

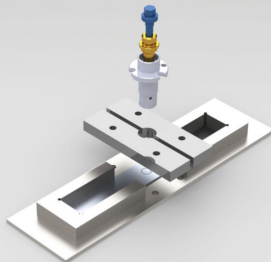


Wiebke Sophie Junior (Autor)

Reibpunktschweißen/ -fügen von thermoplastischem Polymer und Aluminium mit Nanokompositen basierend auf oberflächenfunktionalisierten Nanopartikeln für Leichtbauanwendungen

Wiebke Sophie Junior

Reibpunktschweißen/ -fügen von thermoplastischem Polymer und Aluminium mit Nanokompositen basierend auf oberflächenfunktionalisierten Nanopartikeln für Leichtbauanwendungen



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7118>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation.....	1
1.2	Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	4
1.3	Aufbau der Arbeit	5
2	Grundlagen und Stand der Technik	7
2.1	Polymere Nanokomposite	7
2.2	Nanopartikel.....	9
2.2.1	Silica (SiO ₂) Nanopartikel.....	11
2.2.1.1	Struktur	11
2.2.1.2	Herstellung.....	12
2.2.1.3	Eigenschaften	13
2.2.2	Kohlenstoff-Nanoröhrchen (Carbon Nanotubes, CNT)	13
2.2.2.1	Struktur	14
2.2.2.2	Herstellung.....	15
2.2.2.3	Eigenschaften	18
2.3	Funktionalisierung von Nanopartikeln.....	19
2.3.1	Kovalente Funktionalisierung von Nanopartikeln	20
2.3.1.1	“Grafting-to“-Funktionalisierung.....	20
2.3.1.2	“Grafting-from“-Funktionalisierung mittels ATRP	21
2.3.2	Nicht-kovalente Funktionalisierung von Nanopartikeln.....	24
2.4	Fügetechnologien von Kunststoffen	25
2.4.1	Reibpunktschweißen (Friction Spot Welding).....	27
2.4.1.1	Reibpunktschweißwerkzeug und Probenhalter	28
2.4.1.2	Reibpunktschweißen im Sleeve-Plunge-Verfahren.....	30
2.4.1.3	Querschnitt eines Reibschweißpunkts	32
2.4.1.4	Versagensarten während des Scherzugversuchs.....	34
2.4.2	Reibpunktfügen (Friction Spot Joining).....	35
2.4.2.1	Reibpunktfügewerkzeug und Probenhalter.....	36
2.4.2.2	Reibpunktfügen im „Sleeve-Plunge“-Verfahren	37
2.4.2.3	Querschnitt eines Reibfügepunkts.....	38
2.4.2.4	Versagensarten während des Scherzugversuchs.....	40
3	Experimenteller Teil	43
3.1	PMMA/SiO ₂ -Nanokomposite	43



3.1.1	Materialien	43
3.1.2	Funktionalisierung der SiO ₂ -Nanopartikel.....	45
3.1.2.1	Silanisierung der SiO ₂ -Oberfläche	46
3.1.2.2	Anbringen des ATRP-Initiators.....	46
3.1.2.3	“Grafting from“ PMMA via ATRP	47
3.1.3	Herstellung und Verarbeitung der PMMA/ SiO ₂ - Nanokomposite	47
3.1.3.1	Lösungsmischen	48
3.1.3.2	Extrudieren der Nanokomposite	49
3.1.3.3	Spritzgießen der Prüfkörper	50
3.1.3.4	Heißpressen der Prüfkörper	51
3.2	PC/ MWCNT Nanokomposite	52
3.2.1	Materialien	52
3.2.2	Funktionalisierung der MWCNT.....	54
3.2.2.1	Synthese von Pyren-POSS.....	55
3.2.2.2	Funktionalisierung der MWCNT mit Pyren-POSS	56
3.2.3	Herstellung und Verarbeitung der PC/ MWCNT Nanokomposite	56
3.2.3.1	Lösungsmischen	56
3.2.3.2	Extrudieren.....	57
3.2.3.3	Heißpressen von Prüfkörpern.....	57
3.3	Fügemethoden.....	58
3.3.1	Reibpunktschweißen der PMMA 6N/SiO ₂ -Nanokomposite mit PMMA GS.....	58
3.3.2	Reibpunktfügen der PC/MWCNT Nanokomposite mit AA6082 .	59
3.3.2.1	Vorbehandlung der Oberfläche von AA6082.....	59
3.3.2.2	Reibpunktfügen	60
3.4	Charakterisierungsmethoden	61
3.4.1	Charakterisierung der funktionalisierten Nanopartikel	61
3.4.1.1	Gelpermeationschromatographie (GPC)	61
3.4.1.2	Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FT-IR).....	61
3.4.1.3	Thermogravimetrische Analyse (TGA).....	62
3.4.2	Charakterisierung der Nanokomposite	62
3.4.2.1	Transmissionselektronenmikroskopie (TEM).....	62
3.4.2.2	Rheologische Untersuchungen.....	63
3.4.2.3	Zugversuch.....	63
3.4.2.4	Wärmeleitfähigkeitsmessung	64
3.4.2.5	Ermittlung des elektrischen Widerstands mittels Vierpunktmethode	65
3.4.3	Charakterisierung der Schweiß- / Fügepunkte.....	66



