

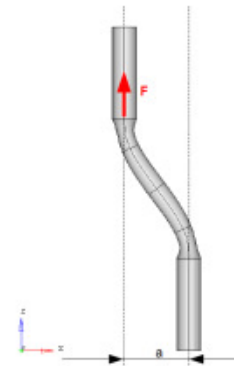
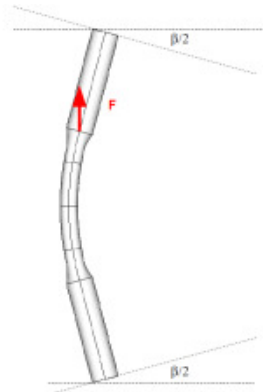
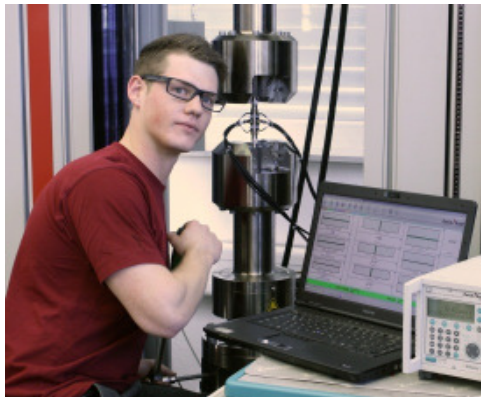
Damit die Maschine gerade zieht

Alignmentmessung und -ausrichtung im Rahmen von NADCAP bzw. ASTM E1012

Joerg Bennemann, ZwickRoell

Helmut Fahrenholz, ZwickRoell

Markus Maier, ZwickRoell



Warum Schiefzug messen ?

Erklärung der Schiefzugfehler

Messsystem

Messung und Ausrichtung

Dokumentation

Warum Schiefzug messen ?

Erklärung der Schiefzugfehler

Messsystem

Messung und Ausrichtung

Dokumentation

Warum Schiefzug messen ?

Korrekt ausgerichtete Probekörper reduzieren die Messunsicherheit und sind eine Voraussetzung für die Messung von genauen Prüfergebnissen.

- Um in Laboraudit gemäß NADCAP zu bestehen, braucht man verlässliche und vergleichbare Prüfergebnisse.
- Eine gute Ausrichtung mit minimiertem Alignment ist dafür die Grundlage.
- Bei folgenden Anwendungen ist das Alignment besonders wichtig:
 - Zeitstand
 - Ermüdung
 - Spröde Werkstoffe



Quelle: www.astm.org/Standards/E1012.htm



Aerospace



Automotive



Rohmaterialhersteller

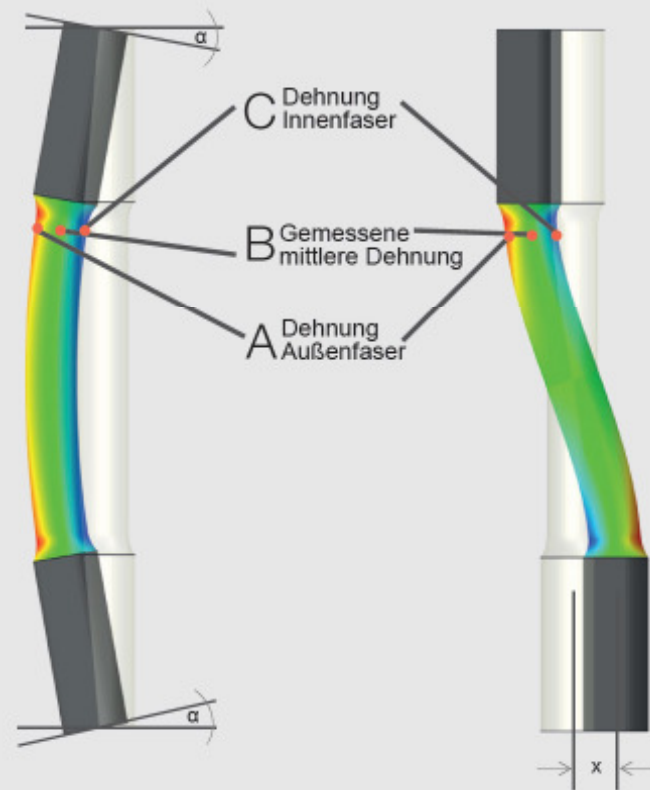
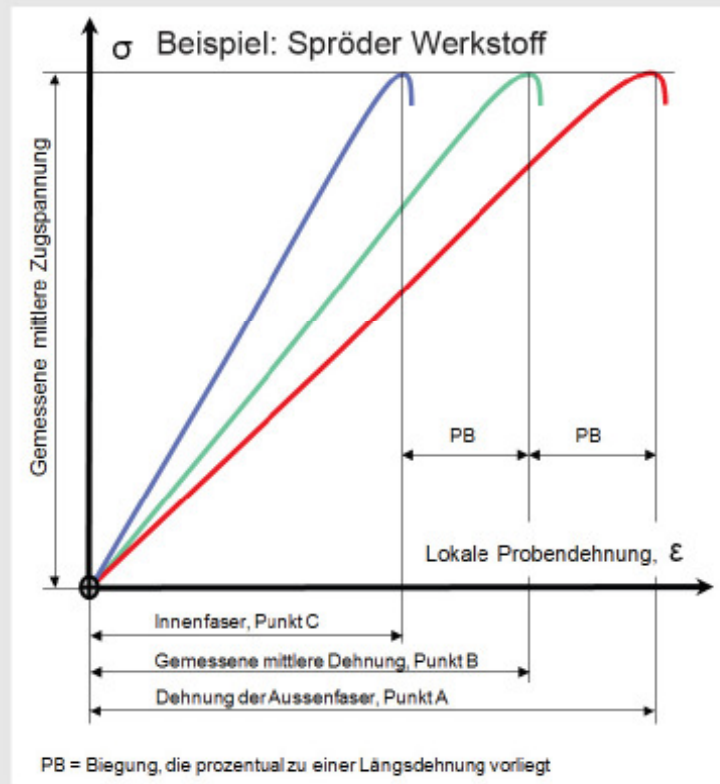


HT-Power plant

Auswirkungen von Schiefzugfehlern

Alignmentfehler wirken sich besonders stark bei spröden Werkstoffen aus

Alignment Fehler führen zu erhöhten Randfaserdehnungen und damit zu scheinbar geringeren Festigkeiten.



