Neue Produkte bei der Textilkaschierung durch optimierte Haftvermittlung zwischen hydrophoben und hydrophilen Oberflächen (AiF 15178 N)

Autoren Dr. Bernd Clauß
Dipl.-Chem. Christina Bauder
Dipl.-Ing. Gerhard Kurz

Erschienen 29.07.2010

1 Einleitung

Das Verkleben von polymeren Werkstoffen mittels Klebstoffen ist ein sehr komplexer Vorgang, da viele Einflussfaktoren von Bedeutung sind. Eine besondere Herausforderung stellt das Verbinden von hydrophilen mit hydrophoben Polymeroberflächen durch Klebstoffe dar. Speziell bei der Herstellung von Wetterschutzbekleidung und im Bereich technischer Textilien spielen solche Kaschierverfahren eine wichtige Rolle [1-7]. Zur Herstellung solcher Laminate müssen Fügeteile mit sehr unterschiedlichen Oberflächeneigenschaften mit einem Klebstoff verbunden werden. Daher muss der Klebstoff sowohl hydrophile, als auch hydrophobe Wechselwirkungen eingehen können.

Dieses vielschichtige Problem kann nicht mit den Ergebnissen aus einzelnen Messungen beschrieben werden, sondern verlangt eine Vielzahl an Messmethoden, welche die Aspekte der Adhäsion beschreiben.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Sekretariat: Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Zielsetzung eines Forschungsprojektes war es, durch systematische Untersuchungen festzustellen, wie mit modernen Kaschierverfahren eine optimale Haftung und Permanenz bei der Kaschierung von hydrophilen Membranen auf hydrophobe bzw. hydroprobierte Textilien im Hinblick auf Funktion, Wirtschaftlichkeit und technische Umsetzbarkeit am besten erreicht werden kann, und welche Mechanismen eine Rolle spielen [8-18]. Als primäre Forschungsergebnisse sollen Daten erhalten werden, die aufzeigen, mit welcher Gewichtung verschiedene Einflussfaktoren zur Haftung und den Gesamteigenschaften des Laminats beitragen.

Bei den Versuchen wurden neben Hotmelt-Klebern als Vergleichsmaterialien auch elektronenstrahlhärtbare Kleber. Im Projekt sollte gezeigt werden, mit welcher Technologie und vor allem mit welchen Klebstoffen eine wechselseitige Haftung zu hydrophilen und hydrophoben Oberflächen in optimaler Weise erhalten werden kann.

2 Eingesetzte Materialien

Als Modellsystem für eine hydrophile Membran wurde eine wasserdichte und wasserdampfdurchlässige Copolyestermebran (Sympatex®) verwendet und als Textil ein mit Fluorcarbonharz ausgerüstetes Polyestergewebe. Als Hotmelt-Klebstofftypen wurden nichtreaktive und reaktive Polyurethane (PU), Copolyester (CoPES), Copolyamide (CoPA) und Ethylenvinylacetat-Copolymere (EVA) eingesetzt. Als elektronenstrahlhärtbarer Klebstoff wurde ein Gemisch aus zwei Polyurethanactrylaten eingesetzt.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Tabelle 1: Eingesetzte Kaschierklebstoffe

Produktklasse	Markennamen	Eigenschaften / Aufmachung	Hersteller
Polyurethan	Jowatherm 213.20	Pulver und Block	Jowat AG
Polyurethan	Jowatherm 212.00	Pulver und Block	Jowat AG
Polyurethan	Jowatherm-Reaktant 639.00	Block; feuchtigkeitsvernetzend	Jowat AG
Polyurethan	Jowatherm-Reaktant 12632.00	Block; feuchtigkeitsvernetzend	Jowat AG
Ethylenvinylacetat	Jowatherm 11 214.40	Pulver	Jowat AG
Ethylenvinylacetat	Jowatherm 12 214.40	Pulver	Jowat AG
Copolyamid	Griltex 1500A	Pulver	EMS-Chemie AG
Copolyamid	Griltex 1976A	Pulver	EMS-Chemie AG
Copolyester	Griltex 2132E	Pulver	EMS-Chemie AG
Copolyester	Griltex 2200E	Pulver	EMS-Chemie AG
Polyurethanacrylat	Ebecryl 2001	Viskose Flüssigkeit; bifunktionell, aliphatisch; strahlenhärtbar	Cytec Industries Inc., New Jersey, USA
Polyurethanacrylat	Ebecryl CL1039	Viskose Flüssigkeit; monofunktionell, aliphatisch; strahlenhärtbar	Cytec Industries Inc., New Jersey, USA

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

3 Grundlagenuntersuchungen an flächig aufgetragenen nichtreaktiven Hotmelts

In grundlegenden Untersuchungen wurden zunächst die verfahrenstechnischen Einflüsse bei der Herstellung der Laminate konstant gehalten und nur materialspezifische Parameter variiert. Hierzu wurden die eingesetzten Schmelzklebstoffe mittels rheologischen Messungen und alle Materialien durch Messungen zur Bestimmung der Hydrophilie charakterisiert. Außerdem wurden die kritischen Oberflächenenergien für alle Substrate ermittelt und die Benetzbarkeit der Polymeroberflächen der Fügeteile mit den Schmelzklebstoffen bestimmt. Zur Charakterisierung der Adhäsion der Laminate wurden Schäladhäsionsmessungen und lichtmikroskopischen Untersuchungen durchgeführt.

3.1 Probenherstellung

Diese Grundlagenuntersuchungen wurden bewusst mit flächig aufgetragenen, relativ dicken Klebstoffschichten durchgeführt, um definierte Grenzflächen zur Untersuchung der reinen Adhäsion zu erhalten.

Zur Herstellung der Verklebungen wurde eine abgewogene Menge an Klebstoffpulver mit Hilfe eines Rahmens und einer Rakel als gleichmäßige Schicht auf das Gewebe aufgebracht. Auf diese Klebstoffschicht wurde die hydrophile Folie gelegt und das Laminat wurde anschließend in einer Heißpresse zwischen zwei Metallplatten verpresst.

Der Druck und die Zeit wurden beim Herstellen der Laminate konstant gehalten, abhängig vom verwendeten Klebstoff wurde die Temperatur variiert. Die Schichtdicken der Klebstoffschicht bewegten sich zwischen 0,20 und 0,26 mm.

3.2 Ergebnisse

Es hat sich gezeigt, dass die Oberflächenenergien und die Viskositäten der Klebstoffe (als Schmelze) eine wichtige Rolle für die Endeigenschaften des Laminates spielen. Bei anderen untersuchten Größen wie Hydrophilie und Randwinkel der Klebstoffe auf den Geweben konnten keine interpretierbaren Zusammenhänge gefunden werden. Diese Eigenschaften scheinen sich weniger für die Vorhersage der Laminateigenschaften zu eignen.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

3.2.1 Schmelzviskositäten

Als optimale Viskosität der Schmelzklebstoffe wurde bei den verklebten Mikrofasergeweben eine Viskosität von 600-1300 Pa·s bei der Verarbeitungstemperatur festgestellt. Sie hat vor allem Auswirkung auf die mechanische Adhäsion, da die Schmelzklebstoffe abhängig von ihrer Viskosität unterschiedlich gut ins Substrat eindringen können. Die bessere mechanische Verankerung bei niedrigviskosen Klebstoffen konnte durch mikroskopische Untersuchungen nachgewiesen werden.

Tabelle 2: Nullviskositäten bei der Verarbeitungstemperatur

Klebstoff	Temperatur in °C	Nullviskosität in Pa·s	chem. Struktur
Jowatherm 212.00	140	5694	PU
Jowatherm 213.20	140	1243	PU
Jowatherm 11 214.40	110	9094	EVA
Jowatherm 12 214.40	110	647	EVA
Griltex 1500A	120	1080	CoPA
Griltex 1976A	120	1019	CoPA
Griltex 2132E	140	629	CoPES
Griltex 2200E	130	877	CoPES

3.2.2 Oberflächenenergien

Die Oberflächenenergien sind für die Adhäsion auf glatten Oberflächen wichtig, da hier nur spezifische Adhäsion stattfinden kann.
Die Oberflächenenergien müssen in einem bestimmten Bereich liegen, da die Schmelzklebstoffe nicht zu hydrophil oder zu hydrophob für das zu verklebende Fügeteil sein dürfen. Außerdem ist für die spezifische Adhäsion noch die chemische Struktur der Schmelzklebstoffe wichtig. Je ähnlicher sie der chemischen Struktur des Fügeteils ist, desto homogener wird die Mischphase an der Grenzfläche.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Tabelle 3: Oberflächenenergien nach Zismann

Klebstoff	Oberflächenenergie nach Zismann in mN/m	chemische Struktur
Jowatherm 212.00	22,26	PU
Jowatherm 213.20	23,78	PU
Jowatherm EP 11 214.40	20,86	EVA
Jowatherm EP 12 214.40	19,40	EVA
Griltex 1500A	37,17	CoPA
Griltex 1976A	35,50	CoPA
Griltex 2132E	22,52	CoPES
Griltex 2200E	25,64	CoPES
Sympatex	34,23	PBT-PEO

Zur Bestimmung der Oberflächenenergien der Klebstoffe wurden Folien aus den Hotmelt-Pulver hergestellt. Es wurden die Kontaktwinkel von Wasser (γ_l = 71,99 mN·m^{-1}), Glycerin (γ_l = 64,0 mN·m^{-1}), Ethylenglycol (γ_l = 48,3 m·Nm^{-1}) und Toluol (γ_l = 27,93 m·Nm^{-1}) auf den unterschiedlichen Klebstofffolien gemessen. Aus der graphischen Auftragung des Cosinus der Kontaktwinkel gegen die Oberflächenenergie der Flüssigkeiten erhält man die Oberflächenenergien.

Die beiden Copolyamid-Schmelzklebstoffe Griltex 1500A und Griltex 1976A haben eine höhere Oberflächenenergie als die Sympatex-Folie. Alle anderen Klebstoffe dagegen haben eine geringere Oberflächenenergie. Die beiden EVA-Schmelzklebstoffe haben mit 20,86 mN·m^{-1} (Jowatherm 11 214.40) und 19,4 mN·m^{-1} (Jowatherm 12 214.40) die geringsten Oberflächenenergien.

Die Polyurethane (Jowatherm 213.20 und Jowatherm 212.00) und Copolyester (Griltex 2132E und Griltex 2200E) haben Oberflächenenergien zwischen 22 mN·m^{-1}und 26 mN·m^{-1}.

