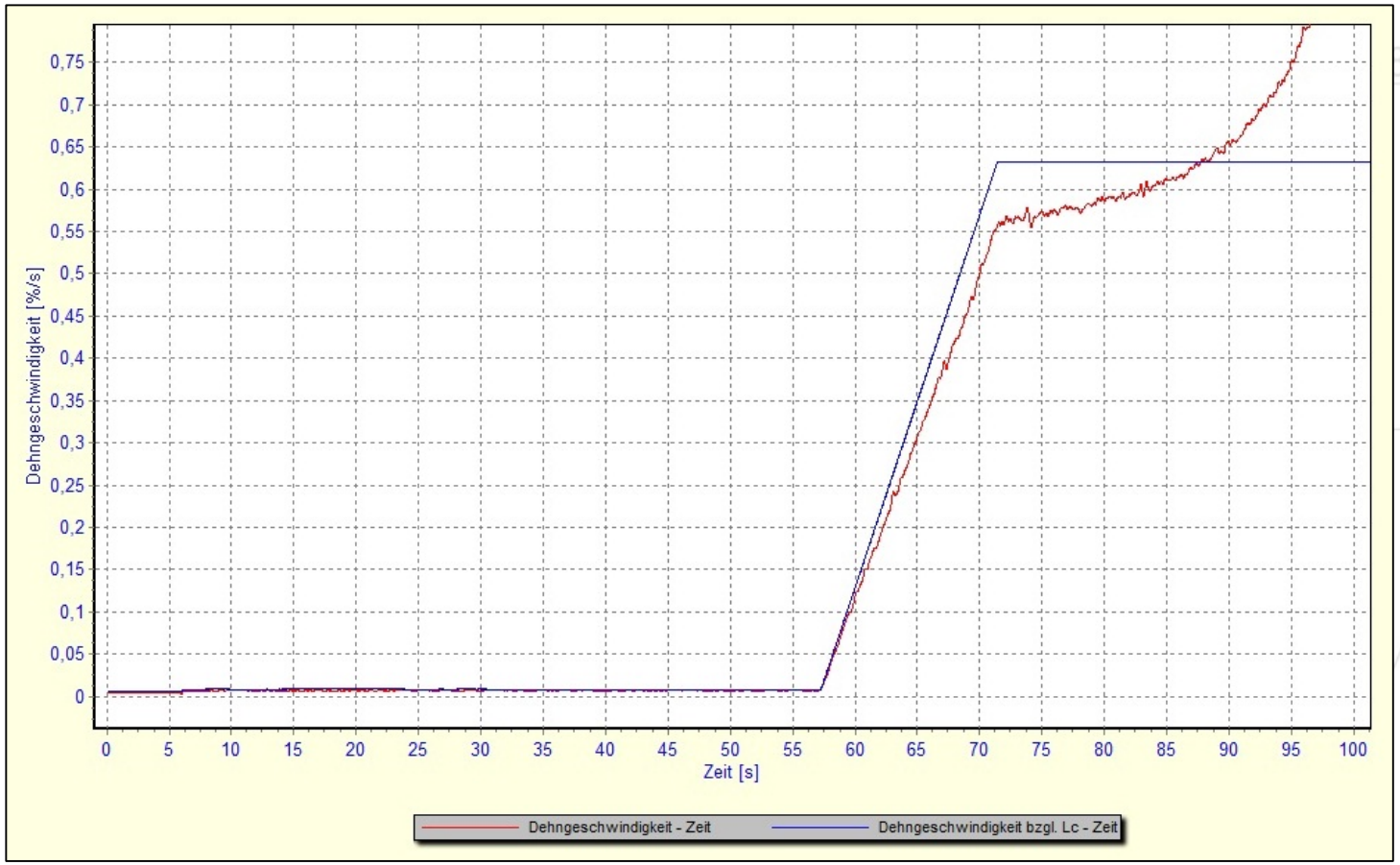
## Dehngeschwindigkeit im elastischen Bereich



Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Zugversuch DIN EN ISO 6892 Verfahren A

