Impuls Thermografie – Prüfprotokoll

Allgemeine Maschinen- und Prüfdaten

Prüfprotokoll:	Simplon Gabel
Verwendetes Prüfgerät:	Impuls Thermografie / CEDIP Jade / Leistung 12KJ
Prüfdatum:	03.04.2020, 11:06 Uhr
Prüfer/Benutzername:	Dipl. - Ing. V. Carl

Verfahren: Die Oberfläche wird mit einem kurzen und einem langen Wärmeimpuls um ca. 5°C erwärmt. Der anschließende Wärmefluss in das Bauteil hinein, wird mit einer Hochgeschwindigkeits Infrarotkamera gemessen. Fehler oder Inhomogenitäten im Material stören den Wärmefluss und zeigen Effekte auf der Oberfläche. Zusätzlich erfolgt eine Ultraschallanregung mit 20 KHz. Rissflanken oder anliegende Delaminationen würden gegeneinander reiben und Wärme erzeugen.

Prüfergebnis:
Die Gabel wird in vier Prüfpositionen unterteilt und auf drei verschiedene Weisen ausgewertet. Durch Auffälligkeiten und der Kombination dieser drei Auswertungen kann auf mögliche Fehler im Material rückgeschlossen werden.

- Die Phasenauswertung zeigt allgemeine Inhomogenitäten im Material, hervorgerufen beispielsweise durch ungleichmäßige Harzverteilung in der Kohlenstoffmatrix, oder durch Fehlereinschlüsse und Poren.

- Das Halogenbild zeigt Unterschiede in der Wandstärke des Materials, oder Unterschiede in der Lackierungsdicke. Delaminationen bedeuten Ablösungen im Lagenaufbau des Materials. Dadurch ändert sich die gemessene Wandstärke im Bereich einer Delamination.

- Die Ultraschallanregung erzeugt im Bereich eines Risses oder einer anliegenden Delamination aufgrund der Dämpfungseigenschaft Wärme. Die Wärme im Fehlerbereich wird registriert und als Amplitudensignal dargestellt.

Die Auswertebilder zeigen bei CFK Werkstoffen gerade bei Fahrradrahmen immer eine Vielzahl von Inhomogenitäten auf, da es sich bei den Bauteilen um handgearbeitete Produkte handelt und aufgrund der Verarbeitung und der Werkstoffcharakteristik eine hohe Homogenität gar nicht erreicht werden kann. Nicht jede Anzeige die deutlich ins Auge fällt ist gleichzeitig ein Fehler, der zum Bauteil versagen führt. Jede Anzeige für sich muss im Zeitverhalten des Wärmeflusses untersucht werden, um den echten Bauteilfehler zu identifizieren. Nachfolgend sind die in den Auswertebildern markierten Bereiche kurz beschrieben:

Ergebnis der Prüfung
(siehe Nummerierung der Fehler in den Ergebnisbildern)

1) **Anzeige für einen Materialschaden gefunden. An der markierten Stelle (linke Gabelscheide, Ausfallende) zeigen beide Anregungsverfahren eine Indikation. Es deutet auf eine Delamination hin.**

Es besteht grundsätzlich bei Carbon immer ein Versagensrisiko aufgrund von schwankender Herstellungsqualität, beispielsweise durch abrupte Änderung von Wanddicken. Generell kann eine Prüfung solche gefährdeten Stellen aufzeigen. Eine Bruchwahrscheinlichkeit kann daraus aber nicht ermittelt werden. Das Bruchrisiko ist aber definitiv höher. Es ist zu beachten, das diese Prüfung den momentanen Status zeigt, der sich jederzeit durch Krafteinwirkung ändern kann. Aus diesen Gründen kann eine Garantie für zukünftige Schadenfreiheit vom Prüfer nicht gewährleistet werden.