Werden die Klebstoffe beim Verarbeiten in Form einer Schmelze mit dem Sympatex in Kontakt gebracht, so benetzen die Klebstoffe das Sympatex besser, deren Oberflächenenergie kleiner ist als die Oberflächenenergie des Sympatex. Die Benetzung ist außerdem besser, je ähnlicher die Oberflächenenergien γ_L und γ_S sind.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Körschtalstraße 26 D-73770 Denkendorf
Forschung vom Molekül zum Material
Sekretariat: Claudia Rogalski
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Demnach müssen die Schmelzklebstoffe Griltex 1500A und Griltex 1976A schlechter benetzen, als die anderen Klebstoffe. Die Polyurethane (Jowatherm 213.20 und Jowatherm 212.00) und Copolyester (Griltex 2132E und Griltex 2200E) sollten die Sympatex-Folie sehr gut benetzen.

3.2.3 Haftungswerte über Schäladhäsionsversuche

Um die Haftung des Klebstoffes auf dem Gewebe oder Sympatex quantitativ zu bestimmen, wurden Schäladhäsionsversuche mit einer Zugprüfmaschine durchgeführt. Bei dieser Messmethode wird der Klebstoff langsam mit einer bestimmten Geschwindigkeit von dem entsprechenden Fügeteil getrennt. Die dabei benötigte Kraft lässt dann eine quantitative Aussage über die Haftung zu.

Die Ergebnisse der Schäladhäsionsmessungen sind in Tabelle 4 dargestellt. Es gibt Klebstoffe, die eine sehr gute Haftung auf Sympatex haben (Jowatherm 213.20 und 212.00), andere wiederum nur eine mittelmäßige (Griltex 2132E und 2200E). Eine sehr schlechte Haftung haben die EVA- (Jowatherm 11 214.40 und Jowatherm 12 214.40) und Copolyamid-Schmelzklebstoffe (Griltex 1500A und Griltex 1976A).

Aus diesen Ergebnissen wird deutlich, dass die chemische Struktur des Klebstoffs neben anderen Parameter eine entscheidende Rolle für die Haftung spielt. Wie bereits erwähnt, sind daneben auch die Grenzflächenenergien und Schmelzviskositäten von Bedeutung.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Tabelle 4: Schäladhäsion der Klebstoffe zu Sympatex und den Geweben

Klebstoff (chem. Struktur)	**Sympatex in N·cm^{-1}**	**Nicht hydrophobiertes Gewebe in N·cm^{-1}**	**Hydrophobiertes Gewebe in N·cm^{-1}**
Jowatherm 212.00 (PU)	Sehr gut*	4,2	3,9
Jowatherm 213.20 (PU)	Sehr gut*	12,8	12,5
Jowatherm 11 214.40 (EVA)	< 0,1	3,3	3,7
Jowatherm 12 214.40 (EVA)	<0,05	5,9	6,0
Griltex 1500A (CoPA)	0,02	17,4	10,3
Griltex 1976A (CoPA)	0,04	11,5	5,9
Griltex 2132E (CoPES)	1,6	15,9	9,1
Griltex 2200E (CoPES)	2,2	15,3	4,7

*Haftung so gut, dass Sympatex-Folie vorher reißt.

Für die Haftungswerte bei einer Kaschierung der hydrophilen Membran mit den verschiedenen Geweben wird für die verschiedenen Klebstofftypen folgende Abstufung gefunden:

PU > CoPES > CoPA ≈ EVA

Bei Sympatex handelt es sich um eine Folie mit einer sehr glatten Oberfläche. Daher ist kaum mechanische Adhäsion möglich. Es kann nur spezifische Adhäsion stattfinden. Nach der Diffusionstheorie von Vojuckij [19] ist die Kettenlänge und die Art und Anzahl der Substituenten von großer Bedeutung für Mischungsphänomene der Polymere in der Nähe der Grenzfläche.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Die Haftung auf Sympatex lässt sich recht gut mit dieser Diffusionstheorie beschreiben und es ist klar erkennbar, dass die Haftung auf der glatten Oberfläche durch die Ähnlichkeit der chemischen Strukturen von Klebstoff und Folie begünstigt wird.

Bei der Haftung auf Geweben ist die Interpretation deutlich schwieriger und muss sehr differenziert betrachtet werden, da dort noch die Möglichkeit der „physikalischen", mechanische Verankerung hinzukommt und damit auch Klebstoffe sehr ähnlicher chemischer Struktur eine unterschiedlich gute Haftung aufweisen können.

Aus Tabelle 4 ist zum einen ersichtlich, dass nur die beiden Polyurethan-Klebstoffe gute Haftungen zum hydrophilen Sympatex aufweisen und zum anderen, dass von den beiden Polyurethanen nur das Jowatherm 213.20, das die deutlich geringere Schmelzviskoität aufweist, gleichzeitig gute Haftungswerte zum nichthydrophobierten und zum hydrophobierten Textil zeigt. Die anderen Klebstofftypen haben zum Teil sehr gute Haftungswerte zum nichthydrophobierten Gewebe, aber nur das Copolyamid Griltex 1500A kann auch gute Haftungswerte zum hydrophobierten Gewebe vorweisen, gefolgt vom Copolyester Griltex 2132E.

Letztlich wird aus den grundlegenden Modelluntersuchungen deutlich, dass nur bestimmte Polyurethantypen, die eine geeignete Kombination von chemischer Struktur und Verarbeitungseigenschaften aufweisen, die Eigenschaft besitzen, glatte hydrophile Membranen und hydrophobierte Textilien mit hoher Haftung zu verbinden. Desweiteren kann festgestellt werden, dass Blockpolymere besser geeignet sind als statistische Polymere, da bei Blockpolymeren polare und weniger polare Gruppen in getrennten Blöcken vorliegen und daher längere Kettensegmente mit gleicher Polarität vorliegen, die dann entsprechend mit den unterschiedlich polaren Oberflächen der Fügeteile wechselwirken können.

4 Untersuchungen an reaktiven und nichtreaktiven Hotmelts bei punktförmiger Verklebung

4.1 Herstellung von punktförmigen Verklebungen durch Pulverauftrag mit einer Lochschablone

Die im vorherigen Kapitel beschriebenen Untersuchungen dienten der grundlegenden Beurteilung der Haftung und Haftungsmechanismen der verschiedenen Substrate inklusive der Klebstoffschicht.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Körschtalstraße 26 D-73770 Denkendorf
Forschung vom Molekül zum Material
Sekretariat: Claudia Rogalski
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Deshalb wurde dort eine flächige Verklebung durchgeführt, wie sie in der Realität nicht erfolgt, da dabei die Wasserdampfdurchlässigkeit der Membran fast vollständig von Klebstoff zunichte gemacht würde.

In den in diesem Kapitel beschriebenen Versuchen erfolgte nun der Übergang zu einer punktförmigen Verklebung, mit einem eigens entwickelten Laborverfahren, bei dem Prüflinge im A4-Format hergestellt werden konnten, ohne dass in diesem Stadium ein technisch aufwendiger Auftrag mit einer Hotmelt-Beschichtungsanlage erfolgen musste. Diese „Zwischenstufe“ sollte dazu dienen, die in den Grundlagenuntersuchungen erhaltenen Ergebnisse für punktförmigen Auftrag zu verifizieren bzw. gegebenenfalls neu zu interpretieren. Auf der Basis dieser Ergebnisse wurden dann die Schmelzkleber ausgesucht, deren Verhalten beim Rasterwalzenauftrag mit einer Labor-Hotmelt-Beschichtungsanlage näher untersucht werden sollten (siehe folgendes Kapitel).

4.1.1 Durchführung der Versuche

Die als Pulver vorliegenden Kaschierklebstoffe Jowatherm 212.00 und Jowatherm 213.20, beide auf der Basis von Polyurthanen, wurden über eine Lochschablone punktförmig auf das Textil (Polyester) aufgetragen, über eine kurze Bestrahlung mit Infrarot fixiert, dann wurde die zu kaschierende Sympatex-Folie aufgelegt und dieses „Sandwich“ wurde in einer Thermopresse miteinander verbunden. Variiert wurden die Temperatur beim Verpressungsvorgang, der Druck und die Zeit.

Die folgenden Abbildungen zeigen die einzelnen Schritte der Herstellung des Laminats.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

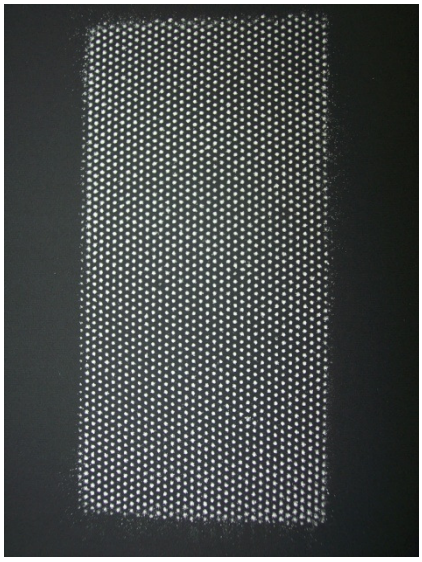
Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

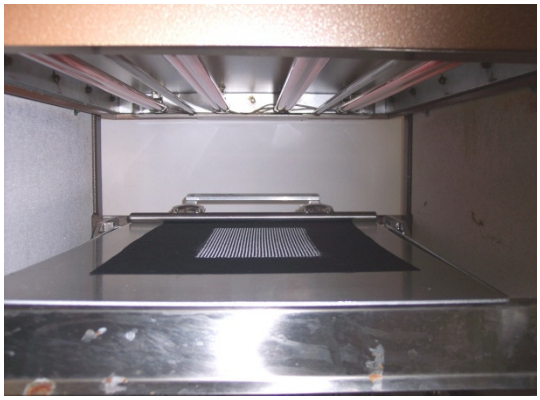
Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

1) Lochblechschablone für Pulverauftrag



2) Punktförmig aufgetragenes PU-Pulver



3) Ansintern des Pulver mit IR-Strahler

4) Auflegen de Sympatex-Folie

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

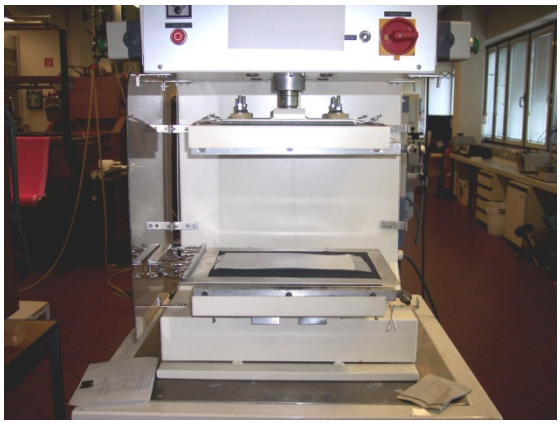
Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

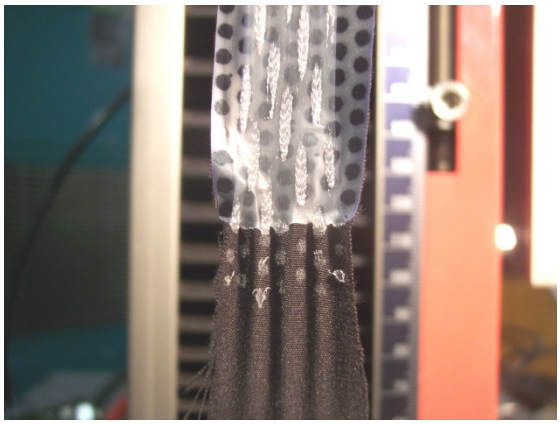
Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de



5) Verpressen in der Thermopresse



6) Adhäsionsmessung im Schälversuch

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

4.1.2 Diskussion der Ergebnisse

Die folgenden Schaubilder zeigen die Ergebnisse aus den Schäladhäsionsversuchen bei Variation der Versuchsbedingungen.