## Dehngeschwindigkeit im elastischen Bereich



# Zugversuch DIN EN ISO 6892 Verfahren A

**Variante 2 nach Verfahren A:**
Wird ein Dehnungsaufnehmer verwendet, mit dem die gesamte Versuchslänge erfasst werden kann (Le=Lc), kann der Versuch bis zum Bruch dehnungsgeregelt gefahren werden. Es wird für alle Fahrbefehle der Reglerkanal Dehnung verwendet. Die Geschwindigkeiten sind dabei als Dehngeschwindigkeiten anzugeben und werden von LabMaster über den Parameter Le umgerechnet. Die Versuchslänge Lc (in LabMaster der Parameter L0T) spielt dabei für die Versuchsablaufsteuerung keine Rolle.

**Variante 3 nach Verfahren A:**
Verfügt die Maschine nicht über einen Dehnungsaufnehmer, mit dem dehnungsgeregelt gefahren werden kann, ist für alle Geschwindigkeitsbereiche die abgeschätzte Dehngeschwindigkeit bezüglich der Versuchslänge Lc zu verwenden.

Für alle drei vorgestellten Varianten kann die gleiche Programmstruktur genutzt werden, lediglich die Einstellung des zu verwendenden Reglerkanals ist dabei anzupassen. Bei der Auswahl der Geschwindigkeitsbereiche ist der in der Norm angegebene Zusammenhang zwischen den auszuwertenden Resultaten und den dafür zulässigen Geschwindigkeiten zu beachten.

# Zugversuch DIN EN ISO 6892 Verfahren B

Dieses Verfahren wird durch die Norm zugelassen, gleichzeitig wird es aber als das am wenigsten zu bevorzugende Verfahren beschrieben.

Zulässig ist es bei Prüfmaschinen die über keinen Dehnungsaufnehmer verfügen.

Dabei soll die Regelung des Versuches über die Spannungszunahmegeschwindigkeit erfolgen.

Die verwendbaren **Spannungszunahmegeschwindigkeiten** sind im Prüfgeschwindigkeits-diagramm aufgeführt. Für die Bestimmung von ReH, ReL, Rp, Rt ist das Einhalten folgender Grenzen maßgeblich:

E < 150.000 MPa – 2 bis 20 MPa/s (z.B. Magnesium, Titan,...)
E ≥ 150.000 MPa – 6 bis 60 MPa/s (z.B. Stahl, Eisen, Wolfram,...)

Die eingestellte Geschwindigkeit soll zu einer möglichst konstanten Dehngeschwindigkeit führen.

# Zugversuch DIN EN ISO 6892 Auswahl der Prüfmethode

In [...] ISO 6892 [-1] sind zwei Verfahren bezüglich der Prüfgeschwindigkeit einsetzbar:

- **Verfahren A** basiert auf den Dehngeschwindigkeiten (inklusive der Querhauptgeschwindigkeit) und das zweite, das Verfahren B, basiert auf den Spannungsgeschwindigkeiten. Verfahren A ist – wenn dehngeschwindigkeitsabhängige Kennwerte bestimmt werden – zur Minimierung der Abhängigkeit von Prüfgeschwindigkeiten und zur Minimierung der Messunsicherheit der Prüfergebnisse geeignet. Das Prüfverfahren kann vom Hersteller oder dem beauftragten Prüflabor gewählt werden, falls es nicht vertraglich anders geregelt wurde.

# Zugversuch DIN EN ISO 6892 – Fazit

- Umsetzung des Verfahrens A  Methode 1 ergibt bei dehngeschwindigkeitsempfindlichen Werkstoffen von der Steifigkeit der Prüfmaschine unabhängigere Kennwerte, Steifigkeit der Maschine spielt eine geringe Rolle
- Vergleichbarkeit der Werte zwischen verschiedenen Prüfmaschinen steigt
- Technischer Aufwand für dieses Verfahren höher
- Verfahren A Methode 2  hohe Steifigkeit der Maschine vorteilhaft, Abschätzung der Traversengeschwindigkeit nach Anhang F

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Technologischer Biegeversuch

- DIN EN ISO 7438 Metallische Werkstoffe Biegeversuch
- DIN EN ISO 5173  Biegeprüfung (Ätzen, optische Begutachtung)

