
AKTIVE THERMOGRAFIE FÜR DIE ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG WPS- GESCHWEIßTER VERBINDUNGEN

Maik Ahnert, Dresden, 30. August 2017



AKTIVE THERMOGRAFIE FÜR DIE ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG WPS-PUNKTGESCHWEIßTER VERBINDUNGEN

1. Das Fraunhofer IWU im Profil
2. Motivation
3. Grundlagen
4. Versuchsaufbau und -durchführung
 1. Auswertung im Zeitbereich
 2. Auswertung im Frequenzbereich
5. Ergebnisse und Vergleich mit zerstörender Prüfung
6. Zusammenfassung und Ausblick

1. Das Fraunhofer IWU im Profil

Forschung unter dem Leitthema »Ressourceneffiziente Produktion«

- Gründung am 1. Juli 1991
- Aktuell 620 MitarbeiterInnen
- Ca. 40 Mio Euro Forschungsvolumen
- Standorte: Chemnitz (Hauptsitz)
Dresden, Zittau, Wolfsburg, Leipzig
- 3 Wissenschaftsbereiche:



Mechatronik und
Funktionsleichtbau



Umformtechnik und
Fügen



Werkzeugmaschinen,
Produktionssysteme
und Zerspanungstechnik



1. Das Fraunhofer IWU im Profil

Forschungsstandorte



Chemnitz



Dresden



Zittau



Wolfsburg



Leipzig



- 69 Institute in Deutschland
- ⊙ IWU Standorte

2. Motivation

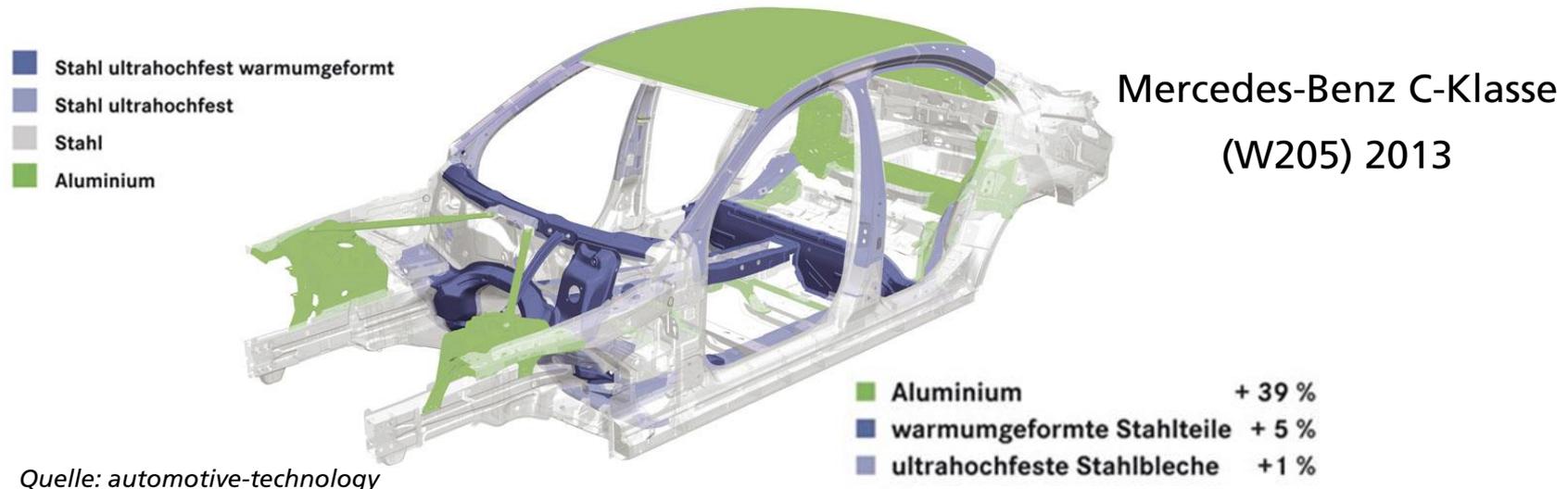
Stetig steigende Anforderungen an den Fahrzeugleichtbau



Zuwachs von Aluminium als Konstruktionswerkstoff

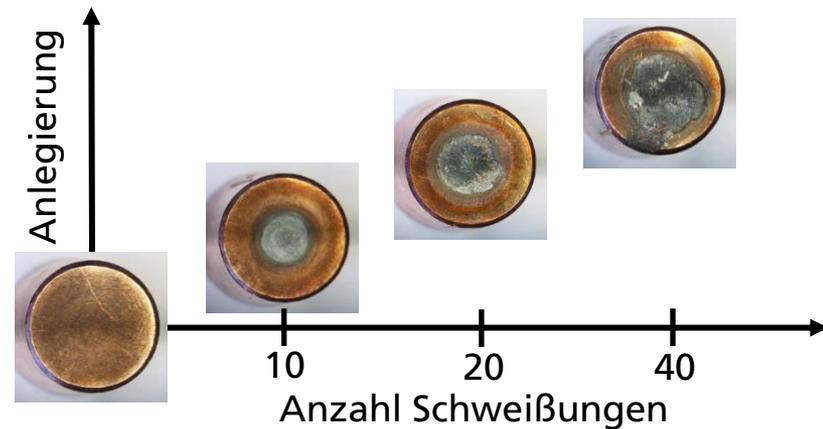


Widerstandspunktschweißen von Aluminium als Fügeverfahren



2. Motivation

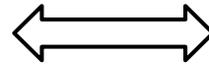
- Probleme beim Widerstandspunktschweißen von Aluminium:
 - Anlegieren der Kupferelektroden
 - Verschlechterung der Kontaktbedingungen
 - verringerte Schweißpunktdurchmesser