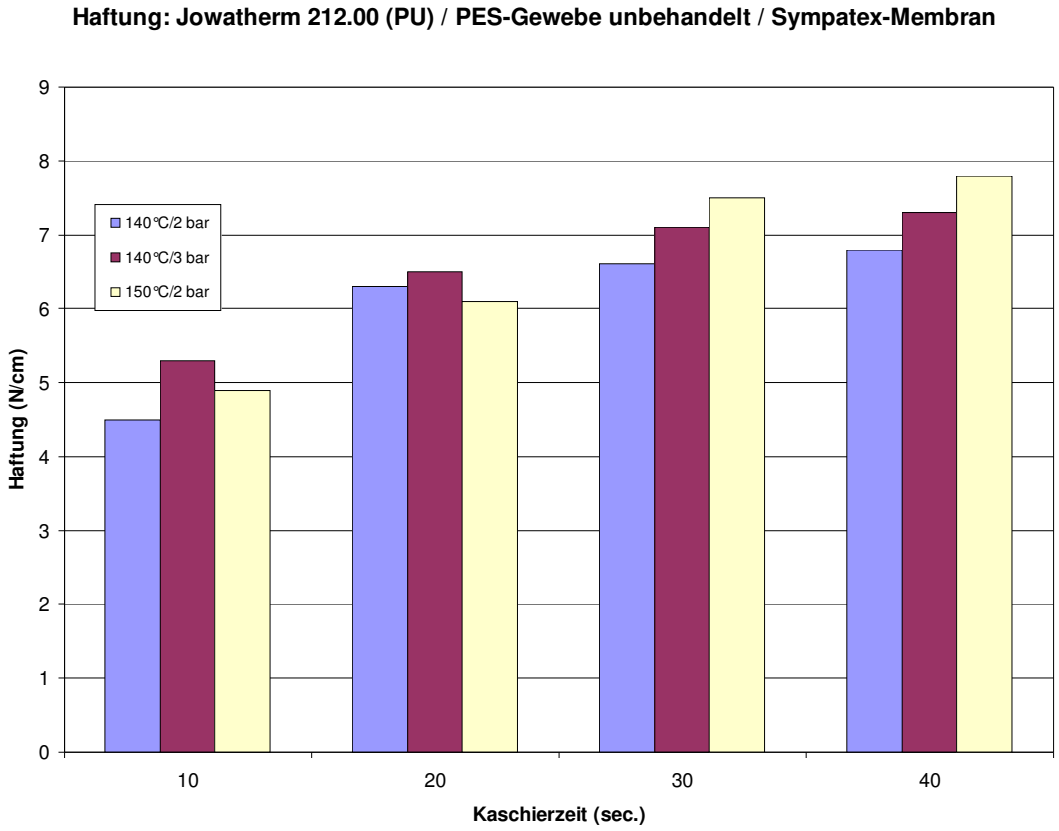


Abb.1: Haftungswerte für Jowatherm 212.00 Polyurethan bei Variation der Kaschierzeit und des Anpressdrucks für ein unbehandeltes PES-Gewebe

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

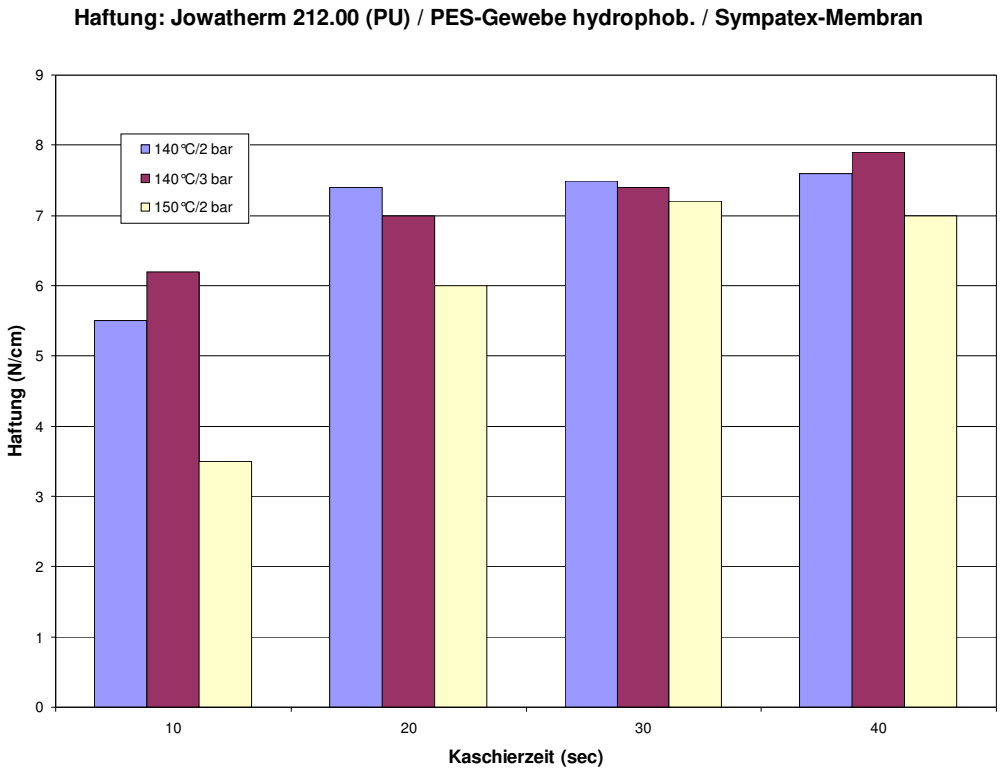


Abb.2: Haftungswerte für Jowatherm 212.00 Polyurethan bei Variation der Kaschierzeit und des Anpressdrucks für ein hydrophobiertes PES-Gewebe

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

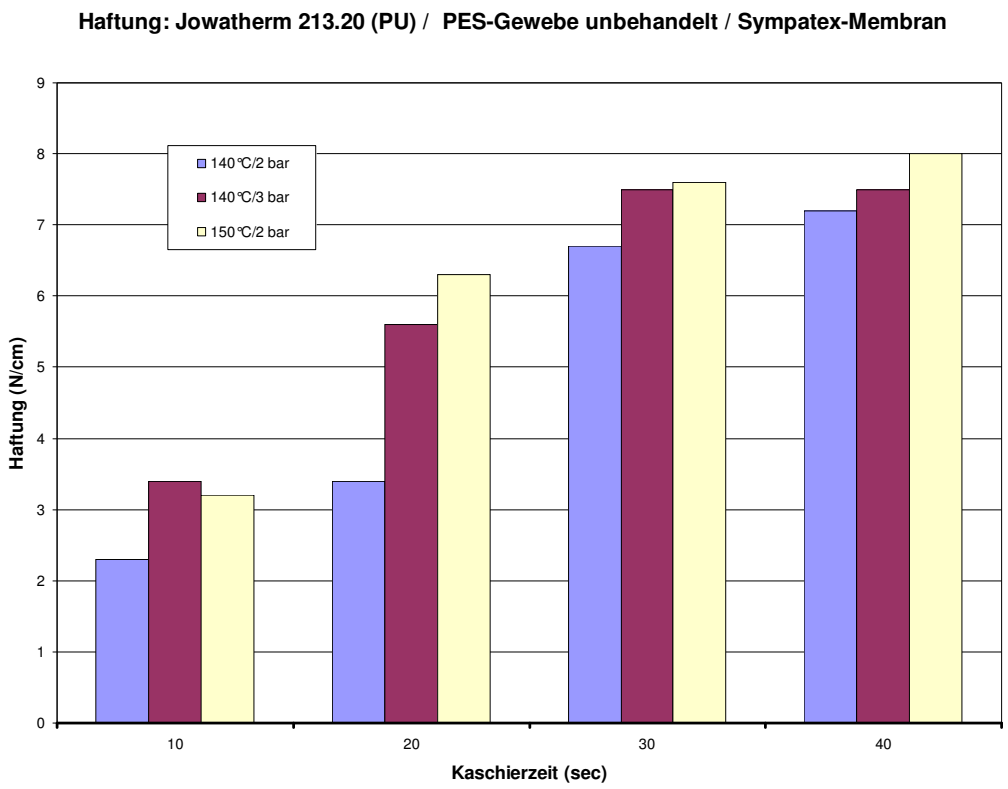


Abb.3: Haftungswerte für Jowatherm 213.20 Polyurethan bei Variation der Kaschierzeit und des Anpressdrucks für ein unbehandeltes PES-Gewebe

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

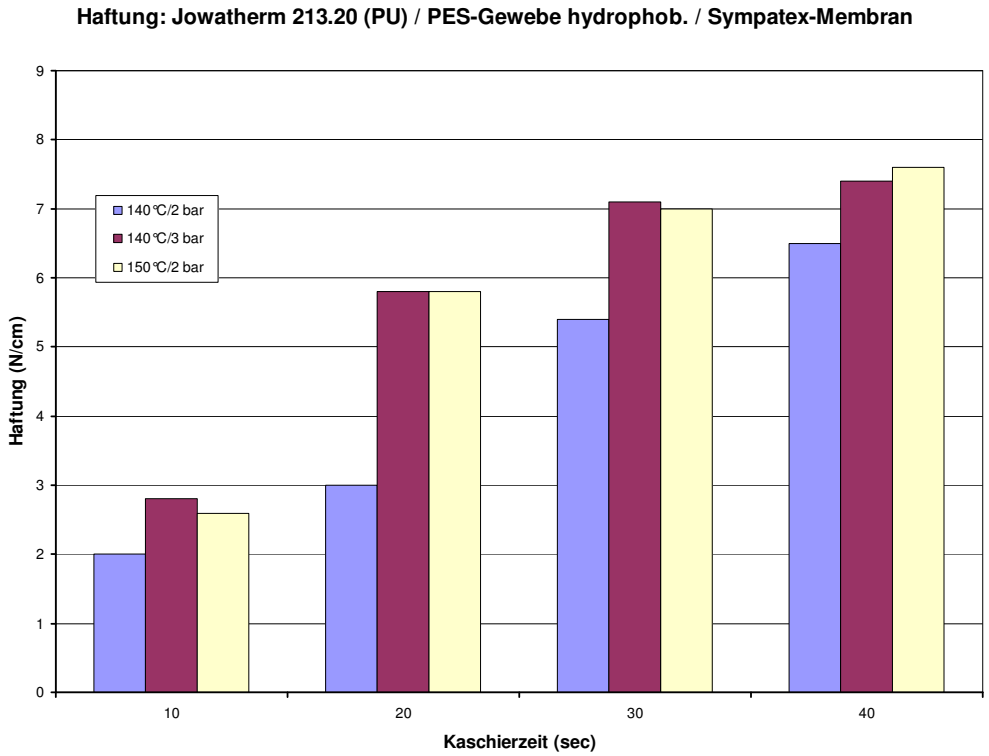


Abb.4: Haftungswerte für Jowatherm 213.20 Polyurethan bei Variation der Kaschierzeit und des Anpressdrucks für ein hydrophobiertes PES-Gewebe

