

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Hintergrund und Motivation	2
2	Grundlagen und Forschungszielsetzung	5
2.1	Klebstofftechnologie	5
2.1.1	Klassifikation	5
2.1.2	Prinzipien der Adhäsion	7
2.2	Oberflächencharakteristik	9
2.2.1	Rauheitsparameter	9
2.2.2	Fraktale	16
2.3	Forschungsdiskurs und Hypothesenentwicklung	17
2.3.1	Fraktale Dimension vs. Strahl- und Rauheitsparameter	18
2.3.2	Fraktale Dimension vs. Oberflächenanalysemethoden	22
2.3.3	Fraktale Dimension vs. Haftfestigkeit	28
2.4	Aufbau und Lösungskonzepte	33
3	Methodik	35
3.1	Probenpräparation	35
3.1.1	Substrateigenschaften	35
3.1.2	Klebstoffeigenschaften	35
3.1.3	Folieneigenschaften	36
3.1.4	Oberflächenvorbereitung	36
3.1.5	Folienapplikation	37
3.2	Oberflächenanalysemethoden	37
3.2.1	Taktile Oberflächenprofilometrie	37
3.2.2	Optische Metallographie	39
3.2.3	Optische Projektionsprofilometrie	40
3.2.4	Rasterelektronenmikroskopie	42
3.3	Berechnung - Fraktale Dimension	43
3.3.1	Box-counting Methode	43
3.3.2	Kurvenglättung - Bézier-Interpolation	45
3.4	Haftfestigkeitsbestimmung (Abreißversuch)	46
3.5	Statistik	47
3.5.1	Vollfaktorieller Versuchsplan	48
3.5.2	Datenerfassung und Datenqualität	48
3.5.3	Varianzanalyse (ANOVA)	50
3.5.4	Kovariate	53
3.5.5	Spearman's Rangkorrelationsanalyse	53
3.5.6	Zweistichproben-t-Test	53
4	Ergebnisse und Diskussion	55
4.1	Hypothese 1-1 - Strahlparameteranalyse	55
4.1.1	Taktile Oberflächenprofilometrie - Fraktale Dimension	55
4.1.2	Taktile Oberflächenprofilometrie - ANOVA	56

4.1.3	Taktile Oberflächenprofilometrie - Schlussfolgerungen	58
4.1.4	Optische Projektionsprofilometrie - Fraktale Dimension	59
4.1.5	Optische Projektionsprofilometrie - ANOVA	61
4.1.6	Optische Projektionsprofilometrie - Schlussfolgerungen	64
4.1.7	Optische Metallographie - Fraktale Dimension	65
4.1.8	Optische Metallographie - ANOVA	67
4.1.9	Optische Metallographie - Schlussfolgerungen	68
4.1.10	Rasterelektronenmikroskop - Fraktale Dimension	69
4.1.11	Rasterelektronenmikroskop - ANOVA	73
4.1.12	Rasterelektronenmikroskop - Schlussfolgerungen	74
4.1.13	Überprüfung der Hypothese	75
4.2	Hypothese 2 - Methodenvergleich	75
4.2.1	Varianzanalyse (ANOVA)	75
4.2.2	Profileinfluss (PE)	79
4.2.3	Wiederholgenauigkeit	82
4.2.4	Schlussfolgerungen	84
4.2.5	Überprüfung der Hypothese	85
4.3	Hypothese 1-2 - Rauheitsparameteranalyse	86
4.3.1	Korrelationsuntersuchung	86
4.3.2	Richtungsabhängigkeit	91
4.3.3	Schlussfolgerungen	96
4.3.4	Überprüfung der Hypothese	97
4.4	Hypothese 3 - Haftfestigkeit	97
4.4.1	Varianzanalyse (ANOVA)	97
4.4.2	Einführung der Kovariate	100
4.4.3	Korrelationsuntersuchung	101
4.4.4	Schlussfolgerungen	104
4.4.5	Überprüfung der Hypothese	105
5	Fazit und Ausblick	107
Anhang		117
A.1	H1 – Strahlparameteranalyse	117
A.1.1	WW – Maximale Fraktaldimension – Messrichtung vs. Rautiefe	117
A.1.2	WW - Optimale Fraktaldimension - Messrichtung vs. Rautiefe	118
A.2	H1 - Rautiefenanalyse	119
A.2.1	Rautiefenparameter	119
A.2.2	Kompletter Messwertsatz für alle Rautiefenparameter und Faktorlevel . .	120
A.2.3	Korrelation - Rauheitsparameter vs. durchschnittliche fraktale Dimension	121
A.2.4	Rp - Mittlere Profilspitzenhöhe	122
A.2.5	Rv - Mittlere Profiltriefentiefe	122
A.2.6	Rmq - Materialanteil am Plateau-Riefen-Schnittpunkt	123
A.2.7	Mr2 - Materialanteil an der Riefentrennlinie	123
A.2.8	Rsk - Schiefe des Profils	124
A.2.9	Rku - Steilheit des Profils	124
A.2.10	Rdq - Quadratischer Mittelwert der lokalen Profilsteigung	125
A.2.11	Mr1 - Materialanteil an der Spitzentrennlinie	125
A.3	H3 - Haftfestigkeit	126
A.3.1	Korrelation zwischen Profilparametern und der Haftfestigkeit	126
A.4	Datenblätter	127
A.4.1	Materialzeugnis - S355	127
A.5	Lebenslauf	128