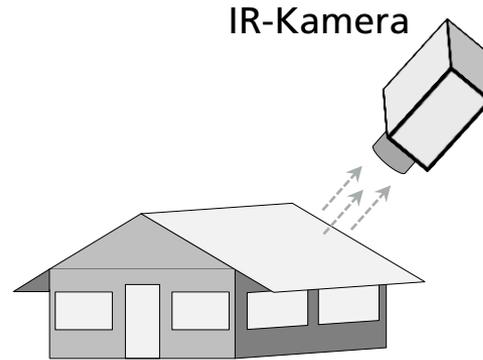
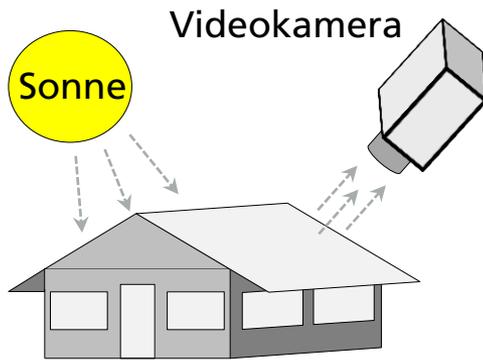
- Warum Thermografie?
 - Notwendigkeit einer Qualitätsüberwachung im Fertigungsprozess
 - 100 Prozent Prüfung möglich, da zerstörungsfrei und berührungslos

3. Grundlagen - Thermografie

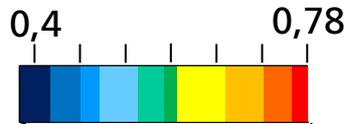
Fotografie



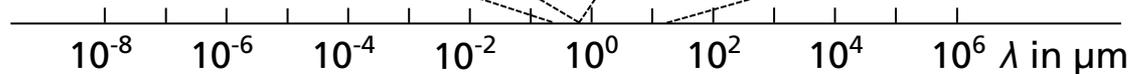
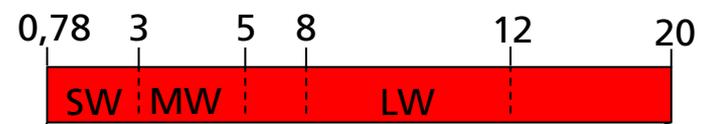
Thermografie