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

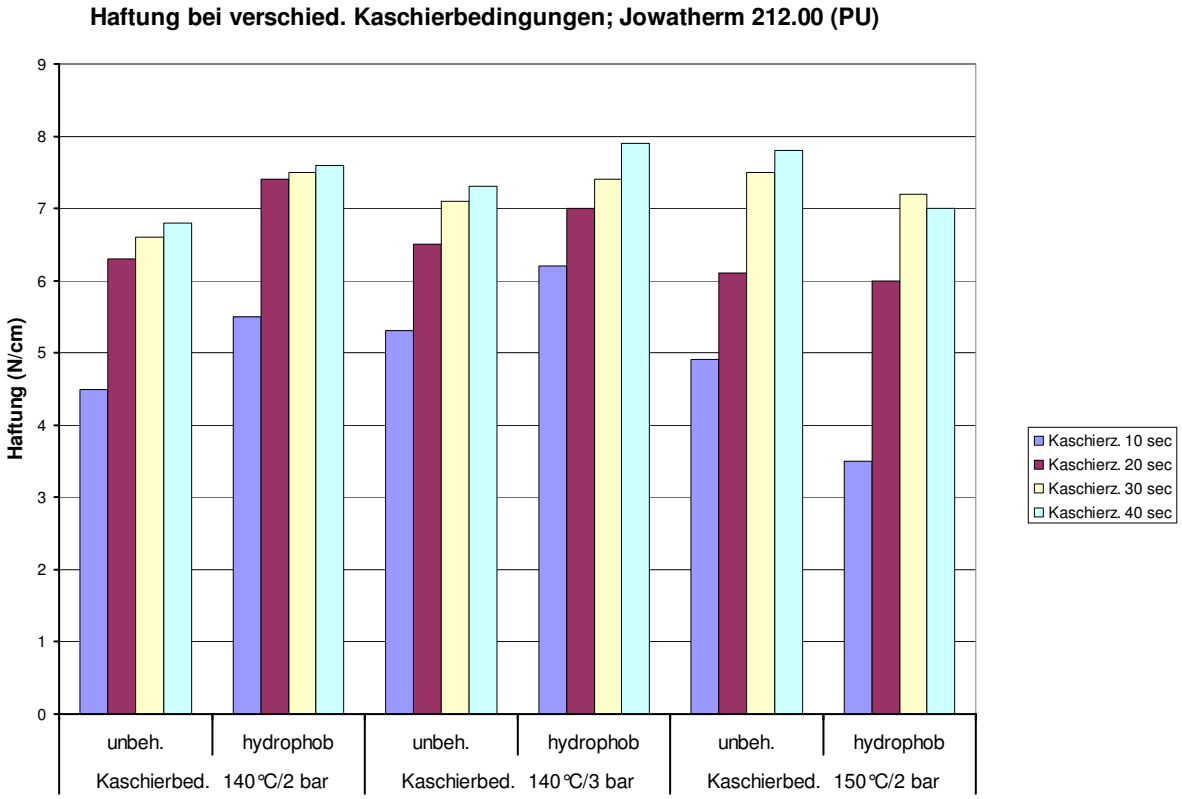


Abb.5: Vergleichende Übersicht über die Haftungswerte mit Jowatherm 212.00 Polyurethan bei Variation der Kaschierzeit und des Anpressdrucks für unbehandelte und hydrophobierte PES-Gewebe

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

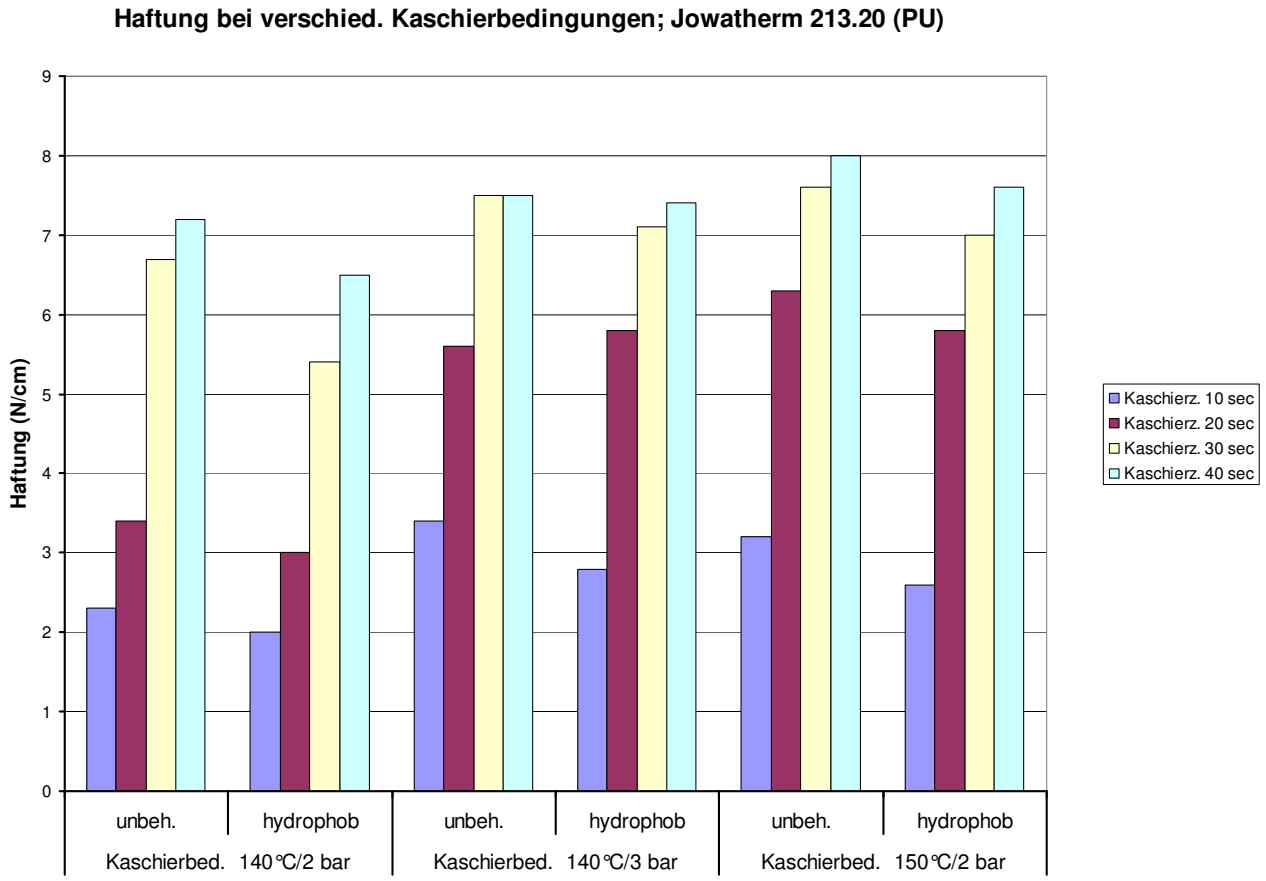


Abb.6: Vergleichende Übersicht über die Haftungswerte mit Jowatherm 213.20 Polyurethan bei Variation der Kaschierzeit und des Anpressdrucks für unbehandelte und hydrophobierte PES-Gewebe

Aus den Abbildungen 1-4 bzw. aus den vergleichenden Übersichten Abb. 5 und Abb. 6 ist ersichtlich, dass mit den beiden Polyurethan-Schmelzklebern gute Verbundfestigkeiten zwischen der hydrophilen Membran und dem hydrophobierten Textil erhalten werden konnten. Im vorigen Kapitel wurde gezeigt, dass sowohl der Schmelzkleber Jowatherm 212.00 als auch der Typ Jowatherm 213.20 ausgezeichnete Haftungswerte zur hydrophilen Membran aufweisen, dass aber bezüglich der Haftung zum hydrophobierten Textil der Kleber Jowatherm 213.20 deutlich besser abschneidet und als einziger Kleber hervorragende Haftung zu beiden Substraten aufeist. Dies relativiert sich offensichtlich bei punktförmiger Verklebung mit einer Thermopresse, denn hier können mit beiden Klebern gute Gesamtresultate erzielt werden können.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Der Grund ist darin zu sehen, dass die Kleber mit diesem Verfahren deutlich besser in die Textilstruktur eindringen können und somit auch die mechanische Verankerung stärker zum Tragen kommt.

Außerdem zeigen die Auswertungen, dass die Haftwerte des Klebers Jowatherm 213.20 stärker von den Prozessbedingungen (Druck, Temperatur und Kaschierdauer) abhängen als beim Kleber 212.00. Unter idealen Bedingungen können aber mit beiden Polyurethan-Schmelzklebern Hafterte zwischen 7 und 8 N/cm erhalten werden und zwar sowohl bei Verwendung von normalen Polystergeweben, als auch bei Verwendung von mit Fluorcarbonharzen hydrophobierten Polystergeweben.

