Verbindungstechnologien von feuerfesten Textilien

Student

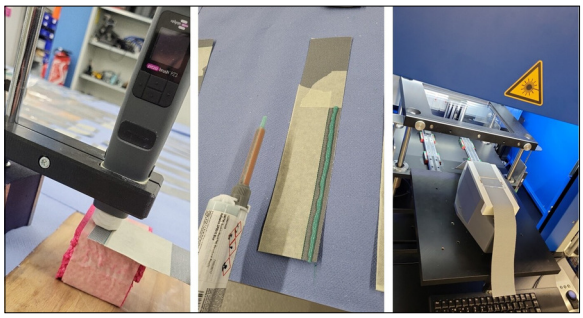
Moris Bruhin

Ziel der Arbeit: Das Ziel liegt primär in der Erprobung verschiedener Verbindungstechnologien in Anwendung auf feuerfesten Textilien, welche im Markisenbau eingesetzt werden. Vorgängig werden dafür die nötigen Recherchen und eine Materialanalyse erstellt. Die Verbindungen, welche im Idealfall entstehen, werden auf ihre Festigkeit geprüft. Falls eine mögliche Reproduzierbarkeit festgestellt wird, können Konzepte der weiteren Fertigung und Automatisierungsmöglichkeiten erstellt werden.

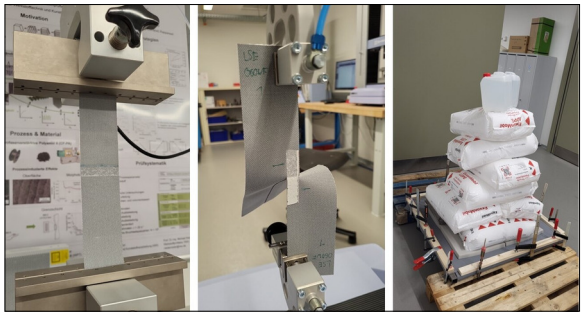
Vorgehen / Technologien: Eine fundierte Recherche wurde durchgeführt, um anschliessend mit geeigneten Verfahren Versuche im Labor zu tätigen, die Prüfstreifen miteinander zu verbinden. Um die Eigenschaften der Beschichtung zu analysieren, wird eine FTIR Spektroskopie durchgeführt und die Benetzbarkeit der Oberfläche geprüft. Die mit Ultraschall-, Heissluft-, Laser- und Heizbalken-Schweissverfahren sowie mit 2K-, Hotmelt- und Sofortklebstoff und Klebebändern verbundenen Prüfstreifen werden mittels Zug- und Peelprüfungen auf ihre Festigkeit geprüft, wobei eine Zugscherfestigkeit über 1 N/mm² und Peelfestigkeit über 0.5 N/mm, jeweils mit einer Variation unter 20%, erwartet wird. Als Versuch wird eine Verbindung an einem 1x1m aufgespannten Textil durch ein zusätzliches Verfahren geprüft, indem es mit Gewichten belastet wird, um vereinfacht eine realistische Windlast zu simulieren. Dabei wird die Last welche auf das Textil wirkt möglichst mittig aufgebracht und über Schaumstoffmatten schonend verteilt. Falls nach der Belastungsdauer von 2 Minuten keine Beschädigungen der Verbindung ersichtlich ist wird das Gewicht um jeweils 25kg erhöht bis die Windwiderstandsklasse 5 mit 300kg erreicht wird, wobei dann eine die Klasse für den Markisenbau übertroffen ist.