Warum Schiefzug messen ?

Erklärung der Schiefzugfehler

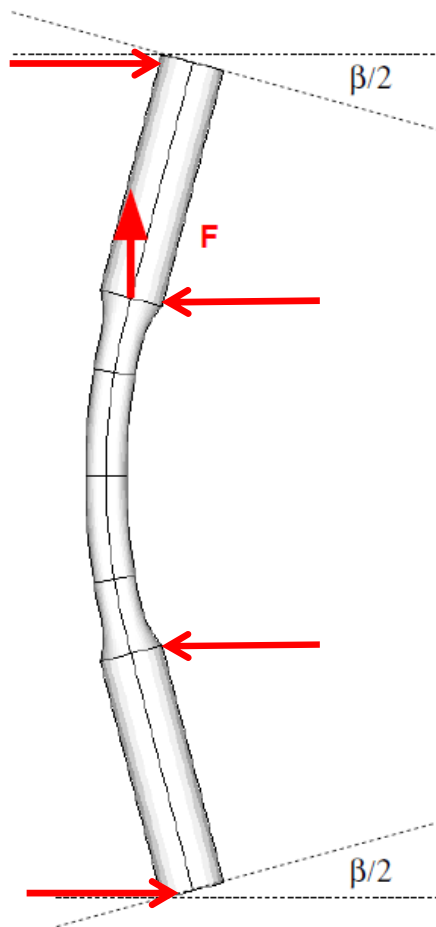
Messsystem

Messung und Ausrichtung

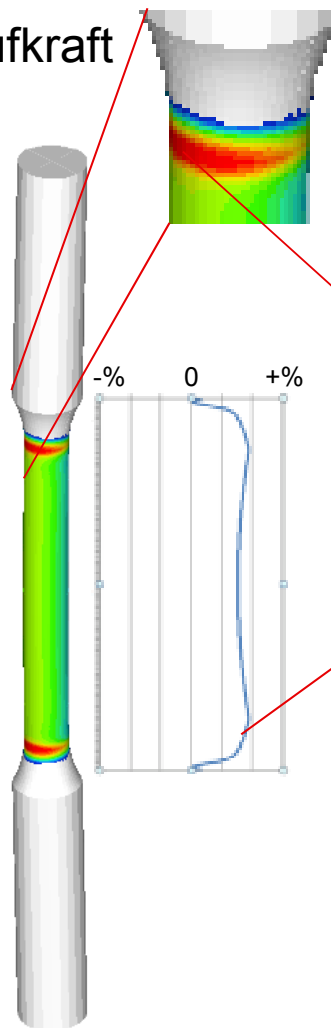
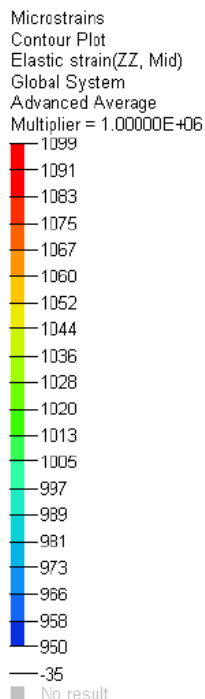
Dokumentation