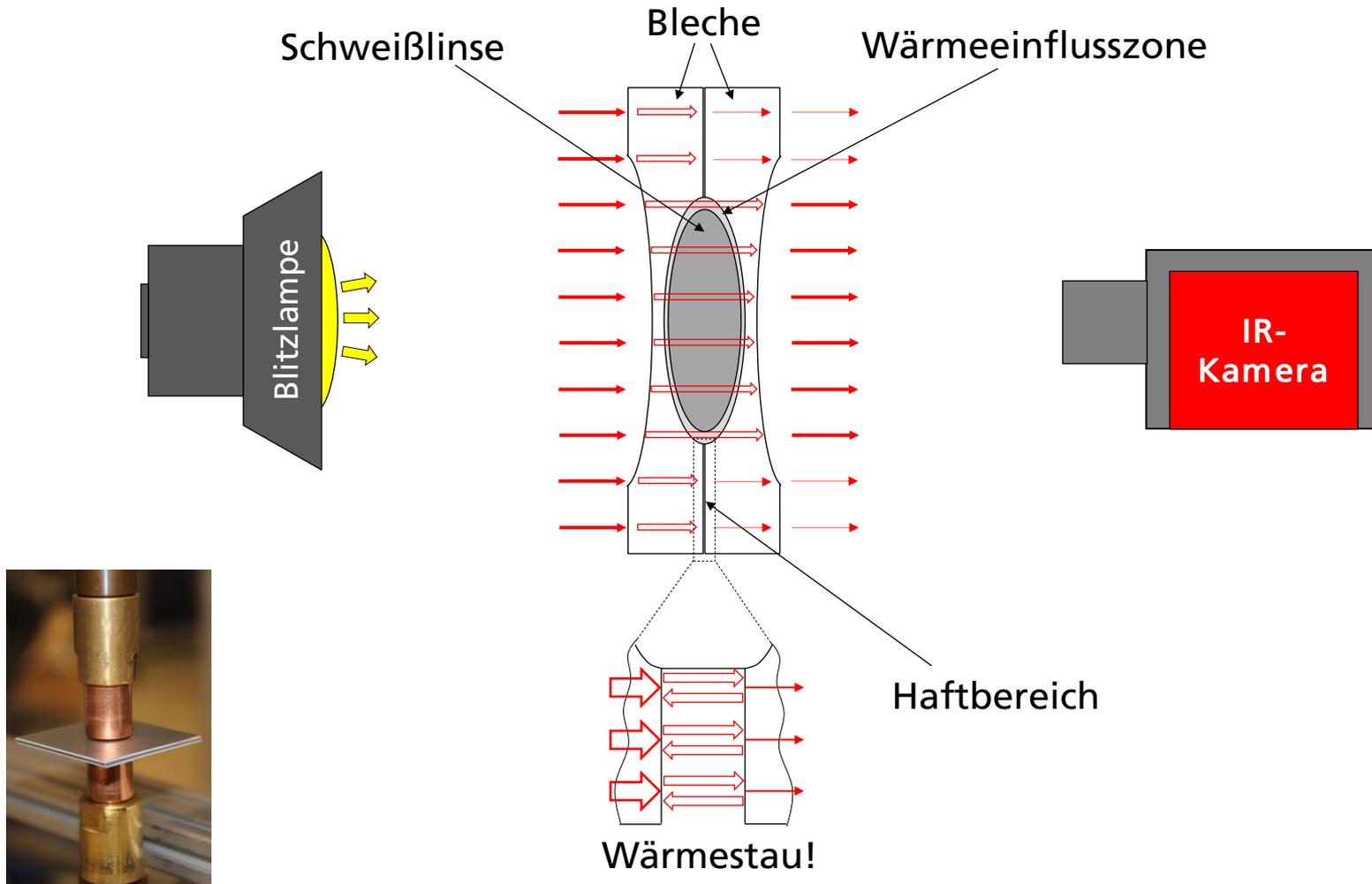
sichtbarer Spektralbereich



Infrarot-Bildaufnahme



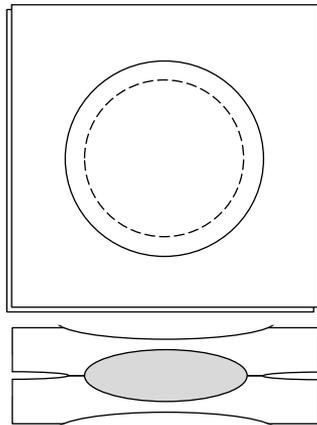
3. Grundlagen - Impulsthermografie



4. Versuchsaufbau und -durchführung

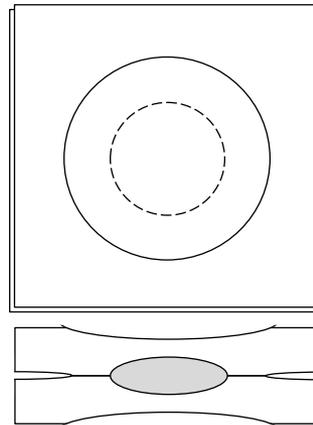
- Herstellung verschiedener Probenreihen aus 6000er Aluminiumlegierung mit unterschiedlichen Schweißpunktdurchmessern