Ergebnis: Die Materialanalyse zeigt auf, dass es sich bei der Beschichtung um Polyvinylidenfluorid (PVDF) handelt. Dieser Thermoplast erwies sich als sehr gut schweissgeeignet. Umso schwerer liess sich dieser aufgrund der geringen Oberflächenenergie verkleben. Um diese Energie zu erhöhen wird vor dem Verkleben eine Oberflächenaktivierung mit einem Plasma-Handgerät und geeigneten Primer vorgenommen. Dadurch liessen sich sogar bessere Festigkeitswerte als bei den Schweissverfahren erreichen. Dies wird damit begründet, dass die Beschichtung sich bei hoher Belastung vom Glasfasergewebe löst und mit dem Einsatz einer Klebstoffschicht die Last besser verteilt wird, und sich somit das Lösen der Beschichtung verzögert. Die getestete Plasma-Oberflächenaktivierung verbessert die Festigkeitswerte um bis zu 150%. Die meisten Verfahren übertreffen die Anforderungen der Festigkeit, teilweise sogar um ein vielfaches, wie bei der Abbildung Verfahrensübersicht ersichtlich. Die Variation der Ergebnisse befindet sich in einem akzeptablen Rahmen, könnte aber noch durch Automatisation der Verbindungsverfahren verbessert werden. Beim Windtest konnte mit einer PUR-Hotmelt Anwendung die Windwiderstandsklasse 5 ohne Beschädigung der Verbindung erreicht und somit die vorgegebenen Anforderungen für den Einsatz im Markisenbau erfüllt werden.

v.l.n.r Anwendung Plasma-Handgerät, 2K-Klebstoff Auftrag und Aufbau Laserschweissen
Eigene Darstellung

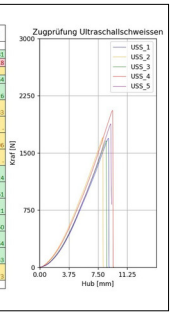


Durchgeführte Prüfverfahren v.l.n.r Zugprüfung, Peelprüfung und Windtest
Eigene Darstellung



Verfahrensübersicht der Prüfergebnisse mit Messwerten von der Zugprüfung der Ultraschall-Schweissverbindung
Eigene Darstellung

Verfahrensübersicht	Zugscherfestigkeit [N/mm²]						Schälfestigkeit / -haftung [N/mm]						Variation [%]	
	>1	>1.5	>2	>2.5	>3	>3.5	>4	>0.5	>0.65	>0.80	>0.95	>1.10	>1.25	>1.4	>1.55	Zug	Peel
Ultraschallschweissen					3.00				0.72							9.35	12.81
Heissluftschweissen	1.62							0.45								62.80	34.18
Laserschweissen			2.11													21.81	
Heizbalkenschweissen			2.25						0.73							31.80	14.64
Sofortklebstoff 406/Primer 770						3.73					0.99					10.96	9.26
2K-Klebstoff DP8010 Scotch-Weld ohne Oberflächenaktivierung	0.75							0.20								58.81	23.83
2K-Klebstoff DP8010 Scotch-Weld mit Plasma	1.03															30.28	
2K-Klebstoff HY 4090 ohne Oberflächenaktivierung		1.68						0.13								5.17	20.06
2K-Klebstoff HY 4090 mit Plasma Oberflächenaktivierung						4.12										8.29	
PUR Hotmelt SikaMelt®-601 UV ohne Oberflächenaktivierung				2.82							1.02					11.21	13.24
PUR Hotmelt SikaMelt®-601 UV mit Plasma					3.27									1.46		4.21	17.61
Doppelseitiges Klebeband mit PET-Träger GPT-020F	0.98								0.74							7.81	4.21
Doppelseitiger Klebstoff-Film ATG 926	0.72								0.66							7.26	5.60
Doppelseitiges Hochleistungs-Klebeband VHB LSE 06DWF	0.9													1.68		3.43	2.64
Doppelseitiges Hochleistungs-Klebeband 5192 L LSE	0.75								0.73							8.07	11.33
Heizbalkenschweissen mit Schmelzklebefolie 4460					3.13						1.12					6.69	22.73
Zusätzliche PVDF Membrane																	



Referent
Prof. Dr. Pierre Jousset

Themengebiet
Kunststofftechnik

Projektpartner
Stobag AG, Muri, AG