Winkelfehler: max. Biegedehnung in der Nähe der Einspannung

Kräfte



Dehnung bei Prüfkraft

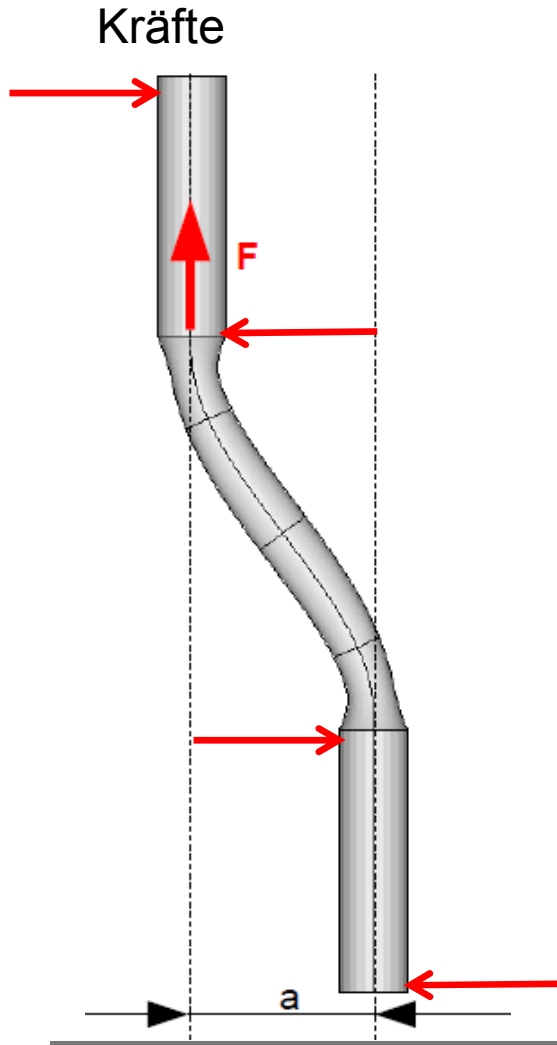


Bruchgefahr nahe der Einspannung

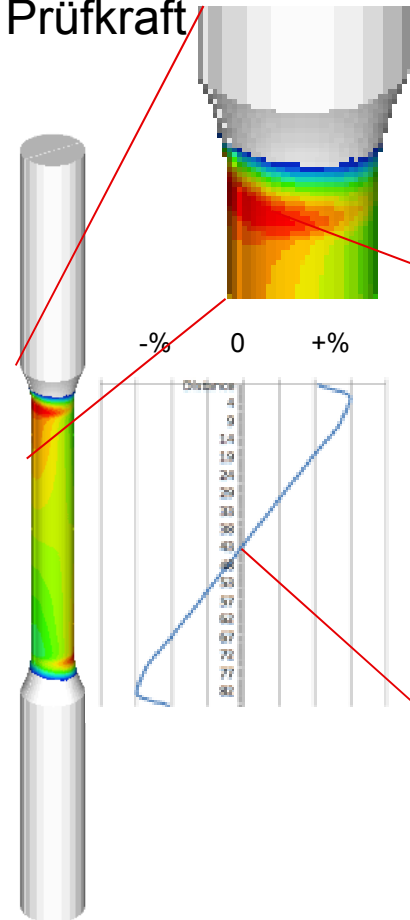
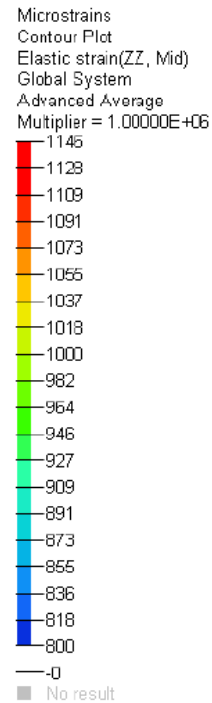
Verlauf der Biegedehnung über die Prüflänge

Folgen von Ausrichtfehlern

Achsversatz: max. Biegedehnung in der Nähe der Einspannung



Dehnung bei Prüfkraft



Bruchgefahr nahe der Einspannung

Verlauf der Biegedehnung über die Prüflänge

ASTM E 1012-12 führt die „alignment classification“ ein

- **ASTM E 1012 ab Ausgabejahr 2012** toleriert „fixed limits“ bis $100\mu\text{m}/\text{m}$ für **B**
- Dies kompensiert den degressiven Verlauf von **PB** abhängig von **a**
- Die **alignment class** ergibt sich aus der gemittelten Dehnung **a** bis zu der das „fixed limit“, bzw. dem „relative limit“, das darüber hinaus eingehalten wird
- Percent bending (**PB**) ist noch immer Bestandteil der Norm.
- Bei der NACAP AC7122 darf der Messwert B nicht über $80\mu\text{m}/\text{m}$ bei Dehnung a von $1000\mu\text{m}/\text{m}$ sein

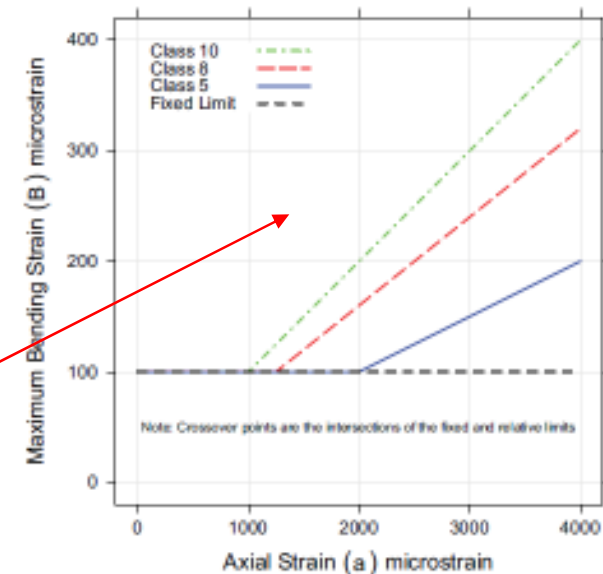


FIG. 5 Graphical Representation of Alignment Classifications

TABLE 1 Classifications of Alignment Verification

ASTM E1012 Classification	Maximum Bending Strain (B) not to exceed the greater of the Fixed Limit or Relative Limit		
	Fixed Limit (microstrain)	Relative Limit (microstrain)	Percent Bending (PB)
5	100	$(a) \times 0.05$	5%
8	100	$(a) \times 0.08$	8%
10	100	$(a) \times 0.10$	10%

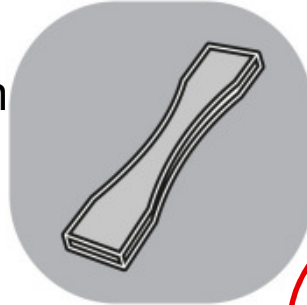
Maximum Bending Strain (B) calculated using equation 4, 8 or 11.
 Axial Strain (a) calculated using equation 1, 6, 10 or 13.
 Percent Bending (PB) calculated using equation 5, 9 or 12.

Ursachen

Inhomogene Probenbelastung hat viele Ursachen

Probenbezogen

- Ungleiche Aufleimerdicken
- Verformte Probe
- Asymmetrische Proben
- Ungleiche Lagenverteilung



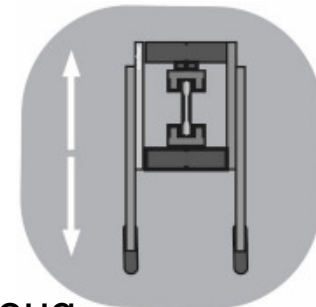
Verfahrensbezogen

- Ungenaues Einspannen
- Fehlbedienung Probenhalter / Maschine



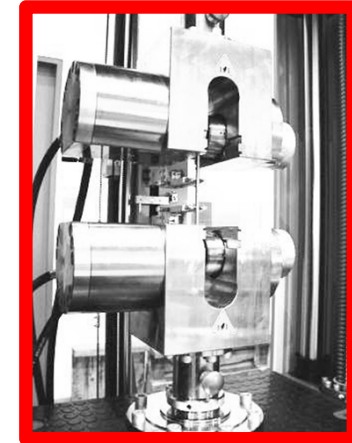
Maschinenbezogen

- Spannwerkzeuggeometrie
- Traversenausrichtung
- Antriebskonstruktion
- Steifigkeit / Spiel
- Ungeeignetes Spannzeug
- Spannzeugverschleiß



Die Probenhalter beeinflussen die Reproduzierbarkeit der Messung

- Ungenaue Positionierbarkeit der Spannbacken verschlechtern das Messergebnis wenn das Normal gedreht wird
- Unsymmetrischer Probenhalteraufbau führt zu Biegungen bei Aufbringen von Kraft
- Ungleicher Backenverschleiß führt zu ungenauer Spannposition
- Reibungsunterschiede bei federbelasteten Keilbacken führt zu ungenauer Spannposition



Warum Schiefzug messen ?