**Ziel:**

- Beurteilung des Verformungsvermögens von Grundwerkstoffen und Schweißverbindungen
- Gezielte Prüfung unterschiedlicher (Werkstoff-) Bereiche, Schweißnaht, Wärmeeinflußzone und Grundwerkstoff auf ihre Verformungsfähigkeit

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Härteprüfung

**Härteprüfung mit stationären Geräten**

- DIN EN ISO 6506-1

Metallische Werkstoffe-Härteprüfung nach Brinell

- DIN EN ISO 6507-1

Metallische Werkstoffe-Härteprüfung nach Vickers

- DIN EN ISO 6508-1

Metallische Werkstoffe-Härteprüfung nach Rockwell

- DIN EN ISO 9015-2

Mikrohärteprüfung an Schweißverbindung

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Härteprüfung

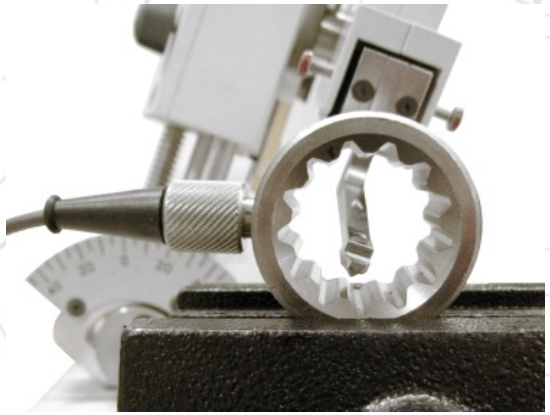
**Härteprüfung mit transportablen Geräten**

- DIN 50156-1
Leeb-Verfahren

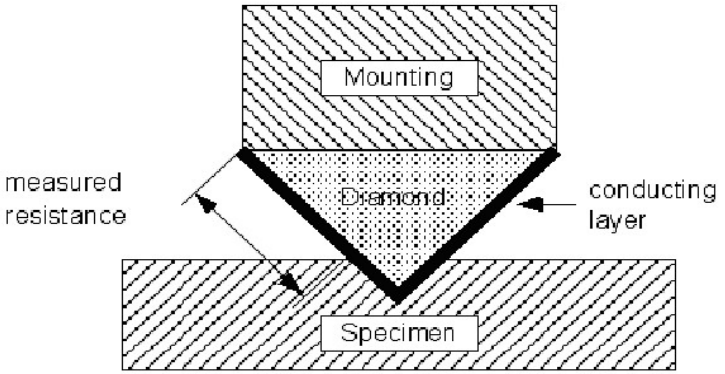
- DIN 50157-1
mechanische Eindringtiefenmessung

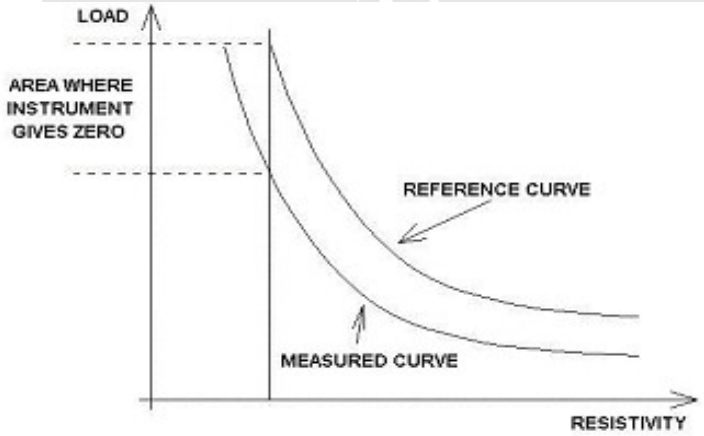
- DIN 50158-1
elektrische Eindringtiefenmessung