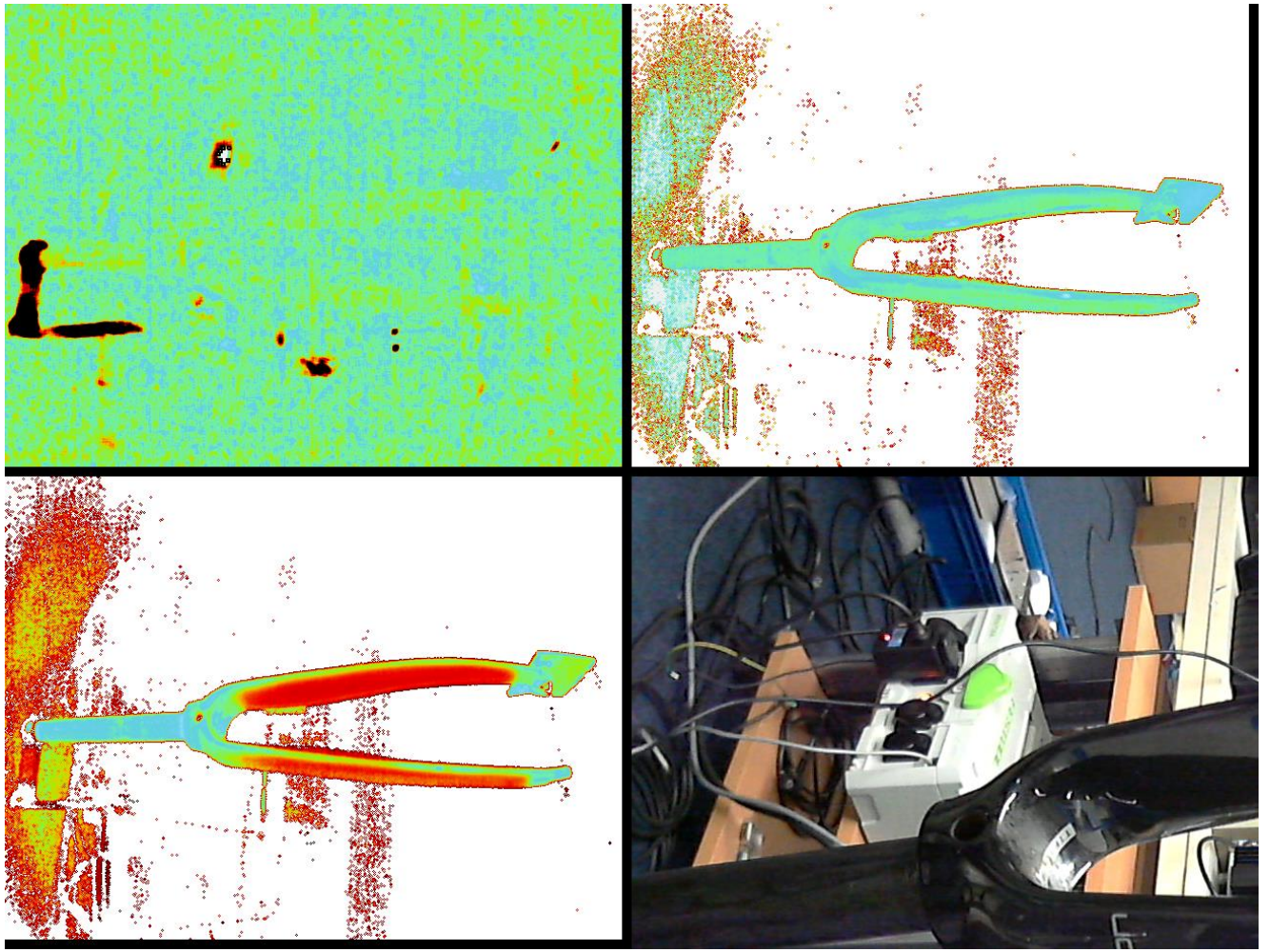
Zur Erklärung: Kritisch sind kleine Fehler, Risse und abrupte Wanddickenänderungen immer hinsichtlich von Kerbwirkung. Bei dynamischer Belastung erfolgt meist ein Bruch an solchen Stellen. (Siehe auch: http://de.wikipedia.org/wiki/Kerbwirkung) Siehe Beispiele für Rahmenbrüche unter www.bustedcarbon.com