Probenreihe 1



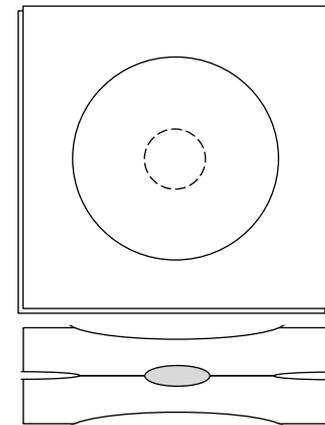
$d_p \approx 7 \text{ mm}$

Probenreihe 2



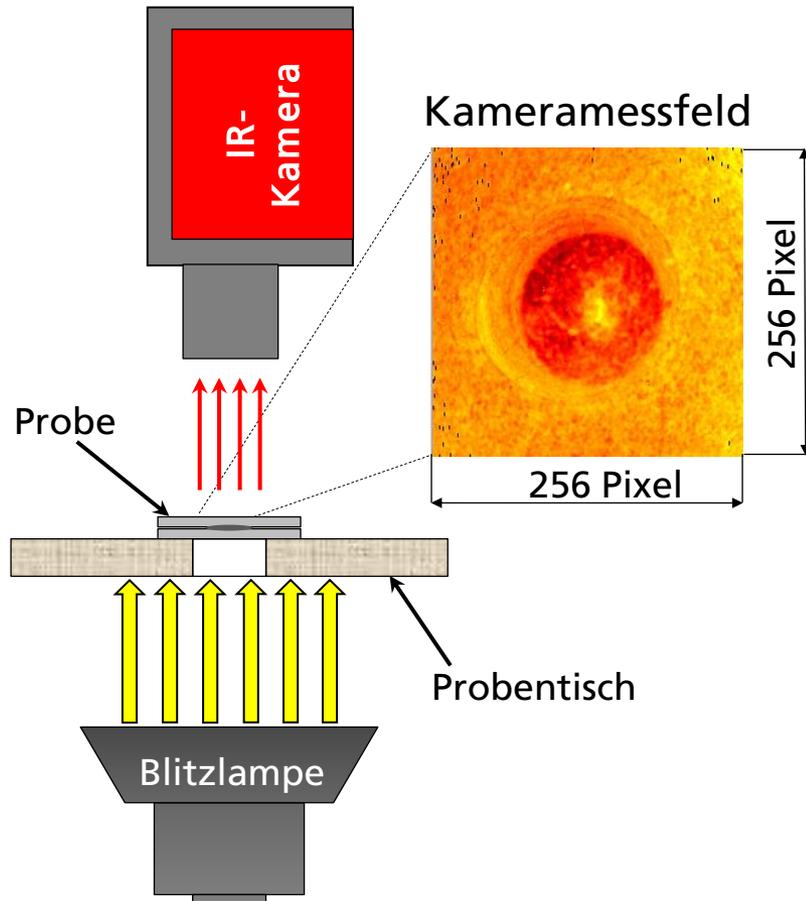
$d_p \approx 5 \text{ mm}$

Probenreihe 3



$d_p \approx 3 \text{ mm}$

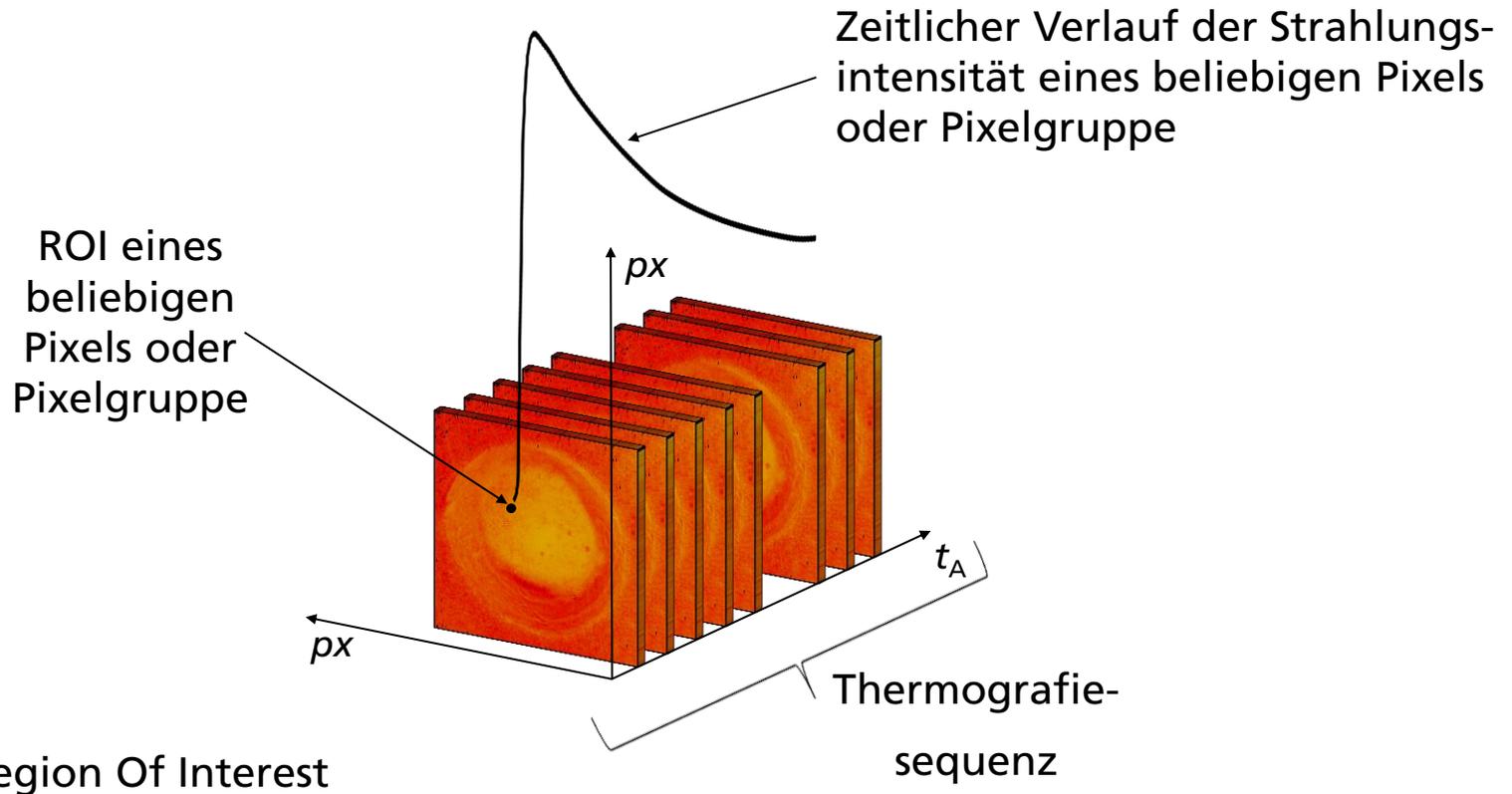
4. Versuchsaufbau und -durchführung



Ablauf einer thermografischen Messung:

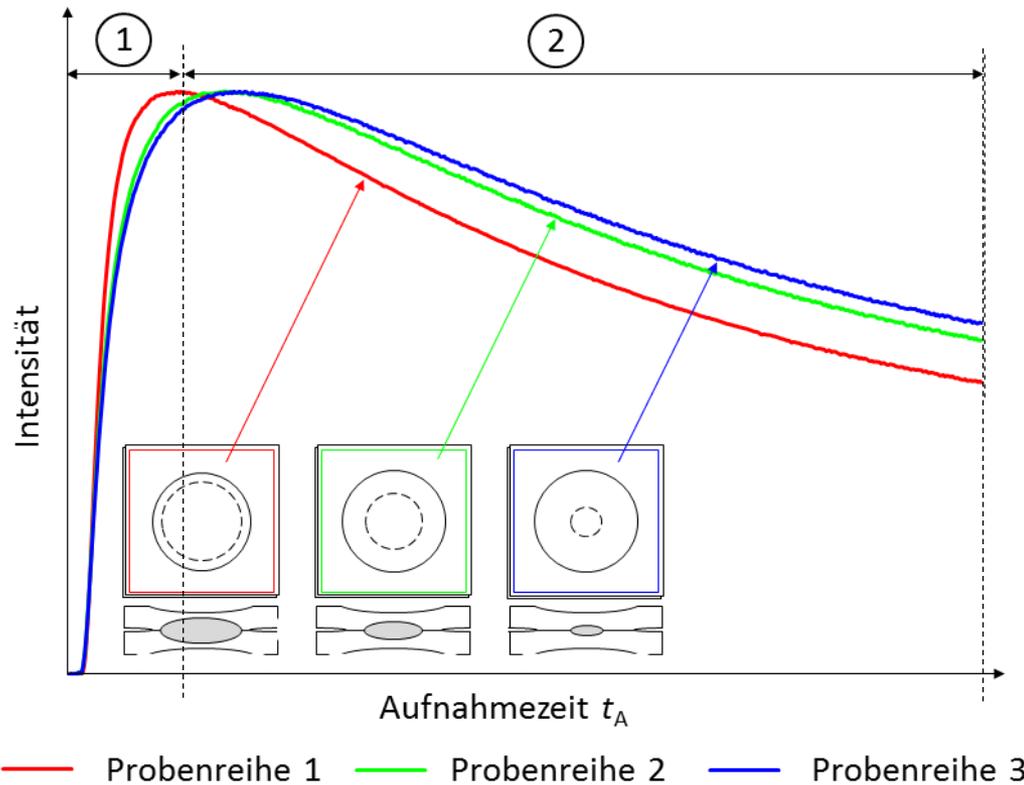
1. Kameramessfeld festlegen
2. Probe positionieren
3. Infrarotkamera ausrichten
4. Aufnahmedauer festlegen
5. Anregungsenergie festlegen
6. Messung starten
7. Thermografiesequenz speichern

