

„Martensitbildung und -evolution bei metastabilem austenitischen Stahl
in einem Wälzkontakt“

Von der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Ingenieurwissenschaften

genehmigte Dissertation

vorgelegt von **Master of Engineering**

Marco Werschler

aus Stühlingen

Berichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Bleck
Professor Dr.-Ing. Paul Gumpel

Tag der mündlichen Prüfung: 04. Juli 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Aufgabenstellung	3
3	Stand der Technik	4
3.1	Metastabiler austenitischer Stahl	4
3.2	Austenitstabilität und Einflussgrößen auf die Phasenumwandlung	11
3.3	Gleit- und Wälzbeanspruchung	19
3.4	Modellierung und Berechnung der Martensittransformation	21
3.5	Untersuchungsmethoden zur Detektion von Umformmartensit	22
3.6	Wälzkontakt und radiales Zweischiebentribometer	24
4	Methodisches Vorgehen	34
4.1	Definition des Wälzkontaktes des Zweischiebentribometers	34
4.2	Definition der Einflussgrößen	36
4.3	Versuchsplanung	41
4.4	Auswertung der Versuche	53
5	Versuchsergebnisse	61
5.1	Untersuchung der Versuchswerkstoffe	61
5.2	Versuchsauswertung der Grenzlastversuche	66
5.3	Versuchsauswertung der Sektionsversuche	68
5.4	Versuchsauswertung der Versuche ohne und mit minimaler Wälzbewegung	87
5.5	Werkstoffverfestigung	88
5.6	Auswertung der Oberflächenrauheit	95
5.7	Betrachtung der Spannungszustände	97

6	Diskussion der Ergebnisse	104
6.1	Martensitmorphologie und -detektion	104
6.2	Spannungszustand und Dehnungsakkumulation	107
6.3	Gefüge- und Legierungseinfluss auf die Martensitbildung	121
6.4	Kritische Betrachtung der Ergebnisse	123
6.5	Nutzung der Ergebnisse	124
7	Zusammenfassung und Ausblick	126
A	Anhang	141
A.1	Übersicht Grenz- und Tangentiallastversuch	141
A.2	Übersicht Sektionsversuch	142
A.3	Übersicht Versuch ohne und mit minimaler Wälzbewegung	143
A.4	Übersicht Auswertecenter	144
A.5	Messdaten Sektionsversuche, Teil 1	145
A.6	Messdaten Sektionsversuche, Teil 2	146
A.7	Gefügeauswertung Sektionsversuche, Teil 1	147
A.8	Gefügeauswertung Sektionsversuche, Teil 2	148
A.9	Gefügeauswertung Grenzlastversuche	149
A.10	MAS-PK	150
A.11	HM-PK	151
A.12	Wärmebehandlungsprotokoll: Lösungsglühen unter Schutzgas	155
A.13	Wärmebehandlungsprotokoll: Lösungsglühen im Vakuum	156
A.14	Herstellung Querschleif	157