- DIN 50159-1
UCI Verfahren



# Esatest – Arbeitsweise




- Diamanteindringkörper ist elektrisch leitfähig (besputtert)
- Prüfstück und Diamant bilden einen geschlossenen Stromkreis
- Belastung des Eindringkörpers mit einer langsam wachsenden Kraft
- Kontinuierliche Registrierung der momentanen Kraft und des dazu gehörige Widerstandswertes
- Vergleich der so erhaltenen Kraft-Widerstands-Kurve des untersuchten Werkstückes mit einer Kurve, die auf einer geeichten Referenzplatte mir bekanntem Härtewert aufgenommen wurde
- Berechnung der Härte aus dem Vergleich der beiden Kurven bei jedem Kraftwert
- Verhältnis der Kräfte bei gleichem elektrischem Widerstand, d.h. gleicher Eindringtiefe, entspricht dem Verhältnis der Härten

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Esatest – Handhabung

- Arbeitsprinzip: Messung der Änderung des elektrischen Widerstandes bei steigender Prüfkraft
- Belastungsart: Manuelle Kraftbeaufschlagung
- Prüfkräfte: bis max. 10kp
- Skalen: HV, HRC, HBW 2,5 /187,5
- Eindringkörper: Konischer Diamant 100°, elektrisch leitfähig
- Ablesung: Digital
- Funktionen: Auswahl verschiedener Skalen, Toleranz, Statistiken, minimal messbare Stärke, Drucken, Kalibration, Prüfzeit
- Prüfbare Materialien: Alle Metalle (Voraussetzung elektrische Leitfähigkeit) mit Ausnahme von Titan und seinen Legierungen Messunsicherheit: Wiederholgenauigkeit auf Härtevergleichsplatte < ±2%
- Schnittstellen: RS232C

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Esatest – Technische Daten

- **Oberflächengüte:**

Die Oberfläche muss frei von isolierenden Schichten sein, z.B. Oxydschichten bei Kupfer, Aluminium und Messing. Bearbeitung mit Sandpapier Körnung P 100 ist ausreichend. Die Oberfläche muss im Bereich des Eindrucks (Durchmesser < 100 µm) plan sein.

- **Geometrie der Teile:**

Messung an schwer zugänglichen Teilen, wie Zahnflanken, Hohlwellen und Bohrungen möglich, korrekte Prüfergebnisse bei sich durchbiegenden Werkstücken

- **Masse der Teile:**

Masse der Teile hat keinen Einfluss auf die Prüfung, empfindlich gegenüber Schwingungen

- **Prüfrichtung:**

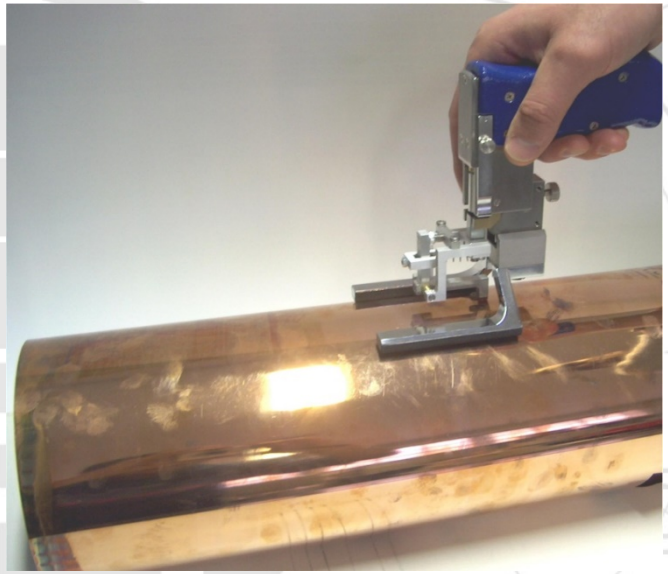
seitliche und Überkopfprüfung möglich (Magnethalterung)

- **Temperaturbereich:** 0-40°C
- **Zubehör:** Motorischer Prüfstand, Auflagevorsatz

