

Forschungsberichte des Lehrstuhls für Werkstofftechnik der
Universität Rostock

Band 6

Julia Osten

**Werkstoffstrukturen und Eigenschaften
beim laserunterstützten Clinchen von hochfesten
Stahl/Aluminium-Mischverbindungen**

Shaker Verlag
Aachen 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Kenntnisstand	3
2.1	Clinchen.....	3
2.1.1	Clinchen von Stahl/Aluminium-Mischverbindungen	7
2.1.2	Thermisch unterstütztes Clinchen.....	10
2.2	Höchstfeste Stahlblechwerkstoffe.....	13
2.2.1	Pressgehärtete Stähle.....	13
2.2.2	Komplexphasenstähle.....	14
2.2.3	Umwandlungs- und Ausscheidungsverhalten beim Erwärmen höchstfester Stähle	15
2.3	Hochfeste Aluminiumblechwerkstoffe.....	17
2.3.1	Ausscheidungsgehärtete AlMgSi-Legierungen	18
2.3.2	Auflösungs- und Ausscheidungsverhalten beim Erwärmen hoch- fester AlMgSi-Legierungen.....	19
2.4	In-situ Methoden zur Charakterisierung von Umwandlungs- und Ausscheidungsvorgängen	22
2.4.1	Kalorimetrie.....	22
2.4.2	Dilatometrie.....	24
2.4.3	Thermo-mechanische Analyse.....	26
3	Werkstoffe und Methoden	27
3.1	Werkstoffauswahl	27
3.1.1	Stahl 22MnB5	27
3.1.2	Stahl HDT780C.....	31
3.1.3	Stahl HCT960C.....	33
3.1.4	Aluminiumlegierung EN AW-6016.....	34
3.1.5	Aluminiumlegierung EN AW-6181.....	35

3.2	Charakterisierung der Werkstoffe und Fügeverbindungen.....	37
3.2.1	Probengeometrie und Probenfertigung	37
3.2.2	Kalorimetrie	41
3.2.3	Dilatometrie	46
3.2.4	Thermo-mechanische Analyse	49
3.2.5	Metallographische Untersuchungen	56
3.2.6	Härteprüfung	58
4	Gefüge- und Eigenschaftsveränderungen bei Kurzzeitwärmebehandlung	61
4.1	Stahl 22MnB5	61
4.1.1	Kalorimetrie	61
4.1.2	Dilatometrie	63
4.1.3	Metallographische Untersuchungen	66
4.1.4	Thermo-mechanische Analyse	69
4.1.5	Härte	71
4.2	Stahl HDT780C.....	73
4.2.1	Kalorimetrie	73
4.2.2	Dilatometrie	74
4.2.3	Metallographische Untersuchungen	74
4.2.4	Thermo-mechanische Analyse	75
4.2.5	Härte	77
4.3	Stahl HCT960C.....	78
4.3.1	Kalorimetrie	78
4.3.2	Dilatometrie	79
4.3.3	Metallographische Untersuchungen	80
4.3.4	Thermo-mechanische Analyse	80
4.3.5	Härte	82

4.4	Aluminiumlegierung EN AW-6016	83
4.4.1	Kalorimetrie	83
4.4.2	Thermo-mechanische Analyse	86
4.4.3	Härte	88
4.5	Aluminiumlegierung EN AW-6181	90
4.5.1	Kalorimetrie	90
4.5.2	Metallographische Untersuchungen	92
4.5.3	Thermo-mechanische Analyse	94
4.5.4	Härte	95
5	Laserunterstütztes Clinchen	97
5.1	Laserparameter und Werkzeuggeometrie	97
5.2	Clinchverbindung 22MnB5 und HCT960C	101
5.2.1	Metallographische Untersuchungen	102
5.2.2	Härte	104
5.2.3	Verbindungsfestigkeiten	105
5.3	Clinchverbindung HCT960C und EN AW-6016 T4	106
5.3.1	Metallographische Untersuchungen	107
5.3.2	Härte	109
5.3.3	Verbindungsfestigkeiten	110
6	Diskussion	113
6.1	Vergleich der Gefüge- und Eigenschaftsveränderungen mit Ergebnissen des laserunterstützten Clinchens	113
6.2	Mechanismen des laserunterstützten Clinchens	118
6.3	Technologische Weiterentwicklung des laserunterstützten Clinchens	125
7	Zusammenfassung	133
	Selbständigkeitserklärung	I
	Literaturverzeichnis	II

Anhang	IX
A. Abbildungsverzeichnis	IX
B. Tabellenverzeichnis	XIV
C. Verzeichnis der im Rahmen des Projektes betreuten studentischen Arbeiten	XIV
Danksagung	XV
Lebenslauf	XVII