

Forschungsberichte des Lehrstuhls für Werkstofftechnik der
Universität Rostock

Band 5

Martin Österreich

**Ionische Flüssigkeiten als Abschreckmedien
bei der Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe**

Shaker Verlag
Aachen 2017

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik	3
2.1	Wärmebehandlung metallischer Bauteile	3
2.1.1	Bedeutung des Abschreckens	3
2.1.2	Abschreckmethoden	4
2.1.3	Abschreckmedien	5
2.1.3.1	Verdampfende Abschreckmedien	7
2.1.3.2	Nicht verdampfende Abschreckmedien	8
2.1.4	Wärmeübergangsmechanismen	9
2.1.5	Methoden zur Untersuchung von Abschreckvorgängen	10
2.1.5.1	Messung der Bauteiltemperatur	11
2.1.5.2	Weitere Methoden	14
2.2	Ionische Flüssigkeiten	15
2.2.1	Definition und Eigenschaften	15
2.2.2	Anwendungsgebiete	17
3	Werkstoffe und Methoden	19
3.1	Werkstoffe	19
3.1.1	Aluminiumlegierung Al Si1MgMn (6082)	19
3.1.2	Aluminiumlegierung Al Zn8MgCu (7349)	20
3.1.2.1	Zylinder 7349	21
3.1.2.2	Strangpressprofil 7349	21
3.1.3	Aluminiumlegierung Al Cu6Mn (2219)	23
3.1.4	Stahl X5CrNi18-10	23
3.1.5	Stahl 42CrMo4	25
3.2	Abschreckflüssigkeiten	26
3.2.1	Ionische Flüssigkeiten	26
3.2.1.1	[EMIm][NTf ₂]	26
3.2.1.2	[EMIm][EtSO ₄]	27

3.2.2	Leitungswasser.....	28
3.2.3	Vergleich der physikalischen Eigenschaften der verwendeten Abschreckmedien.....	28
3.3	Abschreckversuche.....	28
3.3.1	Versuchsaufbau.....	28
3.3.2	Versuchsdurchführung.....	32
3.3.3	Temperaturmessung.....	33
3.3.4	Videoaufnahmen.....	34
3.3.4.1	Konventionelle Videoaufnahmen.....	34
3.3.4.2	Hochgeschwindigkeitsvideoaufnahmen.....	34
3.4	Ermittlung von Wärmeübergangskoeffizienten.....	38
3.5	Probencharakterisierung.....	39
3.5.1	Härteprüfung.....	39
3.5.2	Metallographische Untersuchung.....	40
3.5.3	Oberflächenanalyse.....	40
3.5.3.1	Rasterelektronenmikroskopie.....	40
3.5.3.2	Photoelektronenspektroskopie.....	41
3.5.4	Verzugsbestimmung.....	42
4	Ergebnisse an Aluminiumlegierungen.....	43
4.1	Abschreckwirkung.....	43
4.1.1	Einfluss Badtemperatur.....	45
4.1.2	Einfluss Wassergehalt.....	53
4.1.3	Einfluss Gasgehalt.....	61
4.2	Abgeschreckte Aluminiumlegierungen.....	66
4.2.1	Härte.....	66
4.2.2	Oberflächenveränderung.....	68
4.2.2.1	Oberflächenveränderung an AlSi1MgMn.....	70
4.2.2.2	Oberflächenveränderung an AlZn8MgCu.....	73
4.2.2.3	Oberflächenveränderung an AlCu6Mn.....	76

4.3	Verzug	79
5	Ergebnisse an Stählen	85
5.1	Abschreckwirkung	85
5.2	Abgeschreckte Stähle	92
5.2.1	Härte und Gefüge	92
5.2.2	Oberflächenveränderung	93
5.2.2.1	Oberflächenveränderung in [EMIm][NTf ₂]	94
5.2.2.2	Oberflächenveränderung in [EMIm][EtSO ₄]	100
6	Abschrecksimulation	105
6.1	Modellierung	105
6.2	Simulationsergebnisse	112
7	Diskussion	115
7.1	Abschreckwirkung	115
7.1.1	Abschreckgeschwindigkeit und Abschreckgleichmäßigkeit	115
7.1.1.1	Ermittlung der axialen Abschreckgleichmäßigkeit	116
7.1.1.2	Gegenüberstellung von Abschreckgeschwindigkeit und Abschreckgleichmäßigkeit	123
7.1.2	Badtemperatur	124
7.1.3	Wassergehalt	126
7.1.4	Gasgehalt	131
7.1.5	Wärmeübergangskoeffizient nach VDI-Wärmeatlas	132
7.2	Werkstoffstruktur und Eigenschaften	140
7.2.1	Härte Aluminium	140
7.2.2	Oberflächenveränderung Aluminium	141
7.2.3	Härte und Gefüge Stahl	143
7.2.4	Oberflächenveränderung Stahl	145
7.3	Verzug	147
7.5	Thermische Kurz-/ Langzeitstabilität/ Arbeitsschutz	157
8	Zusammenfassung	159

Selbständigkeitserklärung	I
Literaturverzeichnis	II
Anhang	VIII
A. Abkürzungsverzeichnis	VIII
B. Symbolverzeichnis	VIII
C. Abbildungsverzeichnis	X
D. Tabellenverzeichnis	XVII
E. Betreute studentische Arbeiten im Rahmen der Promotion	XVIII
Akademischer Lebenslauf	XIX