4.1 Auswertung im Zeitbereich



ROI... Region Of Interest

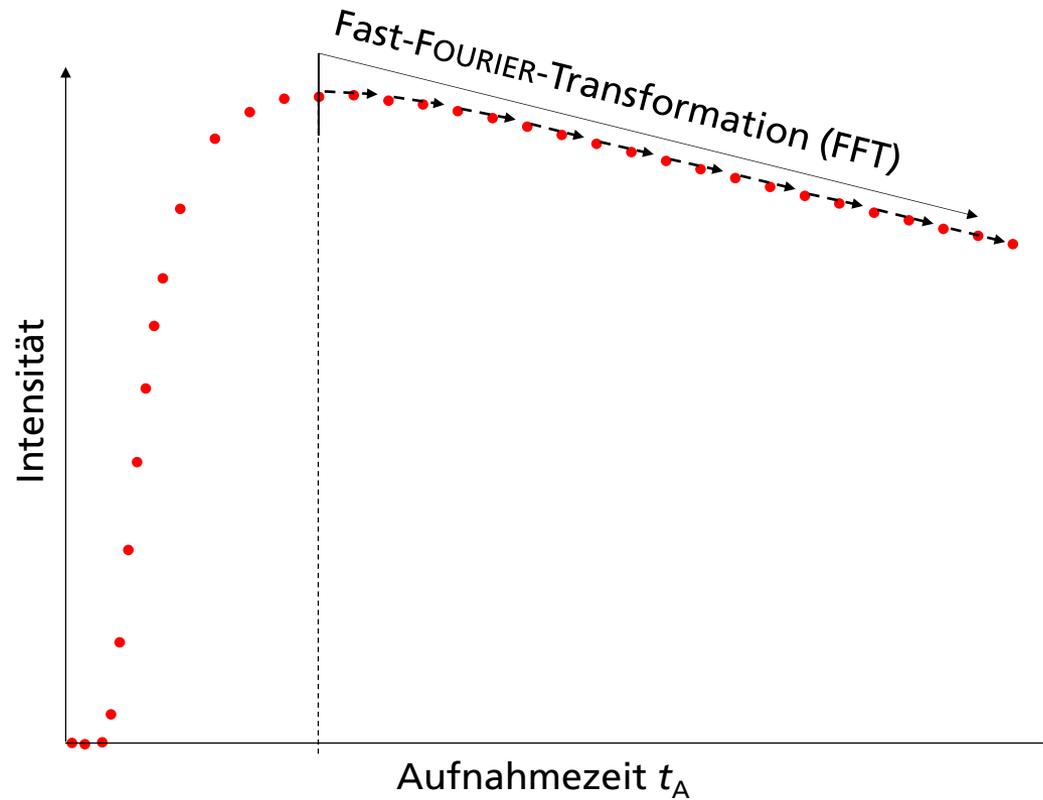
4.1 Auswertung im Zeitbereich



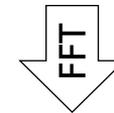
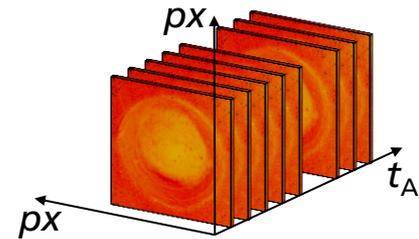
- ① Impulsartige Anregung
- ② Abklingverhalten

- Klassifizierung unterschiedlicher Schweißpunktdurchmesser
- keine direkte Ermittlung des Punktdurchmessers möglich