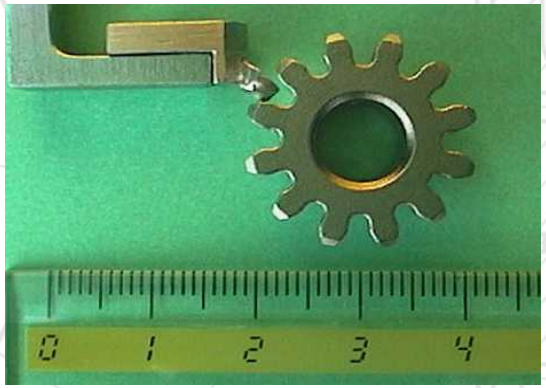
Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Esatest – Anwendungen

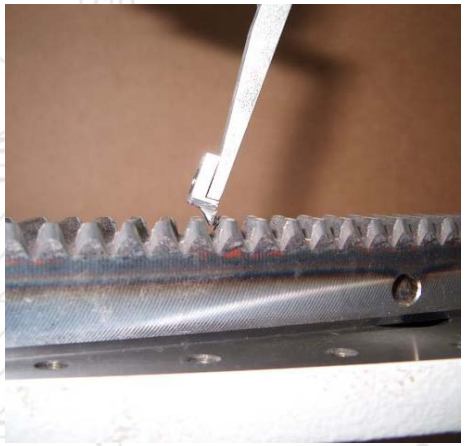
Härteprüfung am Fluchtkreis einer Kurbelwelle



Prüfung Schweißnähte, Wärmeeinflusszone




Zahnflankenprüfung mit Spezial-Eindringkörper



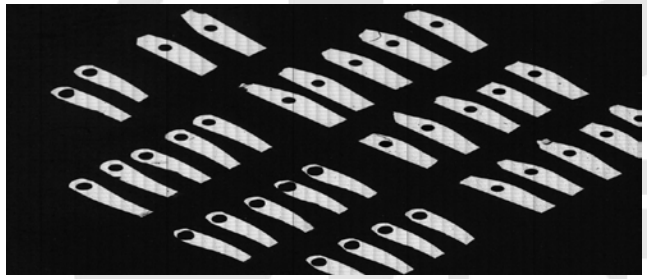
Härteprüfung an einer Zahnstange

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Scanning

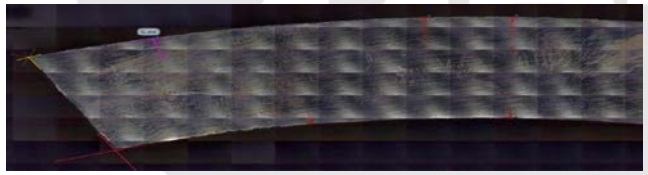
**Konturenscan mit der Mikroskop-Kamera**

Nur der Rand der Probe wird mit der Mikroskop-Kamera fotografiert und die einzelnen Bilder zusammengesetzt.



**Flächenscan mit der Mikroskop-Kamera**

Die gesamte Probe wird mit der Mikroskop-Kamera fotografiert und die einzelnen Bilder zusammengesetzt.



**Flächenscan mit der Übersichtskamera**

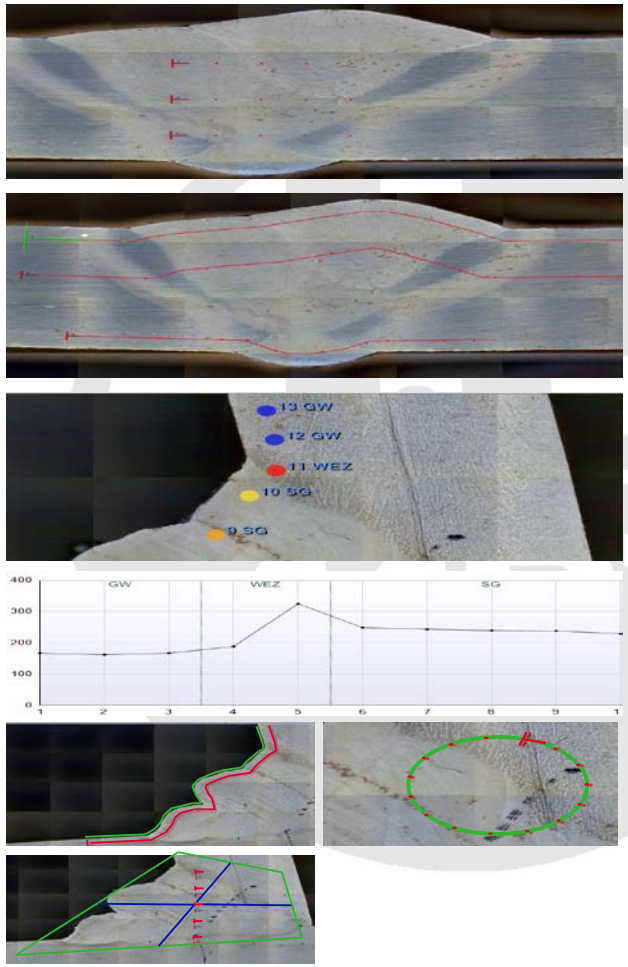
Die gesamte Probe wird mit der Übersichtskamera fotografiert und die einzelnen Bilder zusammengesetzt.