Prüfer: Dipl. – Ing. V. CARL	**Kunde: Jostec**
Ort: Dinslaken	
Datum: 03.04.2020	
Firmenstempel:	

Anmerkung: Je nach Partei, werden oftmals die Ergebnisse der Prüfung angezweifelt. Daher an dieser Stelle direkt mein persönliches Statement: Jeder Werkstoff weist je nach mikroskopischer Vergrößerung Fehler auf, die nicht per Meßtechnik nachgewiesen werden können und im Vorfeld aus rein statistischen Messungen heraus bei der Bauteilentwicklung und Konstruktion daher als Sicherheitsfaktor berücksichtigt werden. Es ist nicht Aufgabe der Meßtechnik kleinste Fehler zu identifizieren, sondern gilt es, die größten nachweisbaren Fehler nicht zu übersehen. Ich prüfe und werte aus nach bestem Wissen und Gewissen. Alle hier dargestellten Bilder dienen zum Nachweis wo und wie geprüft wurde. Die Auswertung erfolgt nicht anhand dieser Bilder, sondern anhand der aufgenommenen Meßsequenzen. Es kommt daher vor, das Auswertebilder markante Auffälligkeiten zeigen, die aber nicht fehlerrelevant sind. Bei Unsicherheit empfehle ich regelmäßige Nachprüfungen.

Position 1

Schallbild	Phasenbild

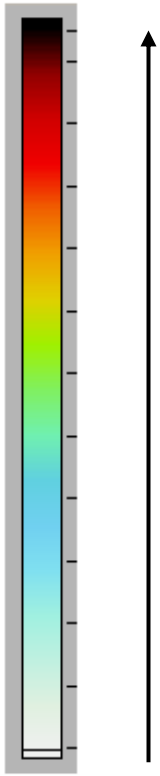


Bedeutung der Farbrampe bei:

Phasenbild: Homogenität des Werkstoffes, zunehmender Harzanteil Richtung weiss Poren Richtung rot/schwarz

Halogenbild: abnehmende Wanddicke in Pfeilrichtung

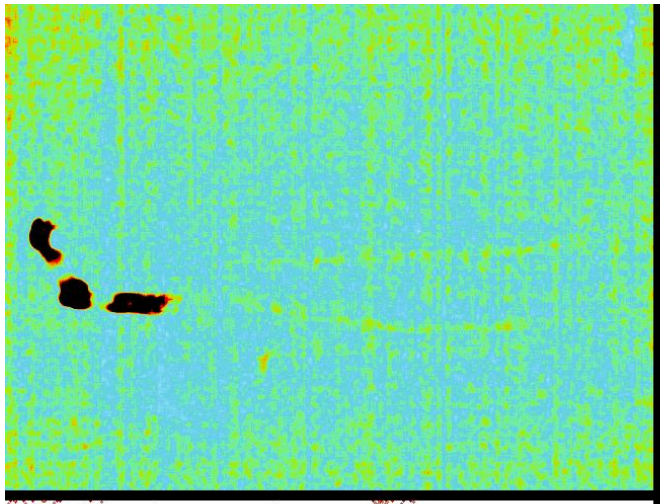
Schallbild: zunehmende Erwärmung in Pfeilrichtung aufgrund von Reibung durch Risse und Delaminationen