Erklärung der Schiefzugfehler

Messsystem

Messung und Ausrichtung

Dokumentation

Messsystem

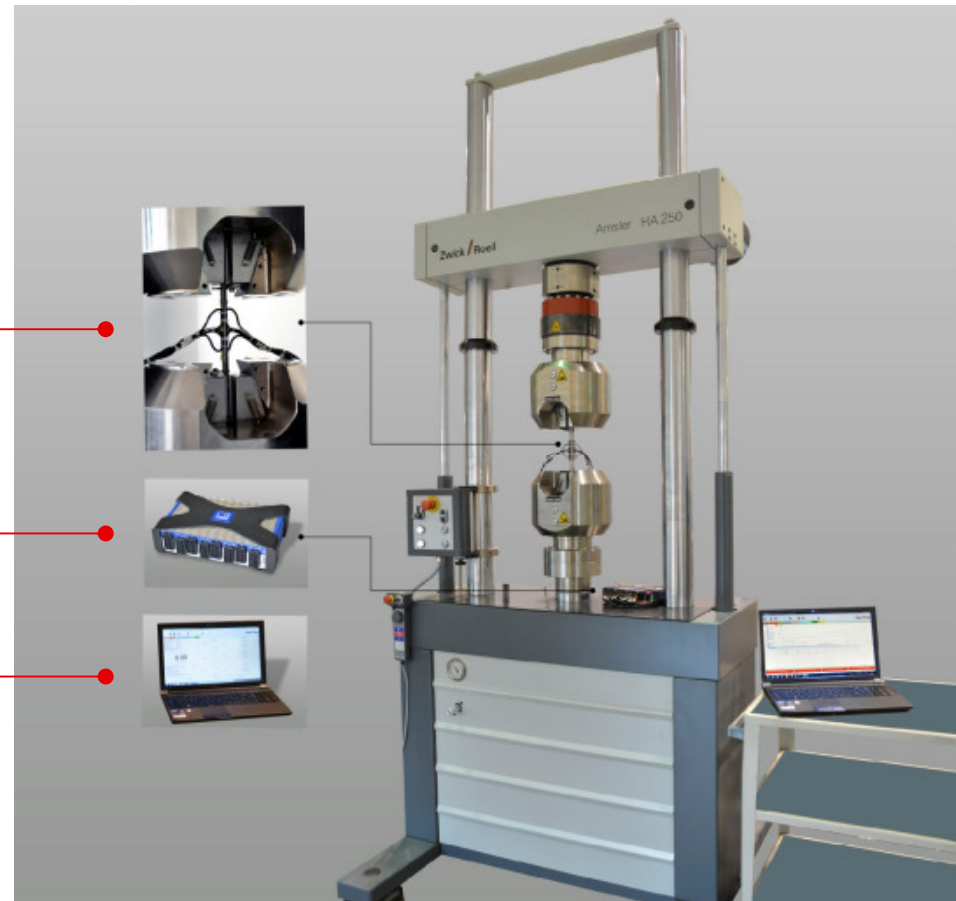
Alignmentfehler werden mit einem Alignmentnormal gemessen, das aus einer metallischen Nachbildung des Probekörpers, bestückt mit 12 DMS besteht.

- Messausstattung:

- Alignmentnormal mit kreisförmigem oder rechteckigem Querschnitt

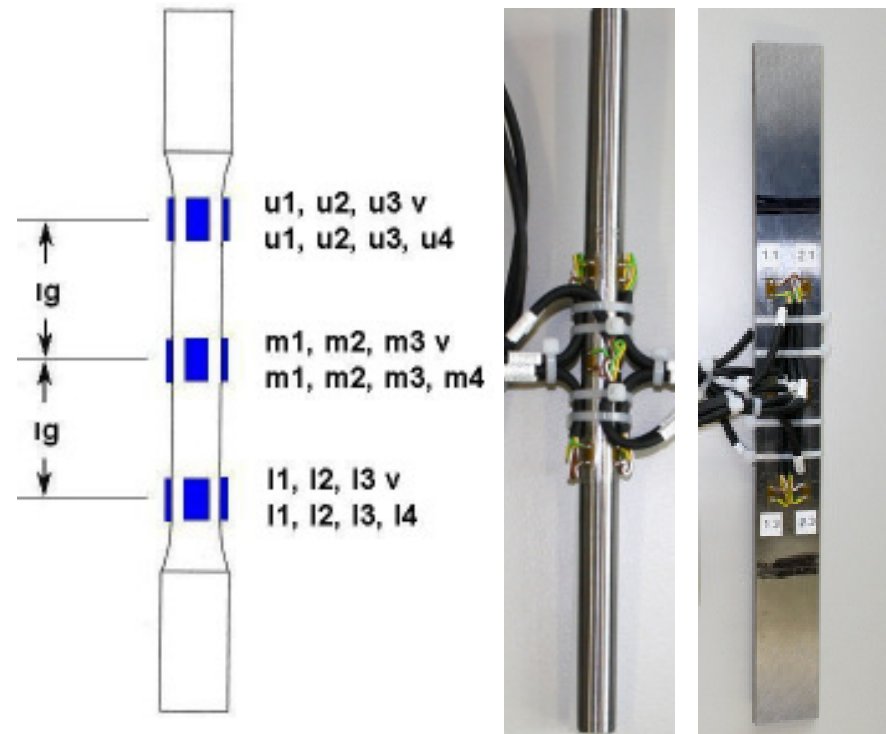
- Messverstärker

- Schiefzug-Software



Weit verbreitet: das DMS applizierte Messnormal nach ASTM E 1012

- Nach ASTM E1012 müssen mindestens 2 Ebenen mit DMS appliziert sein, 3 Ebene ergeben eine bessere Nachvollziehbarkeit der Messergebnisse
- Nadcap Criterias AC7122 (Nicht-Metalle) schreibt zwingend 3 Ebenen vor, sowie die Geometrie der Messkörper
- Das applizierte Messnormal muss soweit wie möglich der Geometrie der zu prüfenden Probe entsprechen (ASTM E1012 / Nadcap AC 7101(Metalle))



Es ist eine höchst genaue Bearbeitung und Fertigung der Alignment-Messnormale für gute Messwerte erforderlich

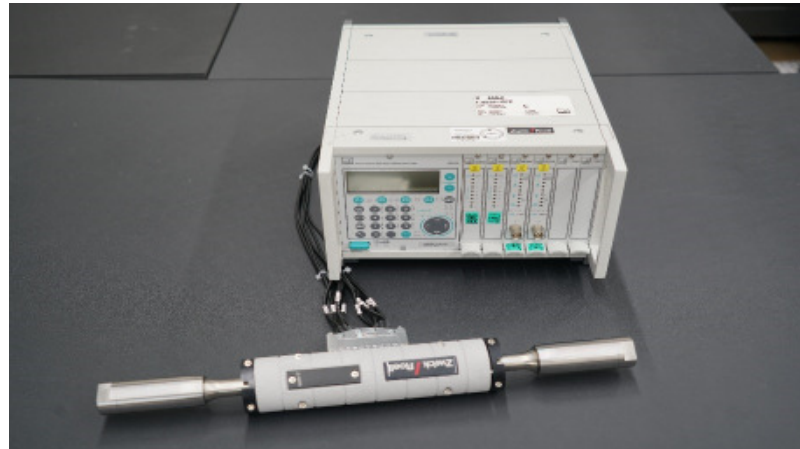
- Es sind Standard-Normale verfügbar, welche gemäß ASTM E1012 bzw. Nadcap 7122 gefertigt sind.
- Die mechanische Produktion der Messnormale, sowie das applizieren der DMS geschieht auf höchstem Niveau, um Fehler auszuschließen.
- Jeder einzelne Produktionsschritt ist genau festgelegt, protokolliert und nachvollziehbar.
- Ein Schutz für die DMS ist vorhanden.



ZwickRoell bietet Lösungen basierend auf zwei handelsüblichen Messverstärkern

- Messverstärkersystem **MGCplus**, 16-Kanäle
 - 2 x 8-Kanal Messverstärker ML801B plus AP815i für Voll-, Halb- und Einzel-Messbrücken

- 16-kanaliger DMS Messbrücken-Verstärker **QuantumX MX1615B**
 - 16 Kanal Multi-Messsystem für Voll-, Halb- und Einzel-Messbrücken, DC und Temperatur



Die intelligente ZwickRoell Alignmentsoftware basiert auf testXpert II und III. Sie führt den Bediener perfekt durch die Messaufgabe.

Die Alignmentsoftware:

- **führt** den Bediener durch den Messablauf
- **steuert** die Prüfmaschine (tCI / tCII)
- **misst** den Alignmentfehler
- **unterstützt** den Bediener beim Ausrichten der Zugachse mit Hilfe der Ausrichteinheit
- **zeichnet** den kompletten Verlauf der einzelnen Kennlinien auf



Warum Schiefzug messen ?

