



# Spannungsmessung in Behälterglas

Messung von Kühlspannungen  
Messung von Schlierenspannungen

Copyright © 2021 ilis gmbh, alle Rechte vorbehalten

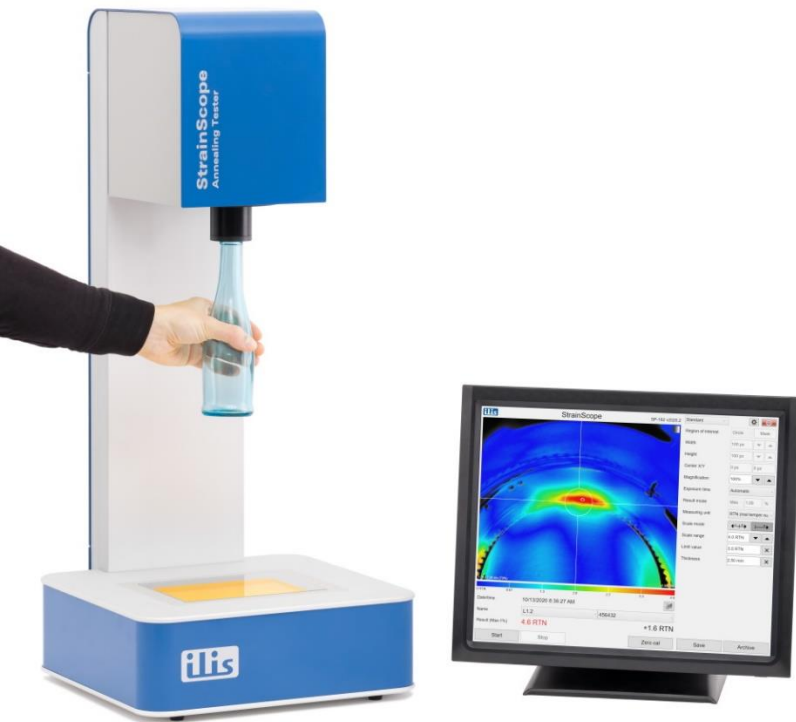


# Überblick

- Messung von Restspannungen nach dem Kühllofen
  - Durchführung der Messung
  - Abhängigkeit von der Kühlbahnposition
  - Abhängigkeit von der Formgebung
- Messung von Schlierenspannungen
  - Probenvorbereitung
  - Durchführung der Messung
- Zusammenfassung