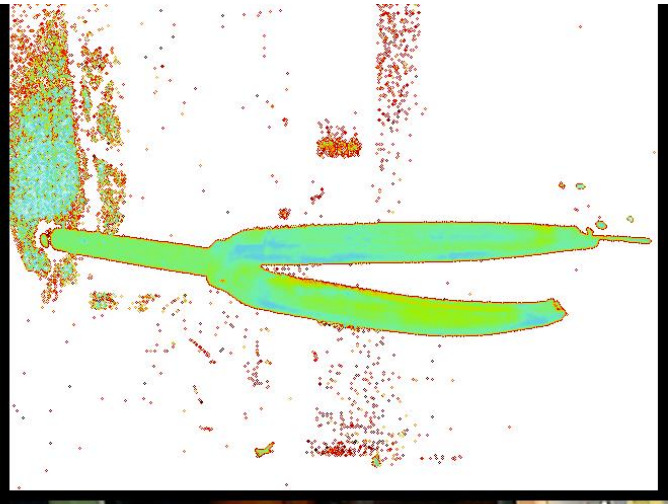


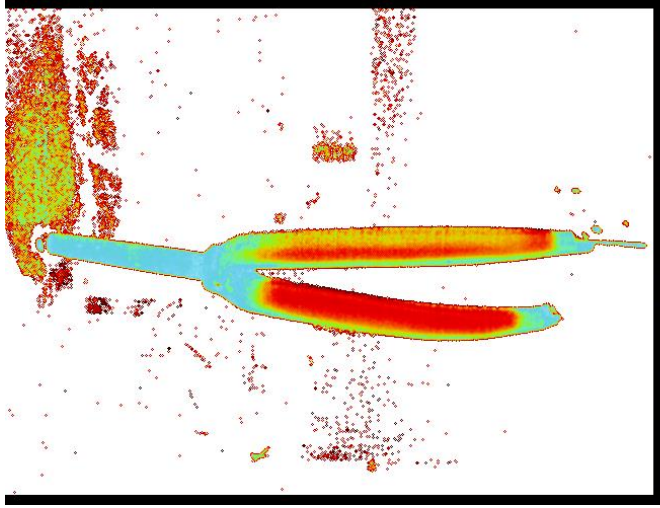
Halogenbild	Foto

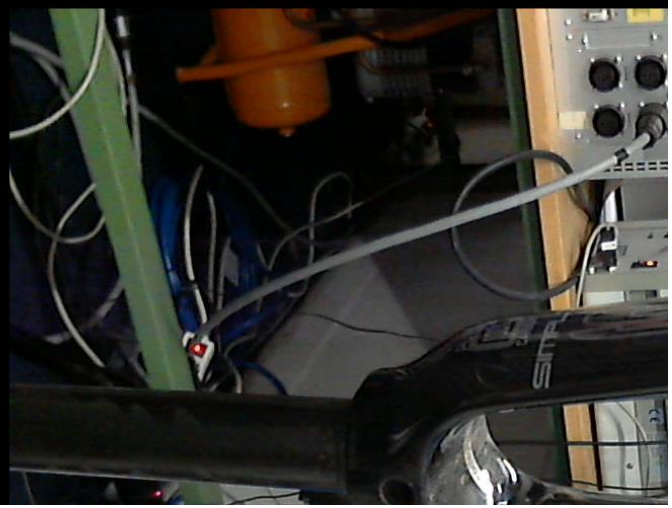
Position 2

Schallbild	Phasenbild







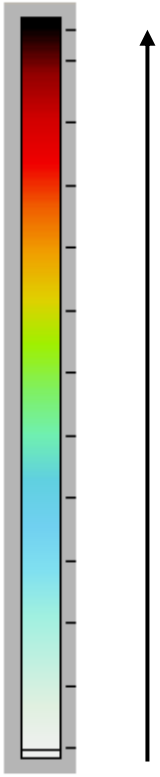


Bedeutung der Farbrampe bei:

Phasenbild: Homogenität des Werkstoffes, zunehmender Harzanteil Richtung weiss Poren Richtung rot/schwarz