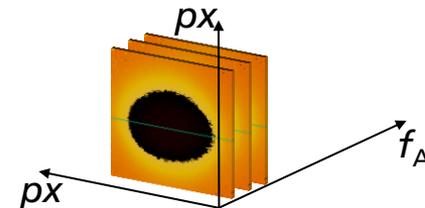
4.2 Auswertung im Frequenzbereich



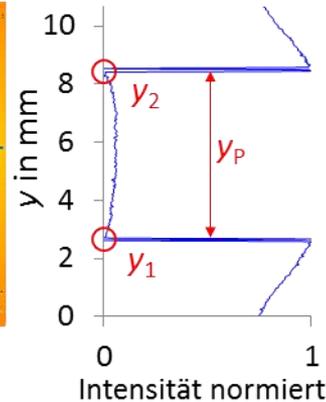
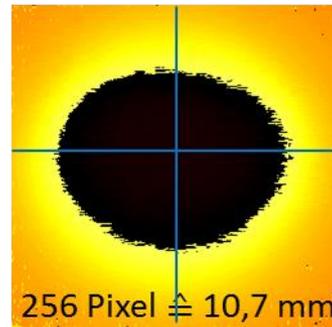
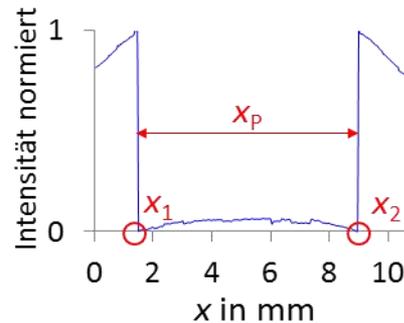
Thermografiesequenz
(vor der FFT)



Sequenz aus Phasenbildern
(nach der FFT)



4.2 Auswertung im Frequenzbereich



- Stoffschlüssiger Bereich
- WEZ bzw. Haftbereich
- Grundmaterial

Abmessung in x-Richtung x_p :

$$x_p = x_2 - x_1$$

$$x_p = 7,4 \text{ mm}$$

Abmessung in y-Richtung y_p :

$$y_p = y_2 - y_1$$

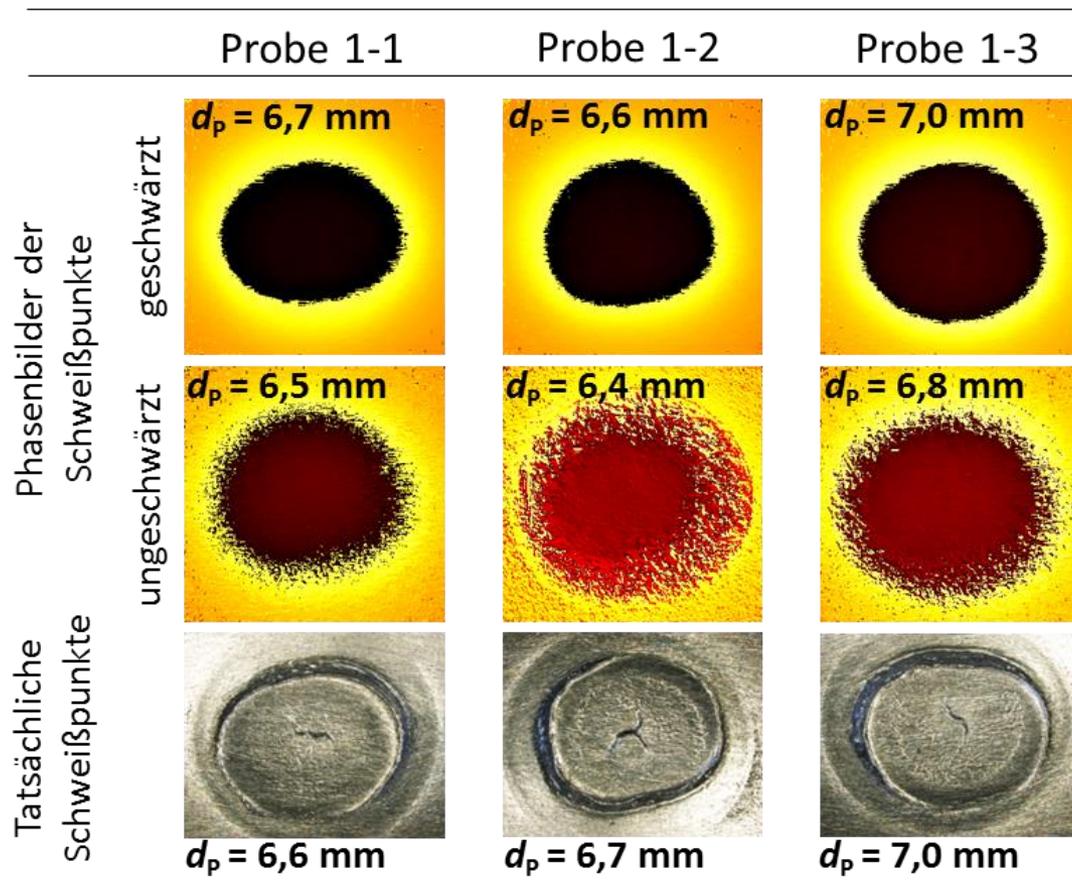
$$y_p = 5,7 \text{ mm}$$

Punktdurchmesser d_p :