3.4.3.1	Herstellung der plastographischen Schliffe für mikroskopische Untersuchungen	66
3.4.3.2	Lichtmikroskopie.....	67
3.4.3.3	Lasermikroskopie	68
3.4.3.4	Raman Spektroskopie	68
3.4.3.5	Scherzugversuch.....	69
4	Ergebnisse der PMMA 6N/SiO₂-Nanokomposite	71
4.1	Polymermodifikation der SiO₂-Nanopartikel mit PMMA via ATRP	71
4.1.1	Untersuchung der gepfropften PMMA-Ketten	71
4.1.2	Untersuchung der Masse und Zersetzungstemperatur der gepfropften PMMA-Ketten.....	73
4.1.3	Untersuchung der Molmasse der gepfropften PMMA-Ketten.....	75
4.2	Charakterisierung der hergestellten PMMA/ SiO₂-Nanokomposite	76
4.2.1	Morphologische Untersuchung der Nanokomposite mittels TEM	76
4.2.2	Rheologische Untersuchung der PMMA 6N/SiO ₂ -Nanokomposite	78
4.2.3	Untersuchung der mechanischen Eigenschaften der PMMA 6N/SiO ₂ - Nanokomposite mittels Zugversuch	81
4.3	Reibpunktschweißen der PMMA 6N/SiO₂-Nanokomposite mit PMMA GS.....	84
4.3.1	Untersuchung des Einflusses der Rotationsgeschwindigkeit auf einen Schweißpunkt aus PMMA GS mit PMMA 6N/SiO ₂ -Nanokomposit	84
4.3.2	Untersuchung des Einflusses von SiO ₂ -Nanopartikeln und deren Funktionalisierung auf die Mikrostruktur und den Materialfluss innerhalb des Schweißpunkts	91
4.3.2.1	Untersuchung der Mikrostruktur mittels Lichtmikroskopie.....	91
4.3.2.2	Untersuchung von Materialfluss und –vermischung mittels Raman-Spektroskopie.....	96
4.3.3	Untersuchung des Einflusses von SiO ₂ -Nanopartikeln und deren Funktionalisierung auf die mechanischen Eigenschaften des Schweißpunkts.....	102
4.4	Zusammenfassung	105
4.5	Anwendungspotential.....	108
5	Ergebnisse der PC/MWCNT-Nanokomposite.....	109
5.1	Charakterisierung der funktionalisierten MWCNT	109



5.1.1	Untersuchung der erfolgreichen Synthese von Pyren-POSS mittels ATR-FT-IR	109
5.1.2	Untersuchung der erfolgreichen Funktionalisierung der MWCNT mit Pyren-POSS mittels FT-IR.....	111
5.1.3	Untersuchung der Masse und der Zersetzungstemperatur der Pyren-POSS-Funktionalisierung mittels TGA	112
5.2	Charakterisierung der hergestellten PC/MWCNT Nanokomposite	113
5.2.1	Morphologische Untersuchung der PC/MWCNT-Nanokomposite mittels TEM.....	113
5.2.2	Rheologische Untersuchung der PC/MWCNT Nanokomposite.	115
5.2.3	Untersuchung der Wärmeleitfähigkeit der PC/MWCNT Nanokomposite	117
5.2.4	Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit der PC/MWCNT Nanokomposite	118
5.2.5	Untersuchung der mechanischen Eigenschaften der PC/MWCNT- Nanokomposite mittels Zugversuch.....	120
5.3	Reibpunktfügen der PC/MWCNT Nanokomposite mit AA6082	122
5.3.1	Einfluss verschiedener Fügeparameter und der MWCNT auf die Mikrostruktur des Fügepunkts.....	123
5.3.2	Einfluss des Füllstoffgehalts und der Funktionalisierung von MWCNT auf die Mikrostruktur des Fügepunkts	130
5.3.3	Einfluss des Füllstoffgehalts und der Funktionalisierung von MWCNT auf die mechanischen Eigenschaften des Fügepunkts	134
5.3.4	Untersuchung des elektrischen Widerstands durch den Fügepunkt	139
5.4	Zusammenfassung	142
5.5	Anwendungspotential.....	146
6	Zusammenfassung und Ausblick	149
6.1	Zusammenfassung	149
6.2	Ausblick	152
7	Summary	153
8	Literaturverzeichnis	157
9	Anhang	165
9.1	Sicherheitshinweise der verwendeten chemischen Substanzen	165