4.2 Herstellung der Verklebung mit einer Hotmelt-Beschichtungsanlage (reaktive und nichtreaktive Hotmelts)

4.2.1 Durchführung der Versuche

Die Kaschierversuche wurden an einer Laborbeschichtungsanlage der Firma JWS in Sinsheim durchgeführt. Für den Auftrag wurde eine Rasterwalze verwendet auf der zwei verschiedene Gravuren aufgebracht waren, und zwar:

Typ	Punkte/cm^2	Tiefe	Durchmesser	Vol/m^2	Bedeckung
CP 65	70	0,20 mm	0,7 mm	29,87 cm^3	26,94 %
CP 152	152	0,16 mm	0,5 mm	27,14 cm^3	29,85 %

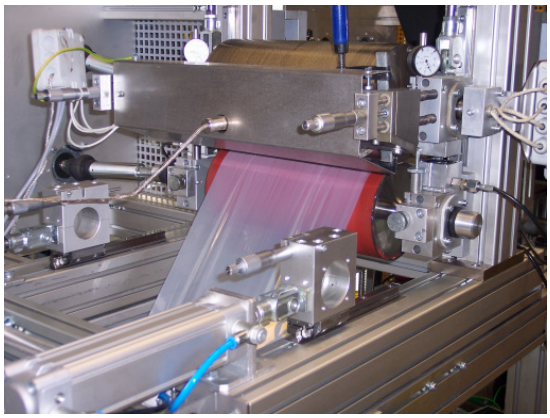
Dabei wurden bewusst zwei Gravuren gewählt, bei denen theoretisch ähnliche Volumina übertragen werden und ähnliche Bedeckungsgrade erreicht werden. In den weiteren Ausführungen wird das Raster CP 65 mit „Raster groß“ und das Raster CP 152 mit „Raster klein“ bezeichnet.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Sekretariat: Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Folgende Abbildungen zeigen den prinzipiellen Aufbau des Kaschierversuchs:



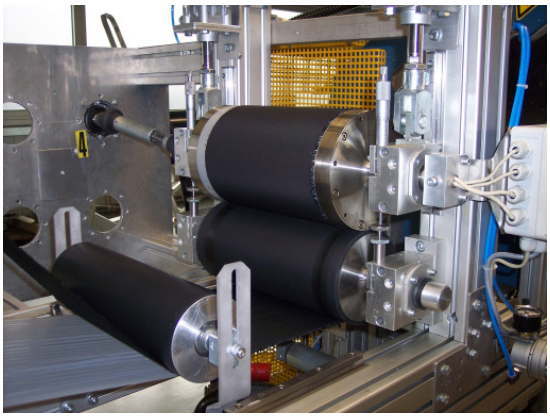


Abb.7: Versuchsaufbau bei den Kaschierversuchen mit der Laboranlage der Firma JWS in Sinsheim (links: Klebstoffauftrag auf Membran mit Rasterwalze; rechts. Zukaschierung des Gewebes)

Es wurde mit folgenden Versuchsparametern gearbeitet:

Anpressdruck der Auftragswalze: 2 bar

Geschwindigkeit: 2 m/min

Verarbeitungstemperaturen für die verschiedenen Klebstofftypen: Jowatherm 213.20 T= 150°C, Jowatherm 212.00 T= 150°C, Griltex 2132 T= 120°C

4.2.1.1 Versuche mit nichtreaktiven Hotmelts

Als nichtreaktive Hotmelts wurden die bereits mit den anderen Verfahren applizierten Klebstoffe verwendet, die die besten Haftungsergebnisse erbracht hatten. Dies sind die Polyurethane Jowatherm 213.20 und Jowatherm 212.00 sowie der Copolyester Griltex 2132. Allerdings wurden die Klebstoffe hier nicht in Pulverform eingesetzt, sondern als kompakte Materialen („Kerzen“), von denen kleinere Mengen entnommen und in der Anlage aufgeschmolzen wurden.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Sekretariat: Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

a) *Haftungswerte in Abhängigkeit von der Walzengravur*

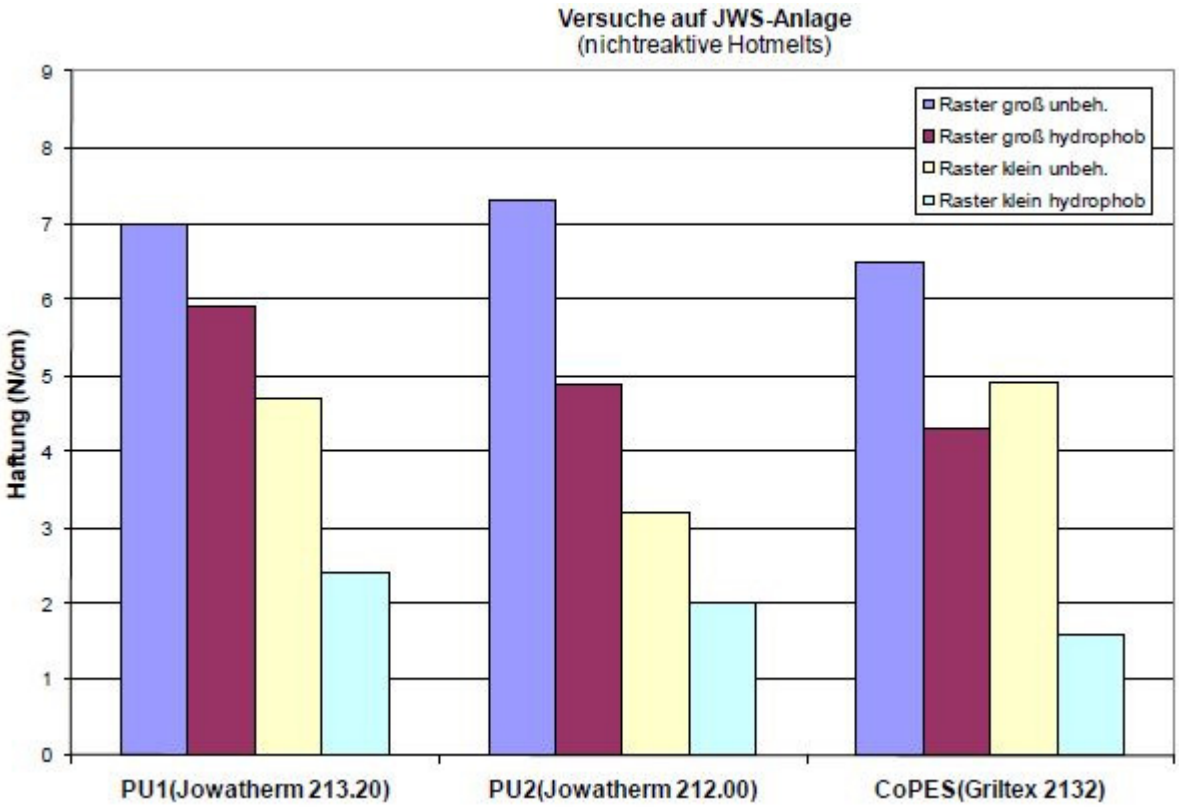


Abb. 8: Vergleich der Haftungswerte verschiedener nichtreaktiver Klebstoffe beim Auftrag mit verschiedenen Walzengravuren für Laminate mit unbehandeltem und hydrophobiertem PES-Gewebe

Die in Abbildung 8 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass auf dem nichthydrophobierten PES-Gewebe mit allen drei Klebstoffen gute Haftungswerte erzielt werden können. Allerdings wird auch deutlich, dass trotz vergleichbarer theoretischer Auflagemengen (Volumen der Gravur) und Bedeckungsgrade mit dem größeren bzw. gröberen Raster deutlich bessere Werte erhalten werden als mit dem kleineren bzw. feineren. Zum einen scheint es vorteilhaft für die Haftung zu sein, wenn lokal am Rasterpunkt eine größere Klebstoffmenge übertragen wird und nicht, wie beim feineren Raster, mehr Punkte mit jeweils geringerer Klebstoffmenge vorhanden sind. Allerdings wurde zum anderen für die reaktiven Systeme gefunden, dass mit dem gröberen Raster trotz vergleichbaren Gravurvolumens ca. 32 % mehr Klebstoff übertragen wurde als mit dem feinen Raster.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Die Haftungswerte für das hydrophobierte Textil liegen niedriger, wobei sich das Polyurethan Jowatherm 213.20 auch hier dem anderen Polyurethan Jowatherm 212.00 und vor allem dem Copolyester Griltex2132 überlegen zeigt. Die zusätzliche Verschlechterung der Haftung bei Verwendung eines feineren Rasters ist auch beim hydrophobierten Textil zu beobachten.

Die Haftungswerte für das nicht hydrophobierte Textil liegen im gleichen Bereich wie die für den punktförmigen Auftrag mit Pulver bei längeren Kaschierzeiten gemessenen (siehe vorheriges Kapitel). Offensichtlich dient die längere Kaschierzeit in der vorherigen Versuchsreihe im Wesentlichen dazu, das Pulver homogen aufzuschmelzen und mit den Substraten in Kontakt zu bringen. Beim Auftrag mit der Laborbeschichtungsanlage liegt der Hotmelt bereits in geschmolzener, flüssiger Form vor und deshalb reichen hier kurze Kontaktzeiten, um vergleichbare Haftungswerte zu erreichen.

Allerdings sind die Haftungswerte für das hydrophobierte Textil beim Pulverauftrag besser als beim kontinuierlichen Auftrag über die Rasterwalze. Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass beim Pulverauftrag deutlich größere Klebepunkte erzeugt wurden als mit der groben Gravur.

b) Waschbeständigkeit der Laminate

Die Waschversuche an den Laminaten wurden unter folgenden Bedingungen durchgeführt (nur für Proben die mit der gröberen Walzengravur hergestellt wurden):
Waschmittel: Normfeinwaschmittel
Temperatur: 40°C
Waschdauer: 3 x 30 min.
Trocknung: 60°C im Umluftrockenschrank

Wie aus Abbildung 9 ersichtlich ist, werden nur für das Polyurethan Jowatherm 213.20 moderate Waschbeständigkeiten erhalten. Für die anderen beiden Klebstoffe nehmen die Haftungswerte nach drei 40°C-Wäschen bereits stark ab, so dass für das Laminat mit dem hydrophobieren PES-Gewebe unzureichende Haftungswerte erhalten werden.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