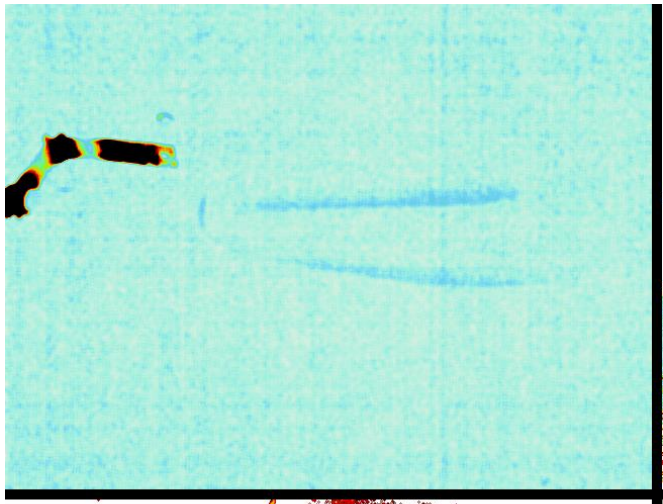
Halogenbild: abnehmende Wanddicke in Pfeilrichtung

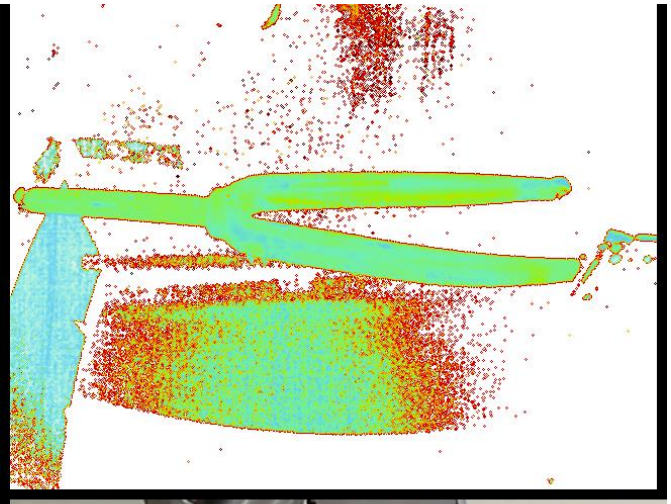
Schallbild: zunehmende Erwärmung in Pfeilrichtung aufgrund von Reibung durch Risse und Delaminationen

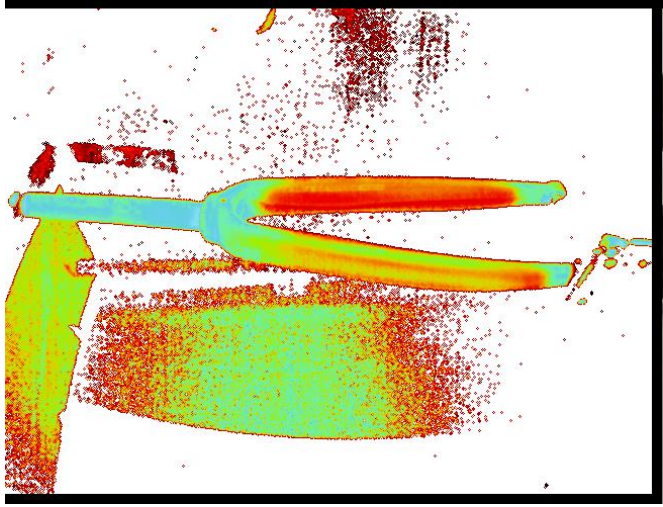


Halogenbild	Foto

Position 3	Schallbild	Phasenbild







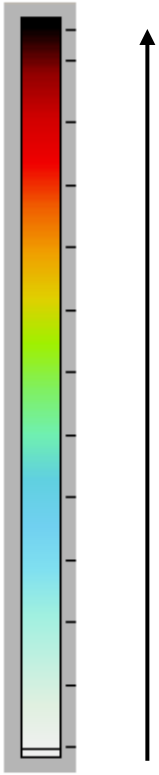


Bedeutung der Farbrampe bei:

Phasenbild: Homogenität des Werkstoffes, zunehmender Harzanteil Richtung weiss Poren Richtung rot/schwarz