**Snapshot mit der Übersichtskamera**

Ein einzelnes Bild wird mit der Übersichtskamera gemacht.

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Schweißnahtprüfung mit KB Hardwin XL (optional)




**Lineare Härtereihen**
Lage, Anzahl und Versatz frei wählbar.

**Härtereihen in paralleler Lage zur Randkontur**
Der Benutzer definiert den Probenrand durch einen Polygonzug. Der Abstand der Härteprüfreihe zum Probenrand ist frei wählbar.

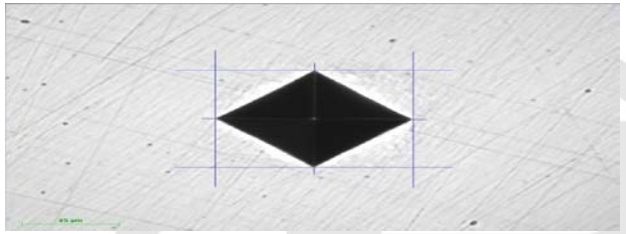
**Härteeindrücke mit Angabe der Zonenlage**
Der Benutzer kann jeden Eindruck einer Zone zuordnen. Es gibt die Zonen Grundwerkstoff (GW), Wärmeeinflusszone (WEZ) und Schweißgut (SG).

**Diagramm mit Angabe der Zonen**
Die zuvor definierten Zonen werden auch in dem Diagramm der Datenauswertung angezeigt.

**Tools**
Mit Hilfe des Konturen-Tools, des Kreis-Tools und des Splitter-Tools kann jede Schweißnahtprobe mit individuellem Prüfmuster bearbeitet werden.

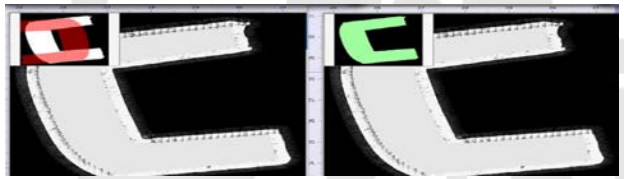
Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Features



## 5 Megapixel Kamera

Nur mit der neuen Härteprüfsoftware KB Hardwin XL können USB Kameras verwendet werden. In Verbindung mit dem optischen System von KB mit der 5 Megapixel Kamera wird eine einzigartige Bildqualität erreicht.



## Teile-Erkennung Reco Jet (optional)

- Richtige Position wird nach dem Scan erkannt und eingedreht
- Position und Winkel werden exakt erfasst
- Belegung wird genau appliziert
- Beträchtliche Zeitersparnis bei Prüfung ähnlicher Proben, da das Verlaufsmuster nur einmal erstellt werden muss

## Quicklink (optional)

Alle Testreihen einer Probe werden mit nur einem Klick festgelegt. Als Orientierungshilfe dienen Symmetriepunkte, Referenzpunkte, Bezugspunkte und Drehpunkte.