$$d_p = \frac{x_p + y_p}{2}$$

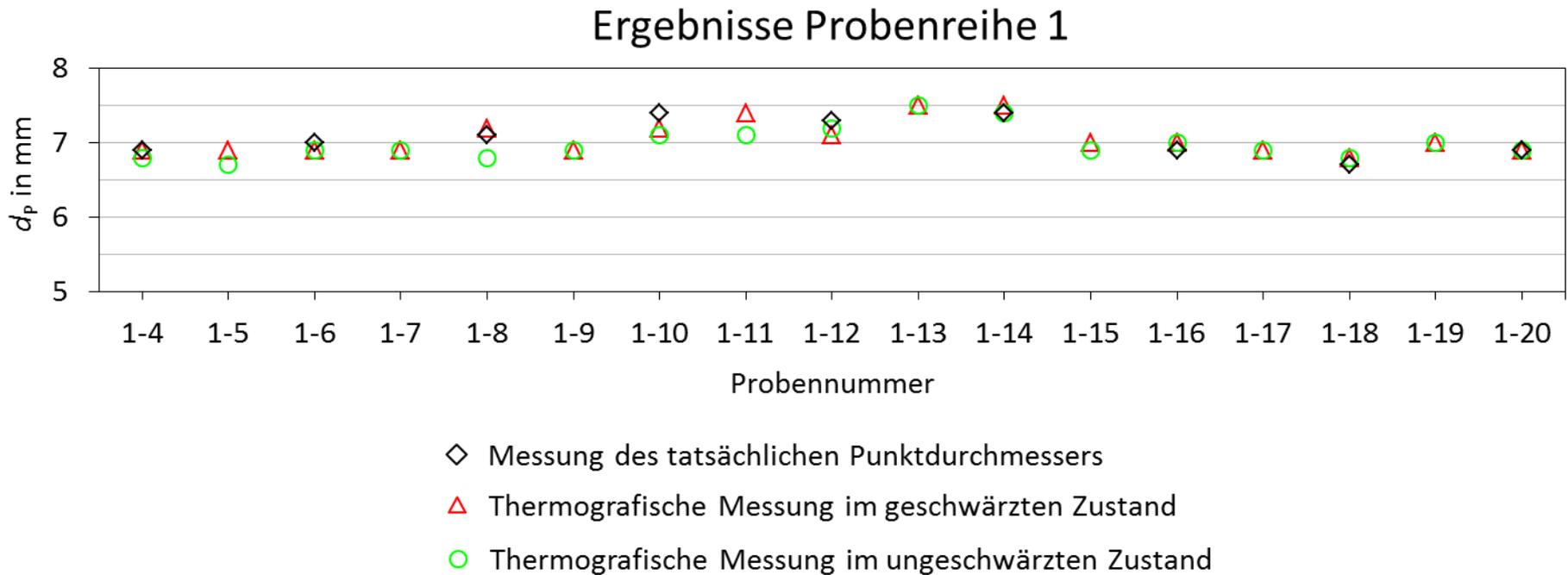
$$d_p = 6,6 \text{ mm}$$

5. Ergebnisse und Vergleich mit zerstörender Prüfung



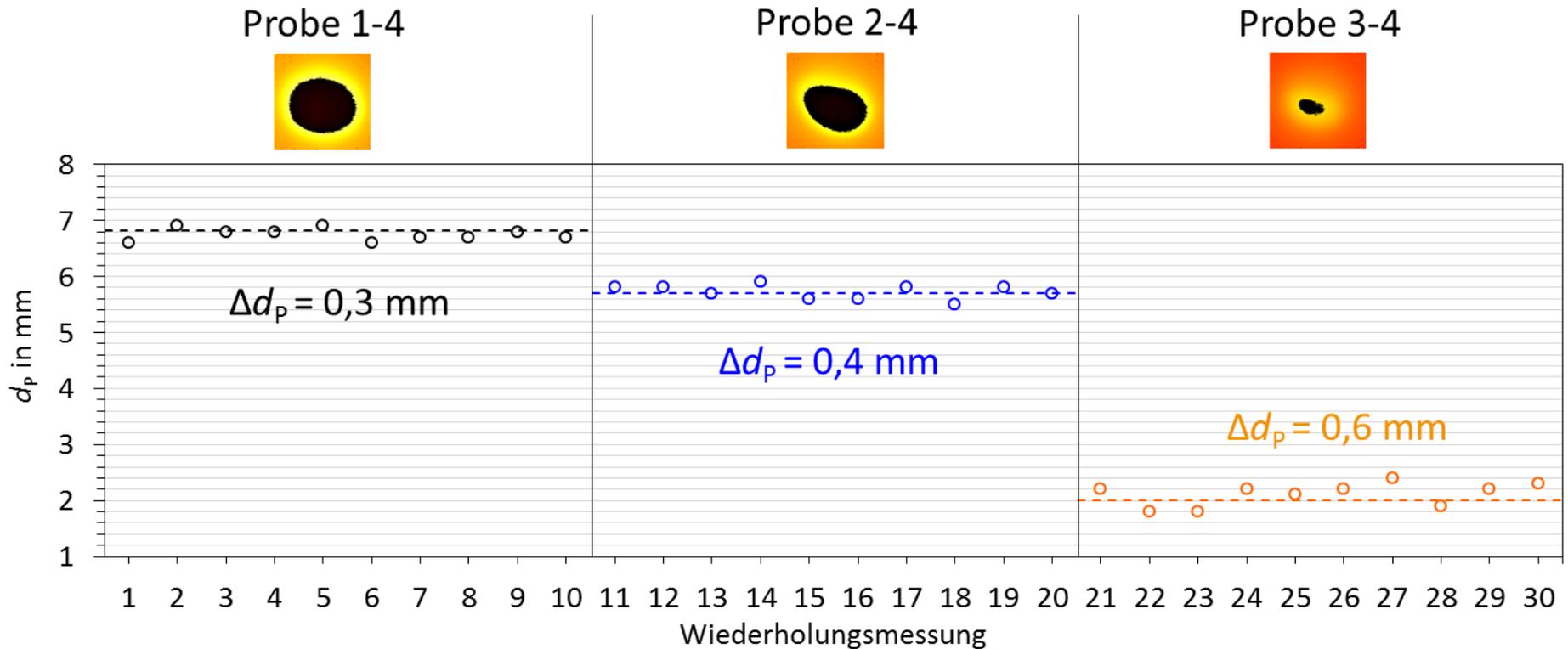
5. Ergebnisse und Vergleich mit zerstörender Prüfung