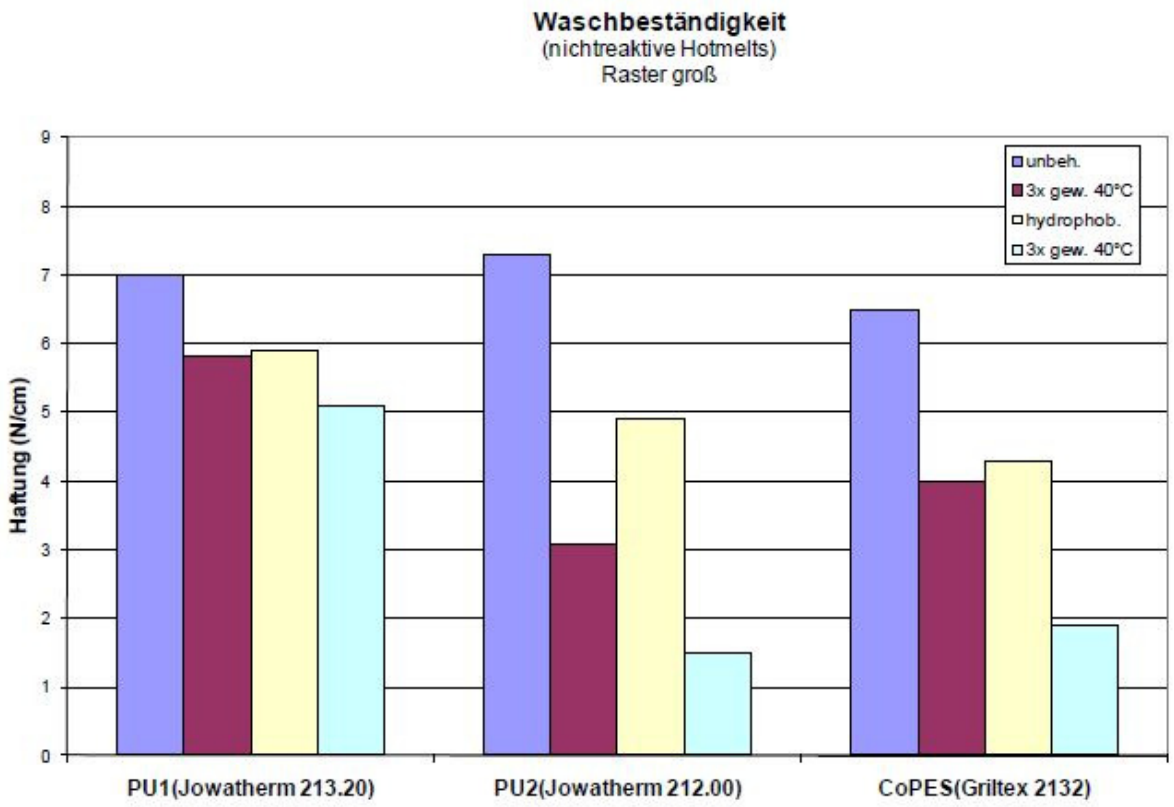


Abb.9: Vergleich der Waschbeständigkeiten von Laminaten mit unbehandeltem und hydrophobiertem PES-Gewebe beim Auftrag verschiedener nichtreaktiver Klebstoffe mit großem Raster

c) Trockenreinigungsbeständigkeit der Laminate (Chemische Reinigung)

Die Versuche zu Bestimmung der Trockenreinigungsbeständigkeit an den Laminaten wurden unter folgenden Bedingungen durchgeführt (nur für Proben die mit der gröberen Walzengravur hergestellt wurden):

Reinigungsmittel: Perchlorethylen

Temperatur: Raumtemperatur

Vorgehen: Behandlung im Becher des Laborfärbe-Gerätes Labomat (Mathis AG.)

Behandlungsdauer: 3 x 30 min

Trocknung: 60°C im Umlufttrockenschrank

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Sekretariat: Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

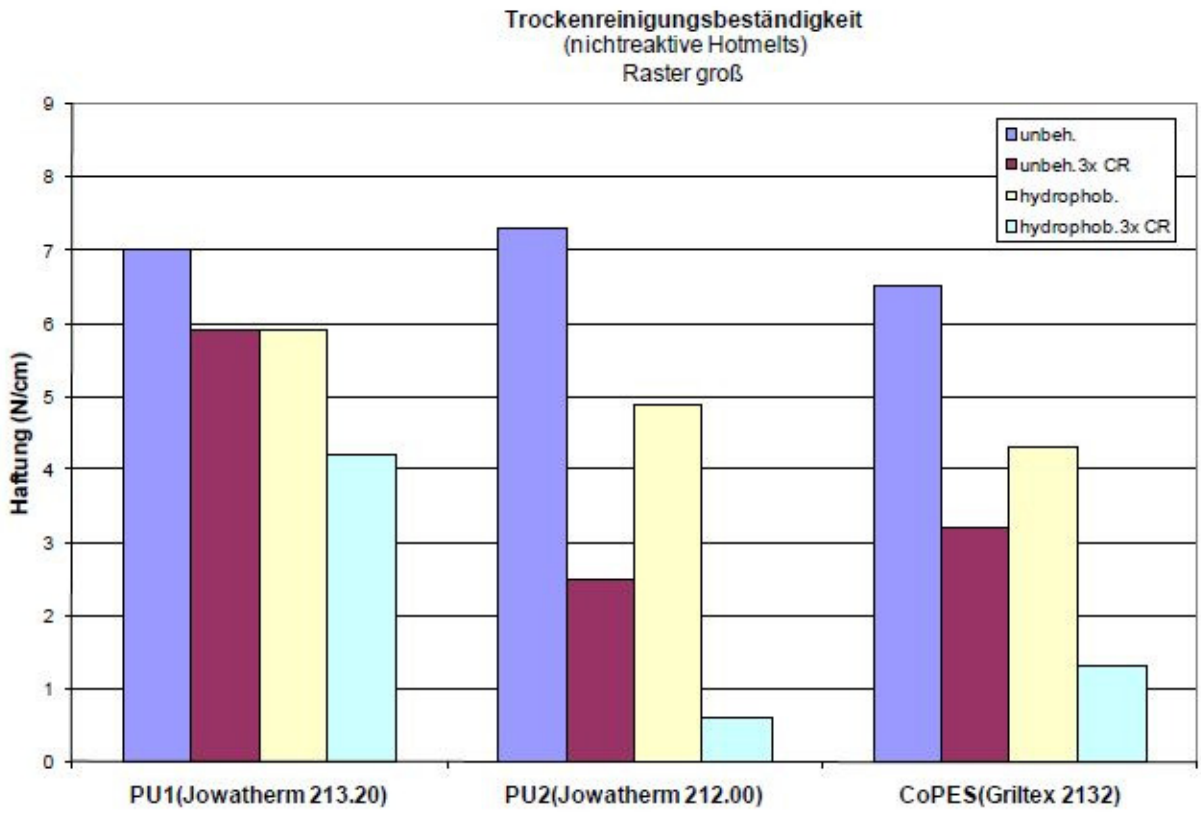


Abb.10: Vergleich der Trockenreinigungbeständigkeit von Laminaten mit unbehandeltem und hydrophobiertem PES-Gewebe beim Auftrag verschiedener nichtreaktiver Klebstoffe mit großem Raster

Die Ergebnisse aus den Trockenreinigungsversuchen gleichen den Ergebnissen aus den Waschversuchen, wobei die Abnahme der Haftungswerte bei der Trockenreinigung noch etwas stärker ist. Auch hier können nur mit dem Polyurethan 213.20 nach 3 Reinigungszyklen noch akzeptable Restfestigkeiten erhalten werden.

4.2.1.2 Versuche mit reaktiven Hotmelts

Im Rahmen der Versuchsreihen an der Laborbeschichtungsanlage von JWS wurden auch Versuche mit zwei reaktiven Polyurethan-Hotmelts durchgeführt. Dies sind die Klebstofftypen Jowatherm-Reaktant 639.00, im Folgenden als Jowat 639 bezeichnet, und Jowatherm-Reaktant 12632.00, im Folgenden als Jowat 12632 bezeichnet. Es lagen keine näheren Infor-

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Forschung vom Molekül zum Material
Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Sekretariat: Claudia Rogalski
Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

mationen zur Struktur dieser beiden Hotmelt-Klebstoffe vor. Die Klebstoffe lagen wie die nicht-reaktiven Typen als kompakte Massen vor, von denen kleinere Stücke entnommen und in der Anlage aufgeschmolzen wurden.

Nach Durchführung der Kaschierversuche bei JWS wurden die Laminate im Klimaschrank des ITCF bei 25 °C und 75 % rel. Luftfeuchtigkeit mindestens 72 Stunden gelagert, bevor die Haftungsmessungen und die Messungen zur Bestimmung der Echtheiten durchgeführt wurden. Die Verarbeitungstemperaturen betrugen für Jowatherm-Reaktant 639.00 T=120 °C und für Jowatherm-Reaktant 12632.00 T=120 °C.

Die übertragene Klebstoffmenge wurde für Jowatherm 639.00 gravimetrisch ermittelt und beträgt bei Verwendung des unbehandelten Gewebes und grobem Raster 17 g/m^2, bei feinem Raster 12 g/m^2. Bei Verwendung von hydrophobiertem Gewebe wurden beim groben Raster 17 g/m^2 ermittelt und beim feinen Raster 11 g/m^2.

a) Haftungswerte in Abhängigkeit von der Walzengravur und von der Zeit zwischen Klebstoffauftrag und Kaschierung

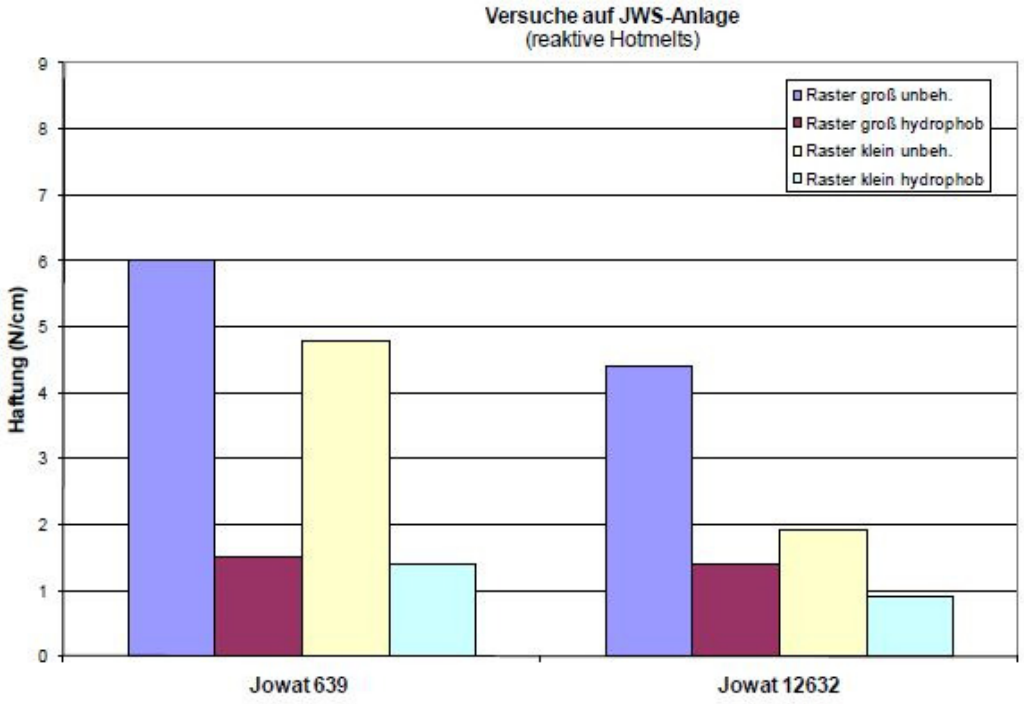


Abb.11: Vergleich der Haftungswerte verschiedener reaktiver Klebstoffe beim Auftrag mit verschiedenen Walzengravuren für Laminate mit unbehandeltem und hydrophobiertem PES-Gewebe

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Körschtalstraße 26 D-73770 Denkendorf
Forschung vom Molekül zum Material
Sekretariat: Claudia Rogalski
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Die im Rahmen der Versuche eingesetzten reaktiven PU-Hotmelts ergaben für die Laminate mit den unbehandelten PES-Geweben etwas schlechtere Haftungswerte als die nichtreaktiven Kleb-stoffe, bei denen diese bei ca. 7 N/cm lagen, (vgl. Abb. 8). Auf den hydrophobierten Textilien konnte nur eine sehr geringe Haftung unter 2 N/cm festgestellt werden, was deutlich schlechter ist als bei den nichtreaktiven Typen. Wie bei den nichtreaktiven Klebstofftypen wurden auch hier mit den größeren Rasterpunkten bessere Werte erzielt.

