

# Erstarrungsverhalten und Schweißbeignung austenitischer Stähle beim Laser- und Hybridschweißen

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

AiF-Vorhaben Nr. 13498N

## Erstarrungsarten nichtrostender Stähle

### Primärerstarrung:

*austenitisch*

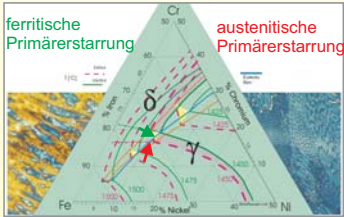
(mit kubisch-flächenzentrierter Gitterstruktur)

Chrom und Nickel seigern gleichsinnig in Richtung zunehmender Chrom- und Nickel-Gehalte

*ferritisch*

(mit kubisch-raumzentrierter Gitterstruktur)

Chrom und Nickel seigern gegensinnig in Richtung abnehmender Chrom-Gehalte

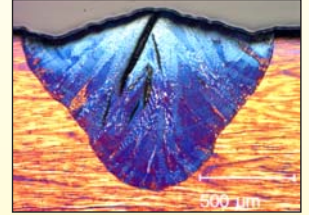


Bei eutektischer Erstarrung der Restschmelze entstehen gleichzeitig interdendritischer Ferrit und Austenit

Bei primär austenitischer Erstarrung besteht die Gefahr einer eingeschränkten Heißrissbeständigkeit aufgrund:

- der vergleichsweise großen Temperaturendeckungskoeffizienten
- der geringen Löslichkeit für Verunreinigungen
- der geringen Verformbarkeit bei hohen Temperaturen

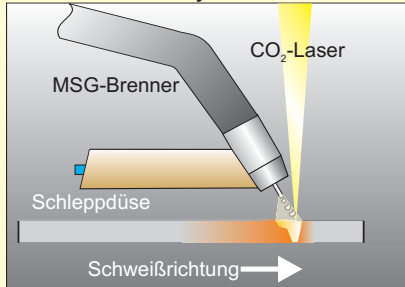
Große Erstarrungsgeschwindigkeiten, wie sie beim Laser- und Hybridschweißen vorliegen, können zu einer *kinetischen Unterkühlung* und einem Wechsel des Erstarrungsmodus von primär ferritisch zu primär austenitisch führen (s. rechtes Bild).



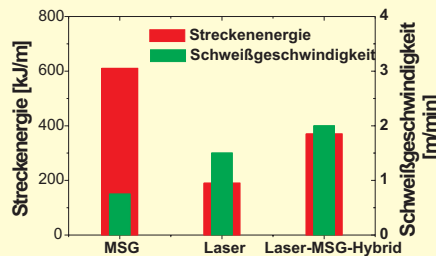
Heißrisse im Schweißgut einer metastabil austenitisch erstarrten Lasernaht am Werkstoff 1.4828

## Laser-, Laser-MSG-Hybrid- und MSG-Schweißnähte am Beispiel unterschiedlicher Chargen des Werkstoffes 1.4435

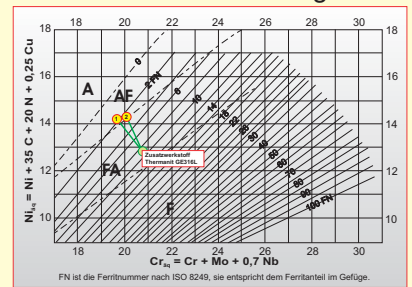
Schematische Darstellung des Laser-MSG-Hybrid-Prozesses



Schweißgeschwindigkeiten und Streckenergien im Vergleich (Blech 1, vgl. Schliffbilder, 6 mm Blechdicke)



Lage der Chargen im WRC-Diagramm und erwartete Erstarrungsmodi

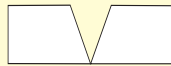
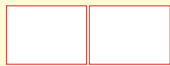


## Wechsel der Primärerstarrung von ferritisch nach austenitisch bei hohen Schweißgeschwindigkeiten beim Laser- und Hybridschweißen

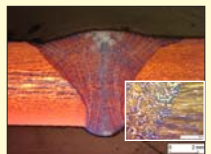
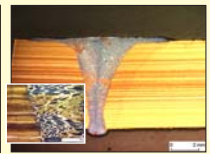
Lasernaht

Laser-MSG-Hybridnaht

MSG-Naht



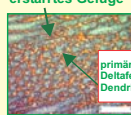
Nahtvorbereitung für das jeweilige Schweißverfahren



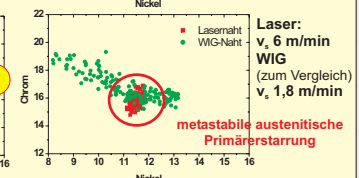
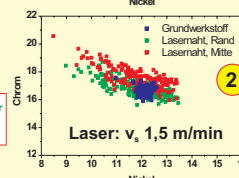
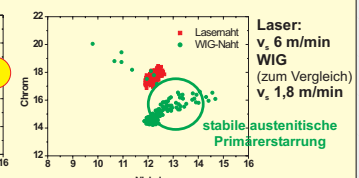
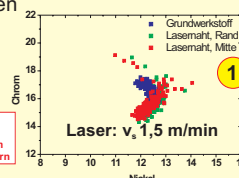
primär austenitisch erstarrtes Gefüge



primär ferritisch erstarrtes Gefüge



Punktanalysen von Chrom und Nickel durchgeführt an Flachschliffen der Schweißnähte mit der JOEL-Mikrosonde JXA-8900



**Blech 1** erstarrt beim Laserschweißen stabil austenitisch. Die Schweißgutgefüge der Hybrid- und MSG-Naht weisen beide Erstarrungsmodi zu unterschiedlichen Anteilen auf. Trotz des primär ferritisch erstarrenden Zusatzwerkstoffes ist die Hybridnaht zum größten Teil primär austenitisch erstarrt.

**Blech 2** erstarrt beim Laserschweißen in Abhängigkeit von der Schweißgeschwindigkeit ferritisch und zum Teil metastabil als Austenit. Der Wechsel des Erstarrungsmodus ist beim Hybridschweißen mit Zusatzwerkstoff trotz hoher Schweißgeschwindigkeiten nicht zu beobachten.

Bei nichtrostenden austenitischen Stählen, die aufgrund ihrer chem. Zusammensetzung nach dem WRC-Diagramm im Grenzgebiet von primär austenitisch zu primär ferritisch liegen, kann der Erstarrungsmodus - und damit eine mögliche Heißrissgefährdung - nicht unmittelbar abgelesen werden. Anhand des vorliegenden Beispiels wird ersichtlich, dass unterschiedliche Chargen des gleichen Werkstoffes sich in ihrem Erstarrungsverhalten deutlich voneinander unterscheiden können.