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Kalibrierung, Unterschiede DKD und DAkkS

- **DIN EN ISO 148-1** Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy

- **DIN EN ISO 9016** Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen,
  Kerbschlagbiegeversuch,
  Probenlage,
  Kerbrichtung und Beurteilung

Pendelschlagwerk der Firma Hegewald und Peschke für Kerbschlagbiegeversuche

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Kalibrierung – Unterschiede DKD und DAkkS

**Der DKD ist seit Gründung der DAkkS keine Akkreditierungsstelle mehr.**

**Die Durchführung der Akkreditierungen für alle Bereiche übernimmt die DAkkS**.

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) nahm am 01. Januar 2010 ihre Arbeit auf. Mit der Schaffung dieser Akkreditierungsstelle wurde eine europäische Forderung zur Vereinheitlichung des Akkreditierungssystems in Deutschland erfüllt. Mit diesem Schritt wurden die Kompetenzen der vorher rund 20 Stellen (z.B. DKD) gebündelt.

# Entstehung der DAkkS

- alle bis zur Gründung der DAkkS ausgestellten Akkreditierungen bleiben bis zum Auslaufen gültig
- Überwachungspflichten für diese Akkreditierungen gehen auf die DAkkS über
- Änderung der bestehenden Akkreditierung (z.B. Erweiterung des Messbereiches) ist nicht mehr möglich
- Umstellung der bestehenden DKD-Akkreditierung auf DAkkS ist möglich
- DAkkS-Akkreditierung hat eine Gültigkeit von genau 5 Jahren
- danach ist eine Reakkreditierung erforderlich
- zwischen den Reakkreditierungen erfolgt alle 18 Monate ein Überwachungsbesuch
- Mitgliedschaft der DAkkS in der Europäischen Kooperation für Akkreditierung (EA)
- internationale Anerkennung der Akkreditierungen

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Werks- oder DAkkS-Kalibrierschein

## Werks-Kalibrierung

- Werkskalibrierungen fallen prinzipiell nicht unter den Geltungsbereich der Akkreditierung
- Durchführung am Standort der Maschine oder auch im Werk des Herstellers (z.B. H&P)
- Werks-Kalibrierung für jede ausgelieferte Werkstoffprüfmaschine bzw. Prüfstand
- Durchführung in Anlehnung an die geltenden Normen bzw. nach eigenen Verfahren
- Kalibrierung durch qualifiziertes Personal
- Kalibrierung kann für die meisten Anwendungsfälle erstellt werden

## DAkkS-Kalibrierung

- Kalibrierung der Prüfmaschine nur am Aufstellungsort möglich (Vor-Ort-Kalibrierung)
- Mit Veränderung des Aufstellortes neue Kalibrierung erforderlich
- DAkkS-Kalibrierung dokumentiert die Rückführbarkeit
- Kalibrierung nur durch akkreditiertes Labor
- Kompetenz zur Durchführung der Kalibrierungen ist nachgewiesen
- Kalibrierung der Maschine nur bei Erfüllung bestimmter Kriterien möglich (z.B. einwandfreier Zustand der Maschine, Umgebungsbedingungen, kalibrierter Eindringkörper etc.)

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

# Werks- oder DAkkS-Kalibrierschein

## Werks-Kalibrierschein

- Notwendigkeit eines DAkkS-Kalibrierscheines besteht nicht (Kostenersparnis)
- Gerät erfüllt die Kriterien für eine DAkkS-Kalibrierung nicht
- Kalibrierlabor nicht für alle Messgrößen und Bereiche akkreditiert
- Aussehen des Werkskalibrierscheines nach Ermessen des Ausstellers, jedoch deutlicher Unterschied zum DAkkS-Schein
- Werkskalibrierschein dokumentiert nicht die Rückführbarkeit (Normale/Verfahren)

## DAkkS-Kalibrierschein

- wenn die Rückführbarkeit gewährleistet sein muss (z.B. akkreditierte Prüflabore)
- Anforderung des Kunden (z.B. Lieferant der Fahrzeugindustrie oder Luft- und Raumfahrt)
- Wenn die Kompetenz des Kalibrierlabors nachgewiesen werden muss
- wenn sich der Kunde selbst akkreditieren lassen will
- DAkkS-Schein hat eine vorgeschriebene Form

**Die Auswahl der entsprechenden Art der Kalibrierung liegt im Ermessen des Kunden.**

Quellen: www.DAkkS.de; DKD Fachausschusstagungen; www.ptb.de