Die beiden reaktiven Hotmelts haben offensichtlich aufgrund ihrer chemischen Struktur eine deutlich geringere Affinität zu der unpolaren Oberfläche des hydrophobierten Textils, so dass hier keine hohen Haftungswerte erhalten werden können.

Wie bei bereits bei den nichtreaktiven Polyurethanen gefunden, zeigt sich auch hier deutlich der Vorteil einer gröberen Walzengravur. Mit dem groben Raster werden auf dem unbehandelten Textil deutlich bessere Haftungswerte erhalten als mit einem feineren Raster. Aufgrund der insgesamt schlechten Haftungswerte beim hydrophobierten Textil ist hier die Differenzierung weniger ausgeprägt.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

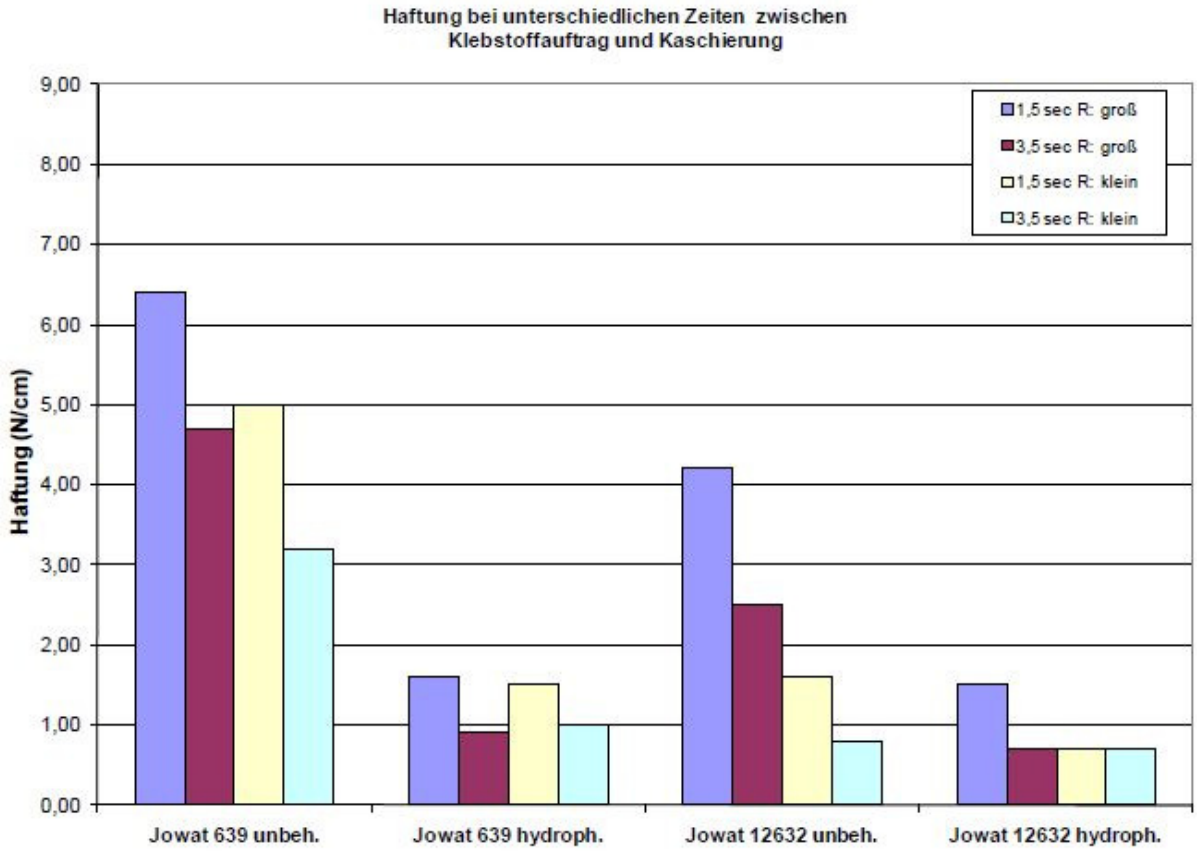


Abb.12: Vergleich der Haftungswerte verschiedener reaktiver Klebstoffe beim Auftrag mit verschiedenen Walzengravuren und bei unterschiedlichen Zeiten zwischen Klebstoffauftrag und Kaschiervorgang für Laminate mit unbehandeltem und hydrophobiertem PES-Gewebe (R: Groß = Raster groß; R: kleine = Raster klein)

Wie in Abbildung 12 gezeigt wird, spielt der Zeitraum zwischen dem Auftrag des schmelzflüssigen Klebers auf die Membran und der Zukaschierung des Textils eine wichtige Rolle für die Endhaftung im Laminat. Der bereits in diesem und dem vorherigen Kapitel angesprochene Befund, dass mit dem groben Raster bessere Haftungswerte erzielt werden, wird hier nochmals bestätigt. Allerdings zeigt sich zusätzlich, dass bei nur 1,5 Sekunden zwischen Auftrag und Kaschierung bessere Haftungen erreicht werden, als bei einem Zeitraum von 3,5 Sekunden. Der Grund ist darin zu sehen, dass sich bei Abkühlung des Klebers die Viskosität drastisch erhöht und somit ein Eindringen in die Textilstruktur erschwert wird. Der Beitrag der mechanischen Verankerung des Klebers zum Textil verringert sich deshalb mit zunehmender Zeitdauer zwischen Auftrag und Kaschierung.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

b) Waschbeständigkeit der Laminate

Die Bedingungen für die Durchführung der Waschversuche sind identisch mit den in Kapitel 4.2.1.1 beschriebenen.

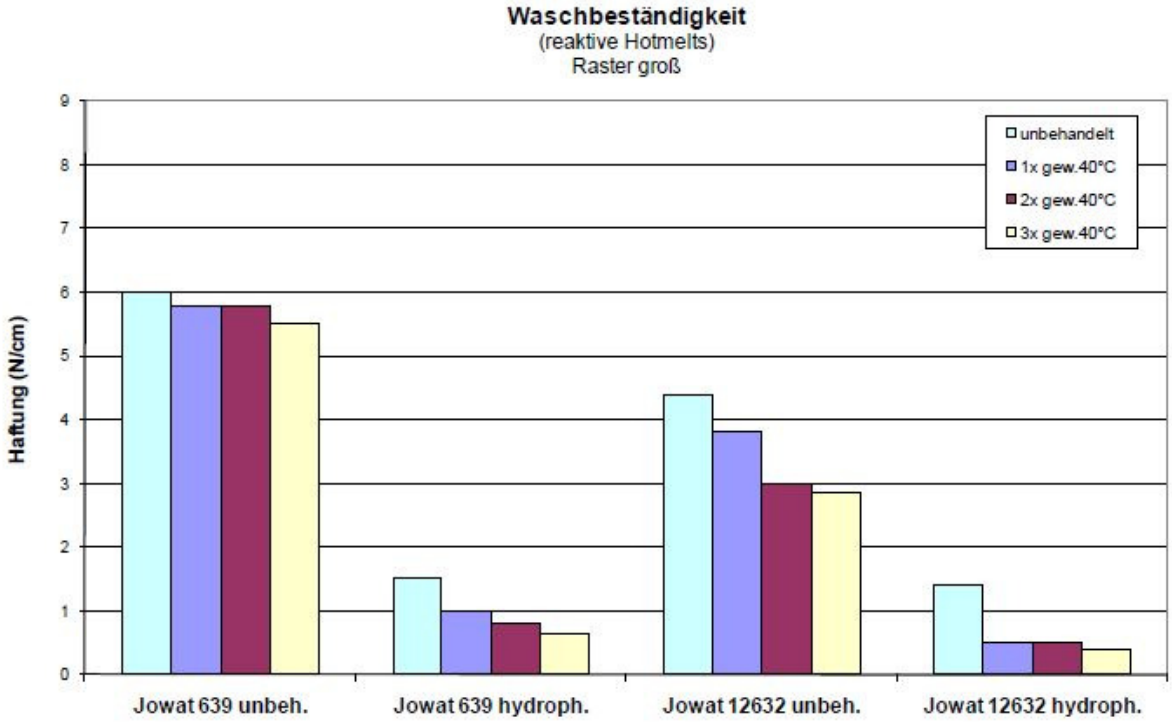


Abb.13: Vergleich der Waschbeständigkeiten von Laminaten mit unbehandeltem und hydrophobiertem PES-Gewebe beim Auftrag verschiedener reaktiver Klebstoffe mit großem Raster

Wie bereits beschrieben wurden mit den reaktiven Hotmelts etwas geringere Ausgangshaftwerte erzielt als mit den nichtreaktiven Systemen, aber wie Abbildung zeigt, werden diese Werte für den Klebstoff Jowatherm-Reaktant 639.00 nach drei 40°C-Wäschen weniger reduziert als beim besten nichtreaktiven Typ Jowatherm 213.20. Der Grund ist darin zu sehen, dass über die nachträgliche Feuchtigkeitsvernetzung der reaktiven Hotmelts ein duroplastisches, unlösliches Netzwerk aufgebaut wird, dass prinzipiell bessere Echtheiten erwarten lässt.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Allerdings verschlechtern sich die bereits vor dem Waschvorgang ungenügenden Haftungswerte durch das Waschen weiter, so dass an manchen Stellen bereits eine Ablösung der Membran von Textil erfolgt.

c) Trockenreinigungsbeständigkeit der Laminate (Chemische Reinigung)

Die Bedingungen für die Durchführung der Trockenreinigungsversuche sind identisch mit den in Kapitel 4.2.1.1 beschriebenen.