Erklärung der Schiefzugfehler

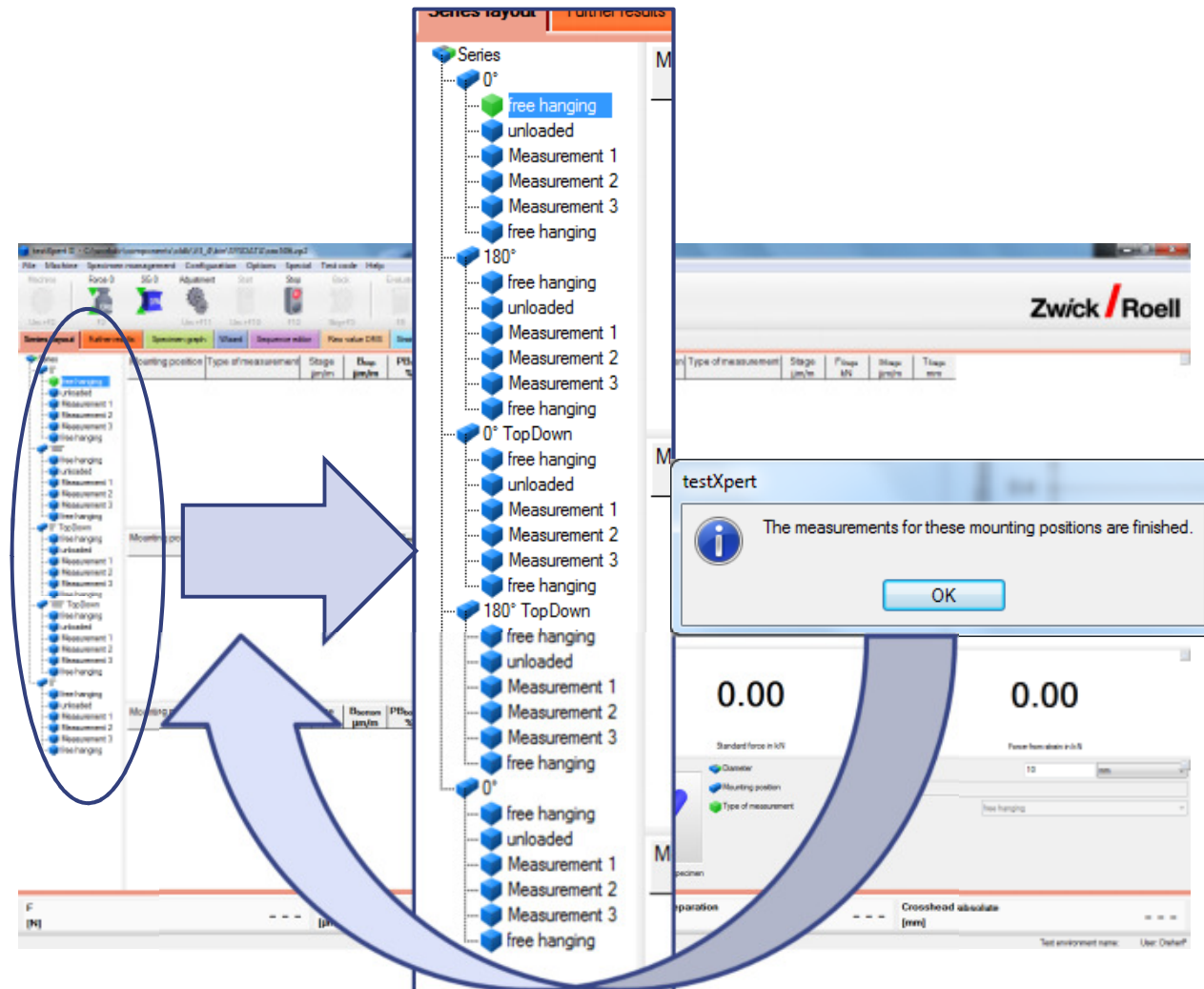
Messsystem

Messung und Ausrichtung

Dokumentation

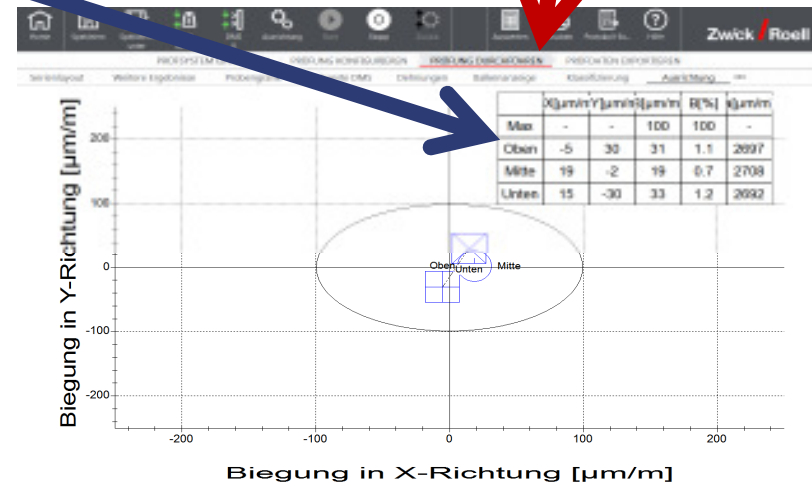
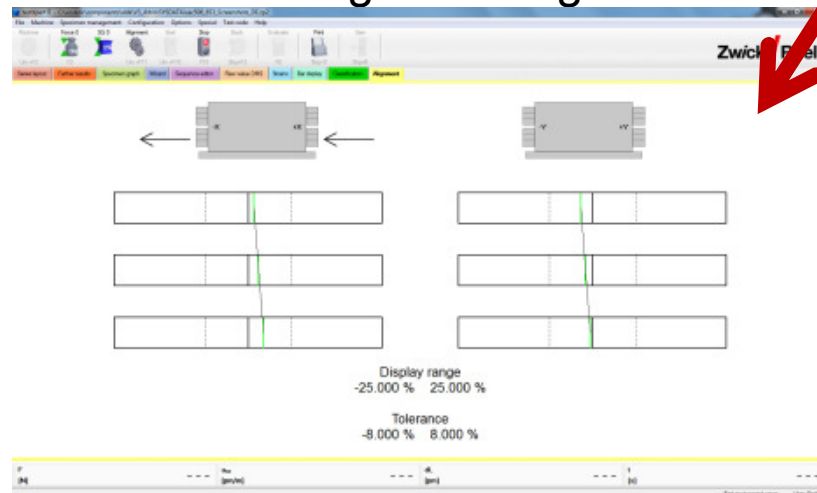
Die Messungen erfolgen in einer bestimmten Reihenfolge

- Die Software leitet den Bediener mit Hilfe bestimmter Abfolgen durch das Programm.