# Messung von Kühlspannungen

- Überwachung der Restspannungen nach dem Entspannungsprozess

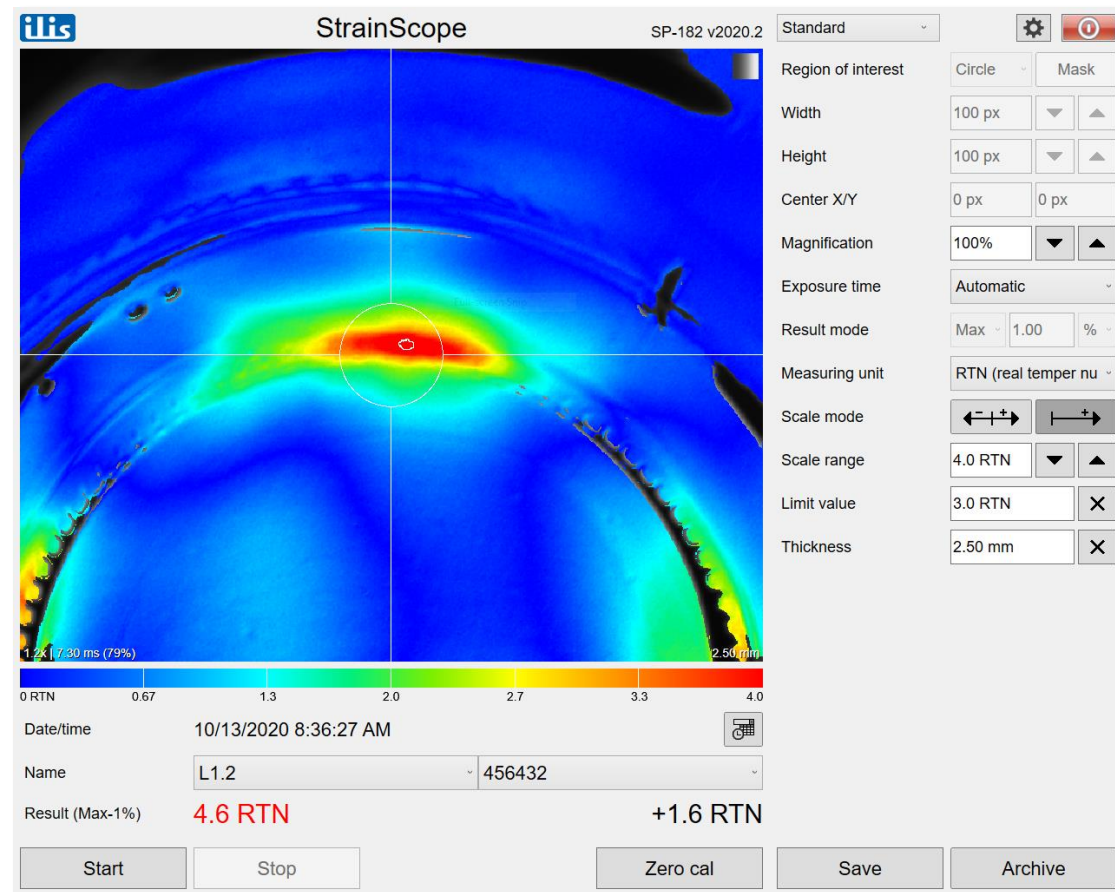


StrainScope® Annealing tester

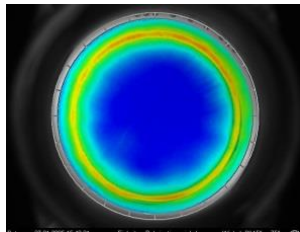


# Durchführung der Messung

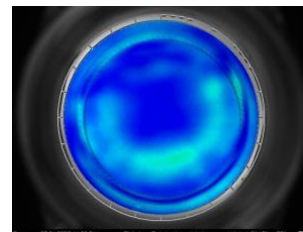
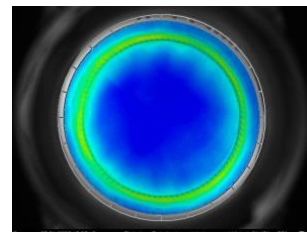
- Die höchsten Spannungen sind im Kontaktbereich zum Förderband zu erwarten
- Die Messung erfolgt deshalb i.d.R. im Bodenbereich des Behälters
- Als Messeinheit wird meist der reale Tempergrad (gemäß ASTM C148) oder nm/cm verwendet



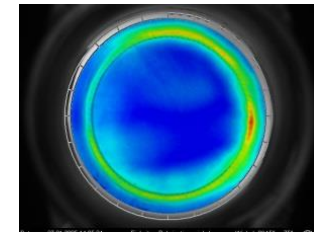
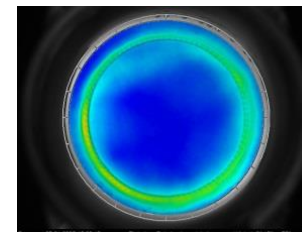
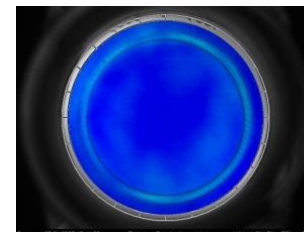
# Abhängigkeit von der Kühlbahnposition