Halogenbild: abnehmende Wanddicke in Pfeilrichtung

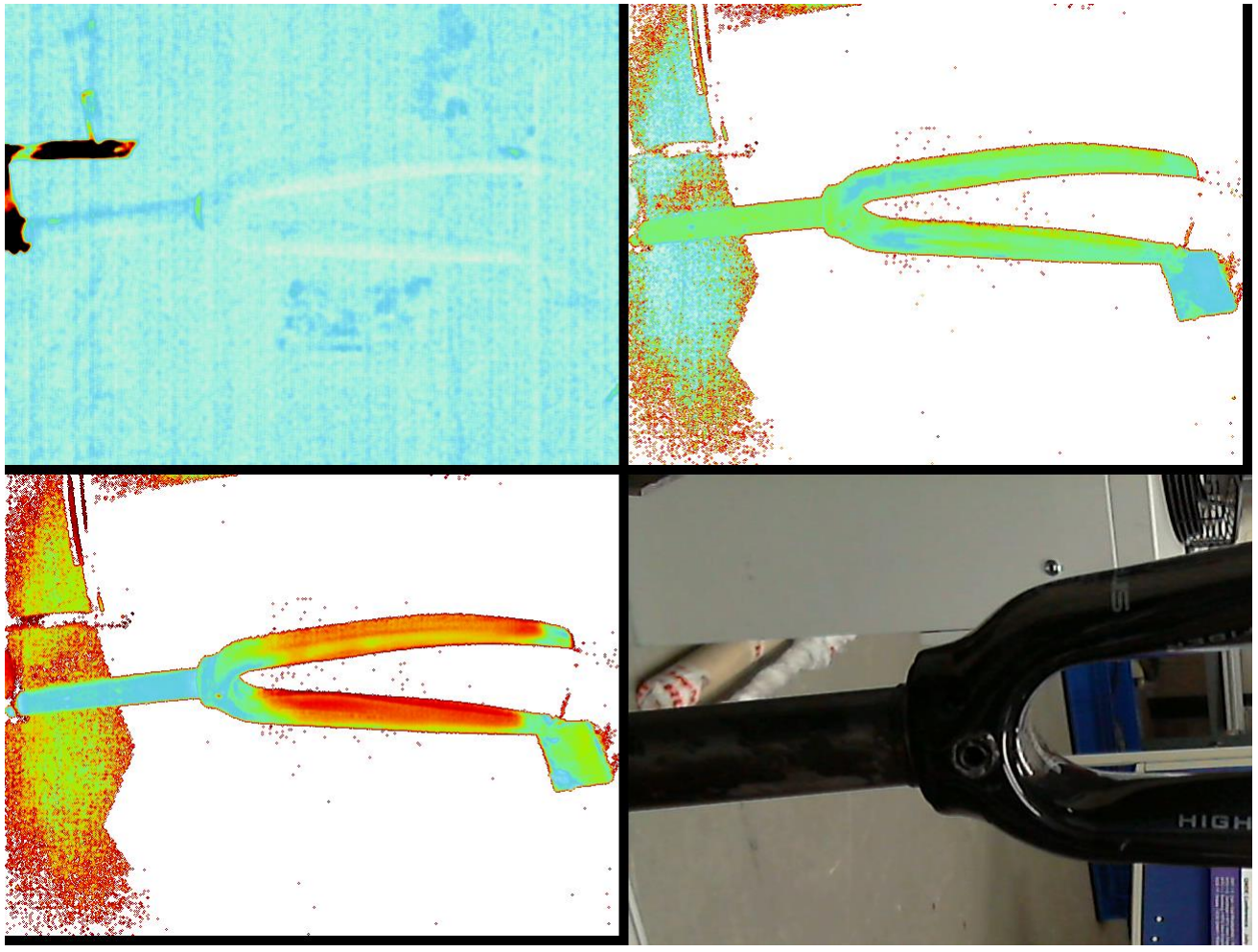
Schallbild: zunehmende Erwärmung in Pfeilrichtung aufgrund von Reibung durch Risse und Delaminationen