■ Serienmessung, verschiedene Schweißpunkte



5. Ergebnisse und Vergleich mit zerstörender Prüfung

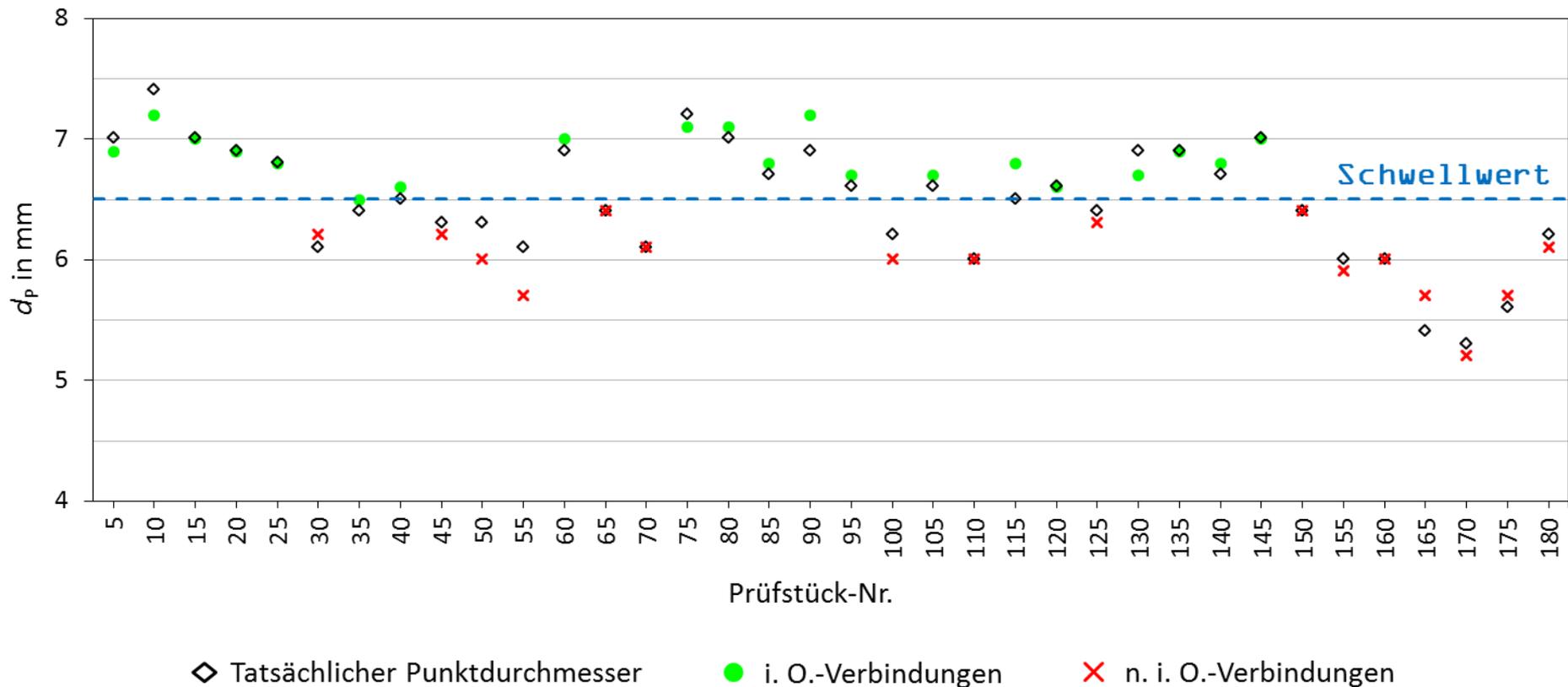
- Serienmessung, Wiederholungsmessungen (willkürliche Anordnung der Linse im Detektorfeld, Messabweichungen)



- Thermografische Messung von Probe 1-4 --- Tatsächlicher d_p von Probe 1-4
- Thermografische Messung von Probe 2-4 --- Tatsächlicher d_p von Probe 2-4
- Thermografische Messung von Probe 3-4 --- Tatsächlicher d_p von Probe 3-4

5. Ergebnisse und Vergleich mit zerstörender Prüfung

- Serienschweißungen und thermografische Prüfung
 - Herstellung von 180 Schweißpunkten
 - Jeder 5. Schweißpunkt wird mittels Thermografie geprüft



6. Zusammenfassung und Ausblick

- Entwicklung einer geeigneten Methode für die thermografische Prüfung von widerstandspunktgeschweißten Aluminiumverbindungen
- Erzeugung von FFT-Phasenbildern führt zur direkten Ermittlung des Schweißpunktdurchmessers
- Nachweis wurde innerhalb einer Serienmessung und Qualitätsprüfung geführt
- bei kleinen Schweißpunkten konnte der Punktdurchmesser aufgrund sehr verrauschter Phasenbilder nur teilweise ermittelt werden
- Eliminierung der Störstrahlung mit entsprechenden Filtern und Glättungsalgorithmen
- Überführung in ein seriennahes Produktionsumfeld