linke Seite



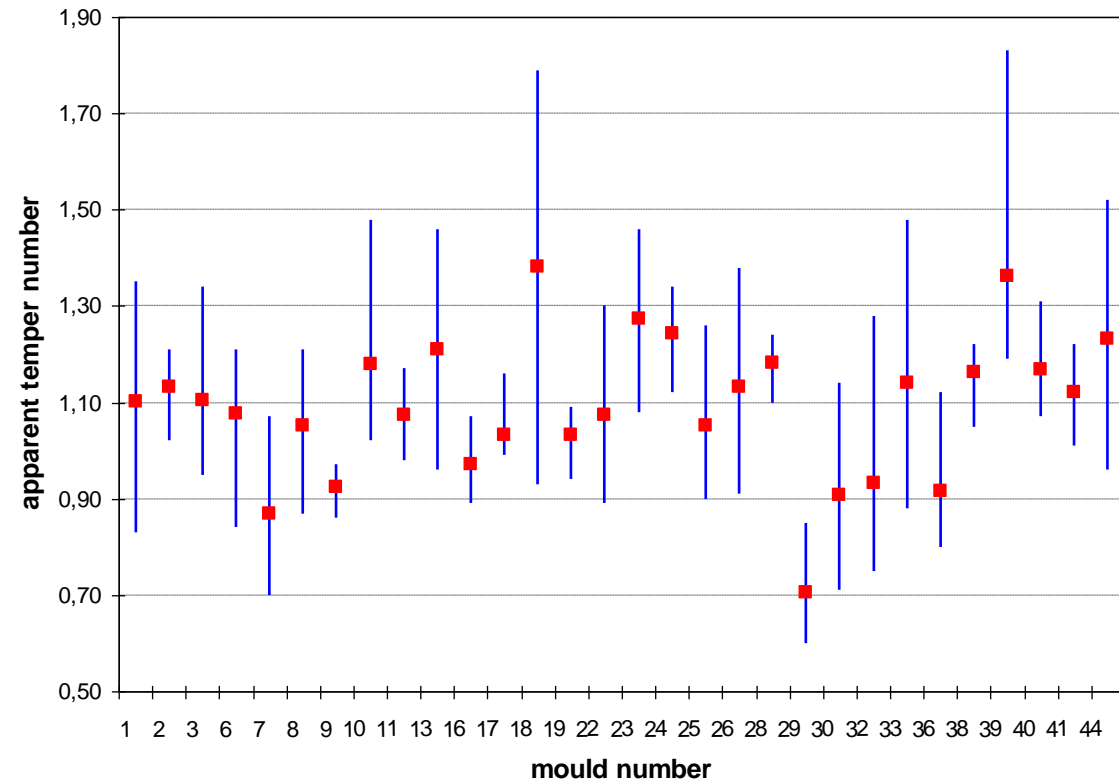
Mitte



rechte Seite

# Abhängigkeit von der Formgebung

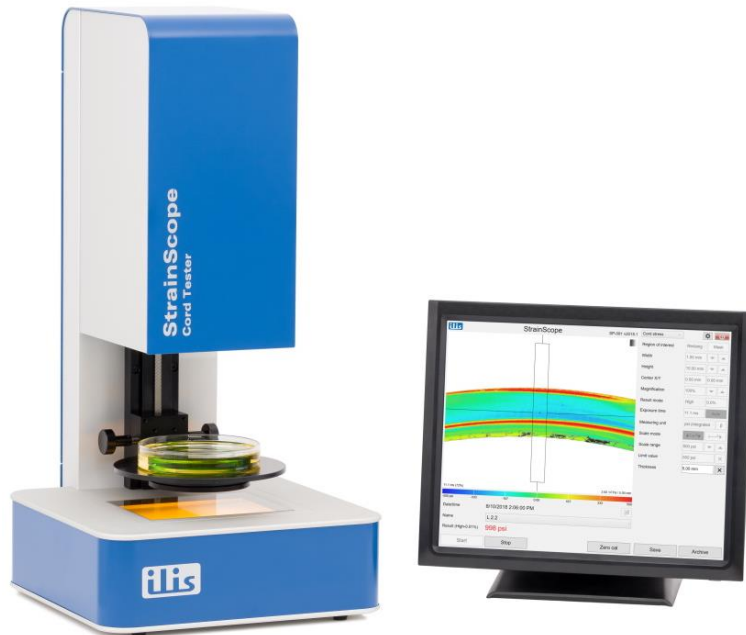
- Das Restspannungsniveau korreliert auch mit der Position in der IS-Maschine
- Mögliche Einflussfaktoren:
  - Formentemperatur
  - Formen Kühlung
  - Entfernung zum Kühllofen



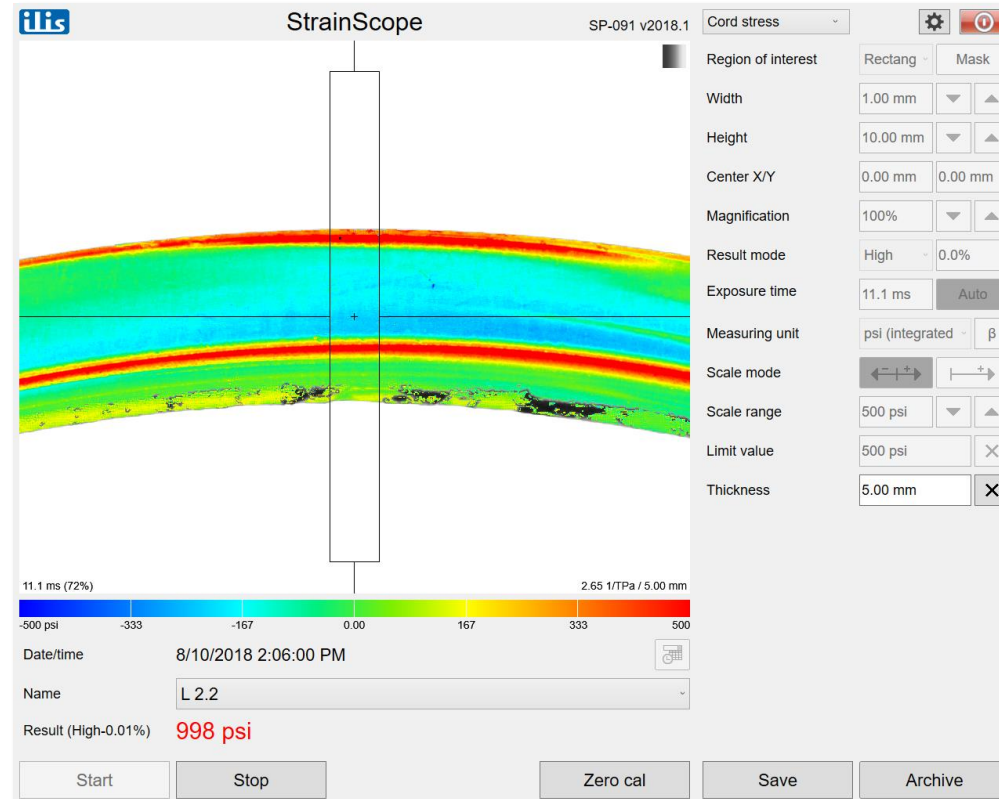
Mittlerer Temperaturgrad und Varianz in Abhängigkeit von der Formnummer