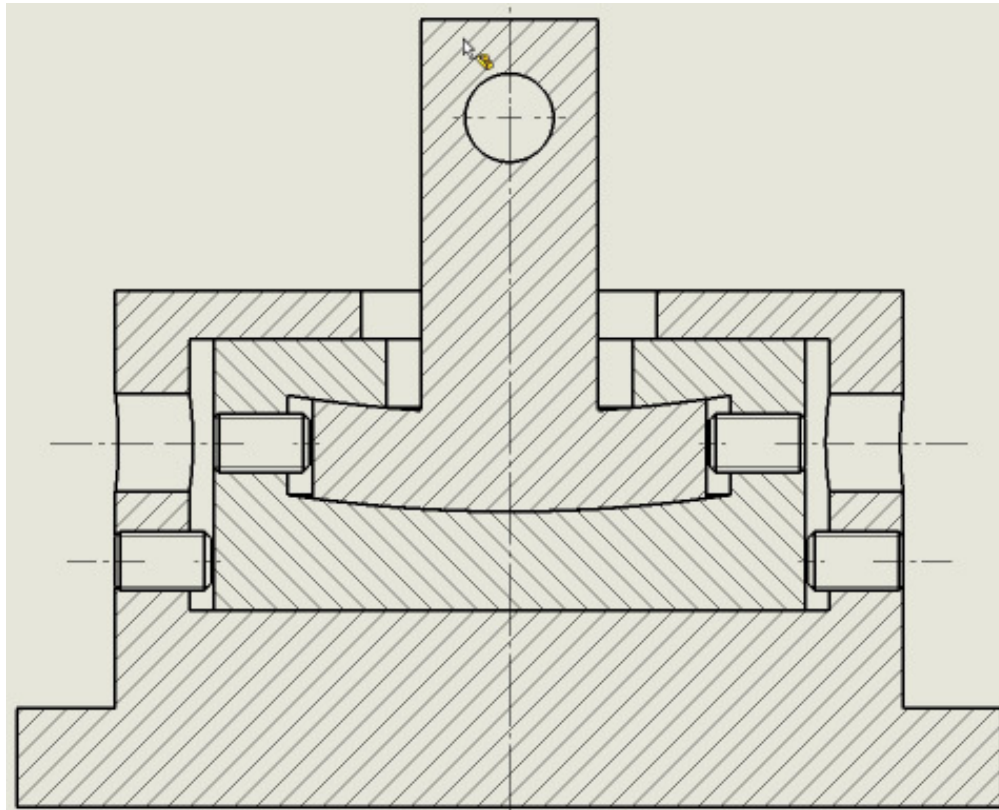
Die Alignmentsoftware zeigt alle Ausrichtfehler an und gibt Ausrichtempfehlungen

- Die Alignmentsoftware ist für testXpert II sowie für testXpert III verfügbar.
- Eine Übersicht aller Messwerte als auch eine räumliche Livedarstellung ist verfügbar.



Ausrichteinheit

Mit der optionalen Ausrichteinheit werden die Probenhalter exakt zur Zugachse ausgerichtet



Funktionsprinzip der Ausrichteinheit

Ausrichteinheit mit Anschlusszapfen



Ausrichteinheit mit Flanschanschluss

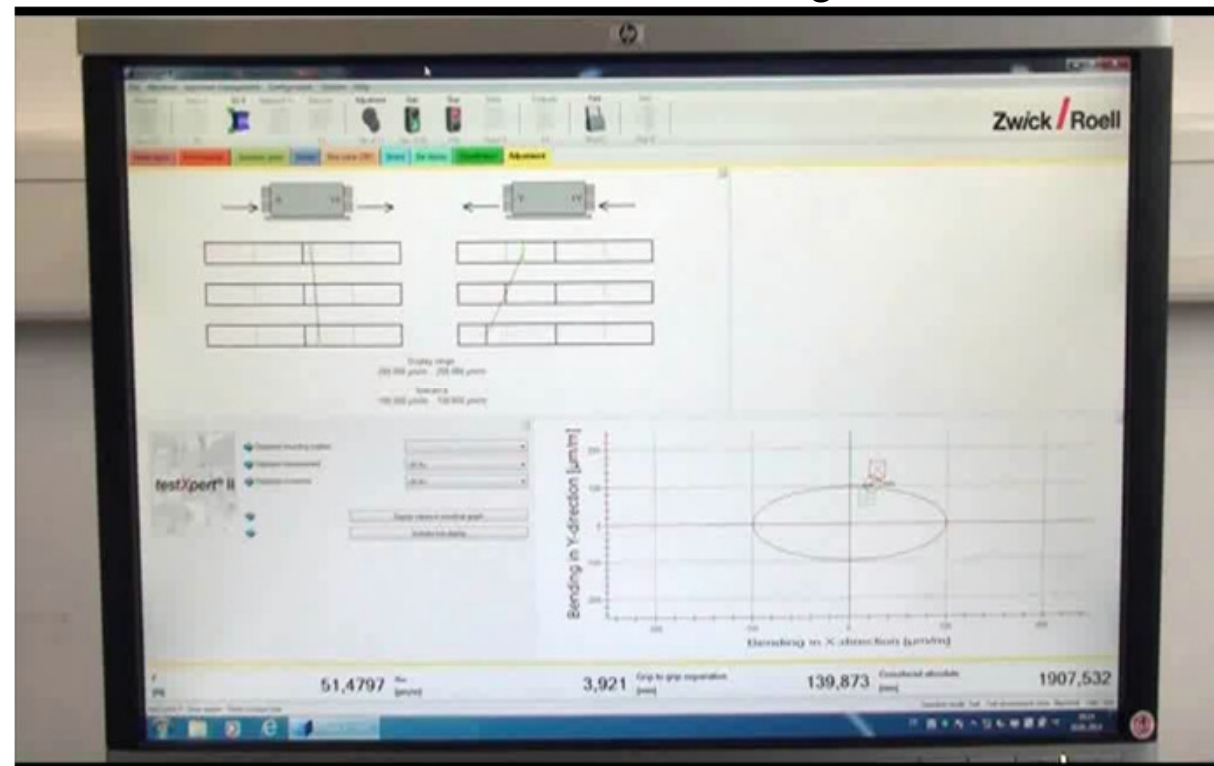


Alignmentprüfung Ablauf

Die Alignmentsoftware zeigt **live**, was und wie ausgerichtet werden muss.

- Es können Winkel-und Axialfehler mit der Ausrichteinheit korregiert werden.

Die Alignmentsoftware zeigt an, wie die Ausrichteinheit eingestellt werden muss um eine optimale Ausrichtung der Prüfsachse sicherzustellen.



Warum Schiefzug messen ?