Halogenbild	Foto

Position 4

Schallbild	Phasenbild



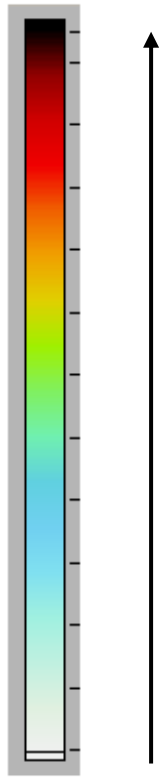
Halogenbild	Foto

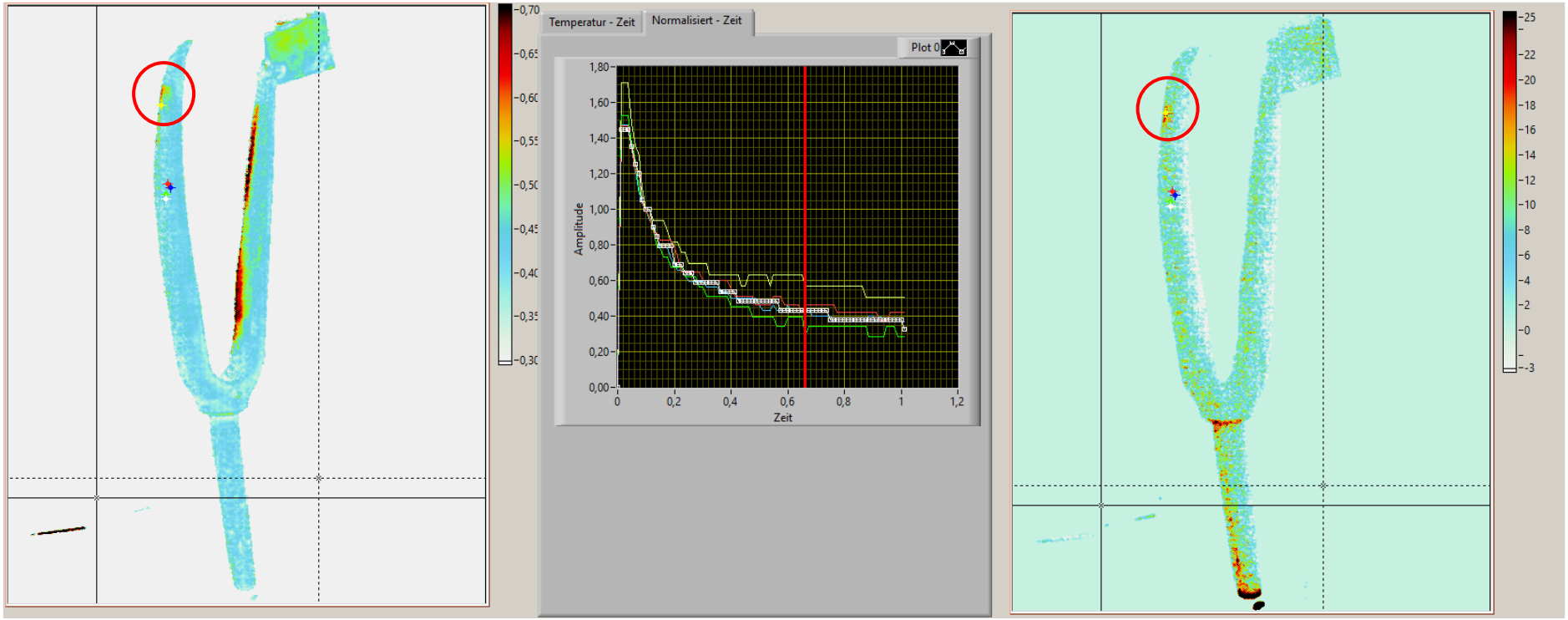
Bedeutung der Farbrampe bei:

Phasenbild: Homogenität des Werkstoffes, zunehmender Harzanteil Richtung weiss Poren Richtung rot/schwarz

Halogenbild: abnehmende Wanddicke in Pfeilrichtung

Schallbild: zunehmende Erwärmung in Pfeilrichtung aufgrund von Reibung durch Risse und Delaminationen





Am Bauteil befindet sich dort eine Markierung aus Isolierband