# Messung von Schlierenspannungen

- Schlierenspannungen (engl. *cord stress*) entstehen durch Inhomogenitäten in der Glaszusammensetzung



StrainScope® Cord Tester



# Probenvorbereitung

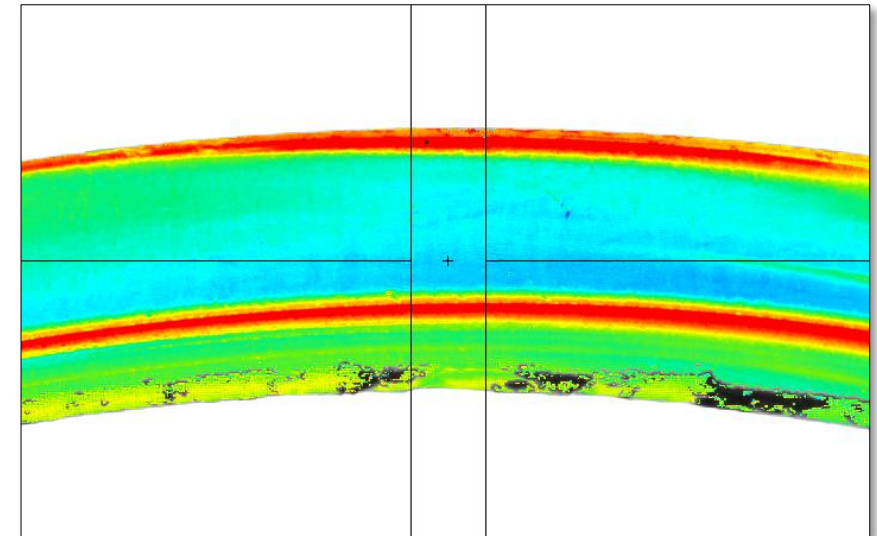
- Aus dem zylindrischen Teil des Glasbehälters wird ein gleichmäßig dicker Ring (ca. 1 cm stark) herauspräpariert
- Durch Einschnitt des Rings werden umfängliche Kühlspannungen eliminiert
- Die Rauigkeit der Schnittflächen wird durch eine geeignete Immersionsflüssigkeit (DMP oder auch Pflanzenöl) optisch ausgeglichen





# Durchführung der Messung

- Da Spannungsschlieren sehr dünn sein können, muss die Messung mit relativ hoher Ortsauflösung erfolgen
- Das Messgerät betrachtet daher immer nur einen kleinen Ausschnitt der Probe gleichzeitig
- Durch Drehen der Petrischale wird der Ring abgetastet und die maximale Zugspannung (rot dargestellt) identifiziert
- Die Messung des Spannungswertes (in MPa oder psi) erfolgt automatisch und kontinuierlich



# Zusammenfassung

- Automatische, bildgebende Polarimeter vereinfachen die Messung von Restspannungen in Behälterglas im Vergleich zu herkömmlichen Messmethoden (visuelles Polariskop bzw. Polarisationsmikroskop)
- Die Messung in Echtzeit ermöglicht eine schnelle, einfache und vor allem objektive Beurteilung der Qualität
- Für die verschiedenen Messaufgaben (Kühlspannungen, Schlierenspannungen) gibt es speziell angepasste Lösungen:
  - StrainScope<sup>®</sup> Annealing Tester
  - StrainScope<sup>®</sup> Cord Tester