Erklärung der Schiefzugfehler

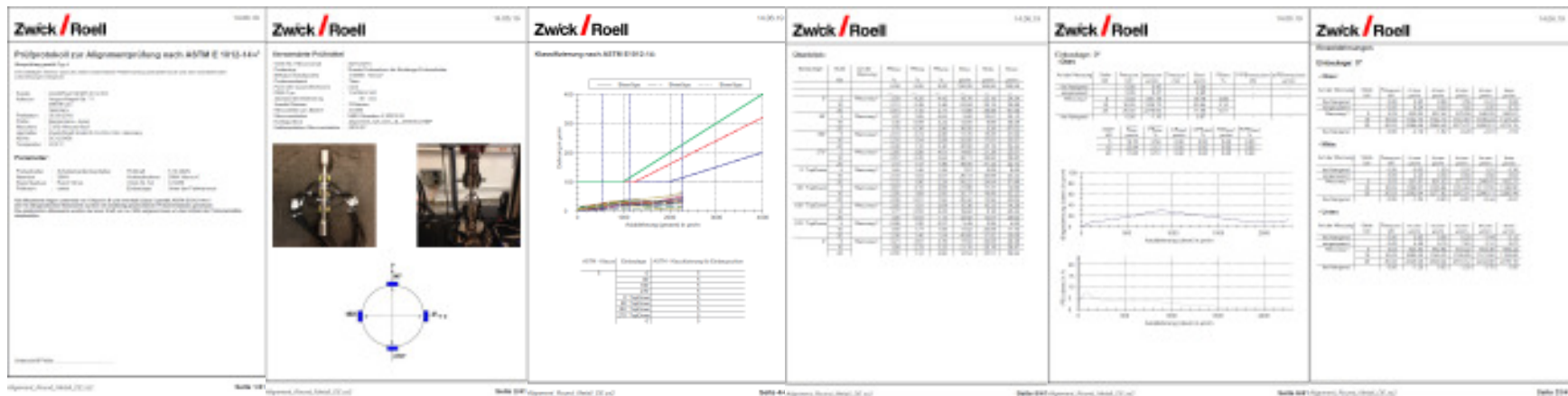
Messsystem

Messung und Ausrichtung

Dokumentation

Das Prüfprotokoll enthält alle Angaben, welche gemäß ASTM E1012 und Nadcap AC erforderlich sind

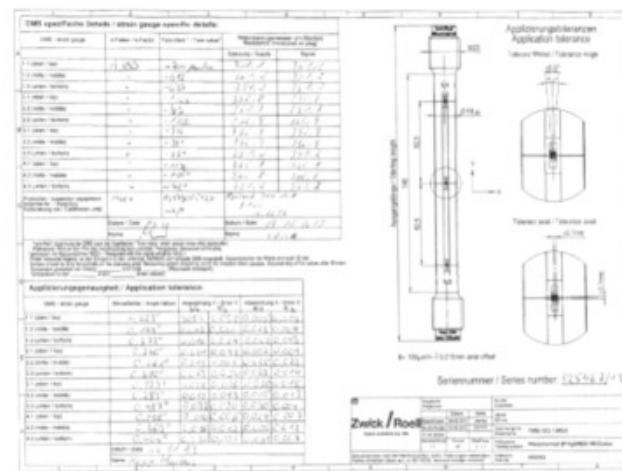
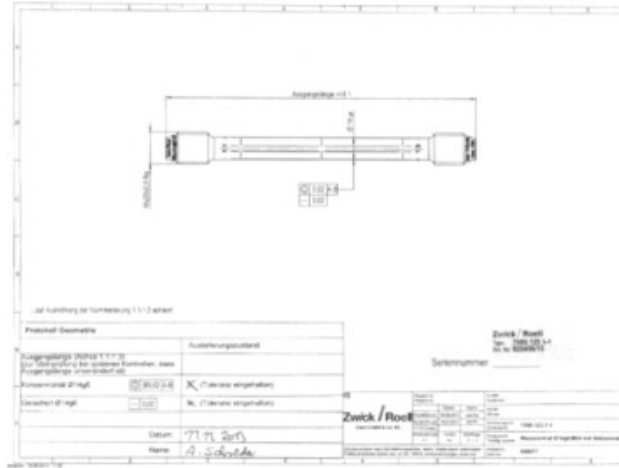
- Das Prüfprotokoll enthält folgende Punkte:
 - Alle Rohmesswerte
 - Alle berechneten Messwerte
 - Bild des Prüfaufbaues und der verwendeten Alignmentprobe
 - Angaben zum Messverstärker und der Alignmentprobe
 - Grafiken zur schnellen Übersicht der Ergebnisse



Dokumentation des Alignmentnormals

Unsere Alignmentnormale sind in einer jährlichen Messmittelüberwachung

- In der jährlichen Messmittelüberwachung werden die elektrischen sowie mechanischen Kennwerte des Messnormals überprüft.
- Das Alignmentmessnormal wird jährlich einem “Stresstest” unterzogen, welcher Defekte (falls vorhanden) an der Messeinrichtung aufzeigen würde.



Product information for HBM strain gages, including a graph of resistance vs. temperature and a QR code.

HBM Dehnungsmessstreifen
Strain gages
Jauges d'extensométrie

Modellnummer / Model No.: 1-LYB1-1.5/350
Typ / Type: 1.5/350 LYB1

Widerstand / Resistance: $350 \Omega \pm 0.30\%$
Faktor / Factor: $1.03 \pm 0.5\%$

Quersensitivität / Transverse sensitivity: 0.4%

Temperaturkoeffizient / Temperature coefficient: $93 \pm 10 [10^{-4} / K]$
Temperaturbereich / Temperature range: $(-10^\circ C \dots +45^\circ C)$

Temperaturkompensation / Temperature compensation: $\alpha = 10.0 [10^{-4} / K]$

Graph: $R_s [\mu m/m] \pm 2$ vs. $T [^\circ C]$

Equation: $E_s(T) = -8.20 + 1.30 \cdot T - 5.04E-02 \cdot T^2 + 2.38E-04 \cdot T^3 \pm (T-20) \cdot 0.30 [\mu m/m]$

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