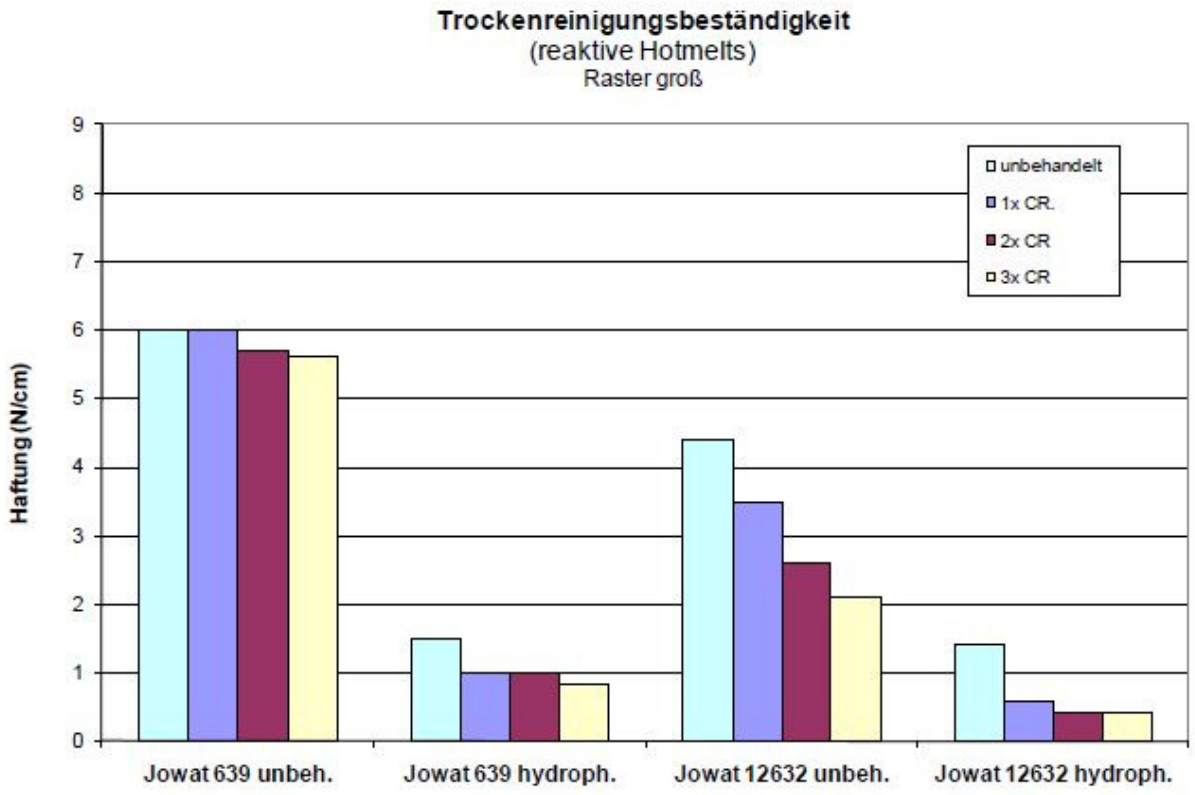


Abb.14: Vergleich der Trockenreinigungbeständigkeit von Laminaten mit unbehandeltem und hydrophobiertem PES-Gewebe beim Auftrag verschiedener reaktiver Klebstoffe mit großem Raster

Die Ergebnisse aus den Trockenreinigungsversuchen sind nahezu identisch mit den Ergebnissen der Waschversuche. Auch hier zeigt sich der Vorteil des feuchtigkeitsvernetzenden Systems, das gute Beständigkeiten bei den Laminaten mit dem unbehandelten PES-Gewebe bewirkt, allerdings für eine direkte Verklebung mit einem hydrophobierten Textil ungeeignet ist.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

d) Dauerknickbeständigkeit der Laminate

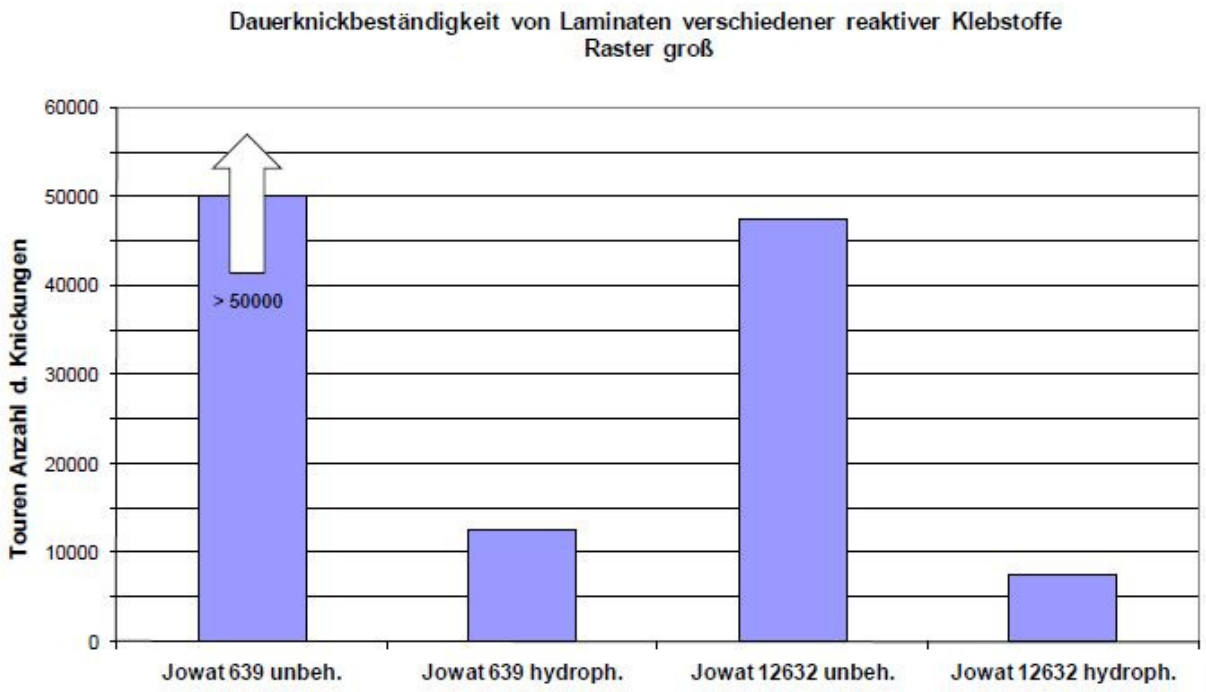


Abb.15: Vergleich der Dauerknickbeständigkeit von Laminaten mit unbehandeltem und hydrophobiertem PES-Gewebe beim Auftrag verschiedener reaktiver Klebstoffe mit großem Raster

Der reaktive Polyurethan-Schmelzkleber Jowatherm-Reaktant 639.00, bei dem die besseren Haftungswerte gefunden wurden, zeigt auch im Dauerknickversuch gute Ergebnisse. Nach 50000 Knickungen in einem Bally-Flexometer, das eine starke Knickbeanspruchung simuliert, werden keine Ablösungen der Membran gefunden. Bei Jowatherm-Reaktant 12632.00 dagegen werden zwischen 45000 und 50000 Knickungen die ersten Ablösungen beobachtet. Bei den Laminaten mit dem hydrophobierten Textil treten bei beiden Hotmelts bereits unter 15000 Knickungen deutliche Delaminationen auf, was die schlechte Verbundfestigkeit bestätigt.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

4.2.2 Diskussion der Ergebnisse

Die vergleichenden Versuche mit reaktiven und nichtreaktiven Hotmelts haben gezeigt, dass, wie erwartet, die reaktiven, feuchtigkeitsvernetzenden Systeme bessere Wasch- und Trockenreinigungsbeständigkeiten aufweisen. Gleichzeitig wurde aber gefunden, dass die beiden untersuchten reaktiven Polyurethane wenig geeignet sind für die die Verklebung von hydrophilen Membranen perfluorierten, hydrophobierten Textilien. Offensichtlich ist eine geeignete chemische Struktur entscheidend dafür, ob eine gute Haftung zu hydrophilen und hydrophoben Oberflächen erreicht werden kann. Die feuchtigkeitsinduzierte Nachvernetzung kann zwar die Kohäsion der Klebstoffe verbessern und die Resistenz gegen Wasser und Lösungsmittel, aber hat auf die Affinität zu unterschiedlich polaren Oberflächen nur untergeordnete Bedeutung. Ein eindeutiger Befund der Untersuchungen ist außerdem, dass bei vergleichbaren Auftragsmengen und Oberflächenbedeckungen, ein gröberes Raster zu deutlich besseren Haftungswerten führt, da lokal am Klebepunkt eine größere Klebstoffmenge vorhanden ist.

4.3 Herstellung der Verklebung mittels Elektronenstrahlhärtung von Polyurethanacrylaten

In früheren Untersuchungen wurde festgestellt, dass mit elektronenstrahlhärtbaren Acryaten auf Basis von Polyurethanen ebenfalls gute Haftungen zu hydrophilen und gleichzeitig zu hydrophoben Oberflächen erhalten werden können. Deshalb wurde das in vergangenen Studien als bestes Klebstoffsystem ermittelte Gemisch als Vergleich herangezogen.

4.3.1 Durchführung der Versuche

Als Klebstoffsystem wurde eine Mischung aus dem bifunktionellen, aliphatischen Polyurethanacylat Ebecryl 2001 (Firma Cytec) mit dem monofunktionellen, niedrigviskosen Polyurethanacrylat Ebecryl CL 1039 (Firma Cytec) im Verhältnis 80:20 verwendet.

Als Rasterwalze wurde eine gravierte Walze mit den folgenden Spezifikationen verwendet (Wenk 74).

Typ	Punkte/cm^2	Tiefe	Durchmesser	Vol/m^2	Bedeckung
Wenk 74	75	0,20 mm	0,65 mm	28,03 cm^3	24,89 %
CP 65	70	0,20 mm	0,70 mm	29,87 cm^3	26,94 %

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Körschtalstraße 26 D-73770 Denkendorf
Forschung vom Molekül zum Material
Sekretariat: Claudia Rogalski
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Der Vergleich mit der gröberen Gravur der CP 65-Walze, die beim Hotmeltauftrag verwendet wurde, zeigt, dass vergleichbare Verhältnisse vorlagen.

Bei der Herstellung der Laminate wurde wie folgt vorgegangen:

Aus technischen Gründen erfolgte der Auftrag des strahlenhärtbaren Klebers direkt auf das Textil. Dazu wurden ca. 30x50 cm große Gewebestücke mittels einer Rasterwalze punktförmig mit Klebstoff beaufschlagt. Anschließend wurde das Textil auf einer Vakuumbeschichtungsplatte fixiert. Dann wurde die Membran von Hand zukaschiert, unter Vakuum angesaugt und unter leichtem Druck mit einer Rollrakel angepresst. Das so hergestellt Laminat wurde über das Transportband der ESH-Anlage zugeführt und bestrahlt. Die Bestrahlung erfolgte durch die Membran. Die Strahlendosis betrug 100 kGy bei einer Beschleunigungsspannung von 180 kV und einer Bandgeschwindigkeit von 2,5 m/min. Bestrahlt wurde unter Stickstoff bei einem Restsauerstoffgehalt von < 100 ppm.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

4.3.2 Diskussion der Ergebnisse

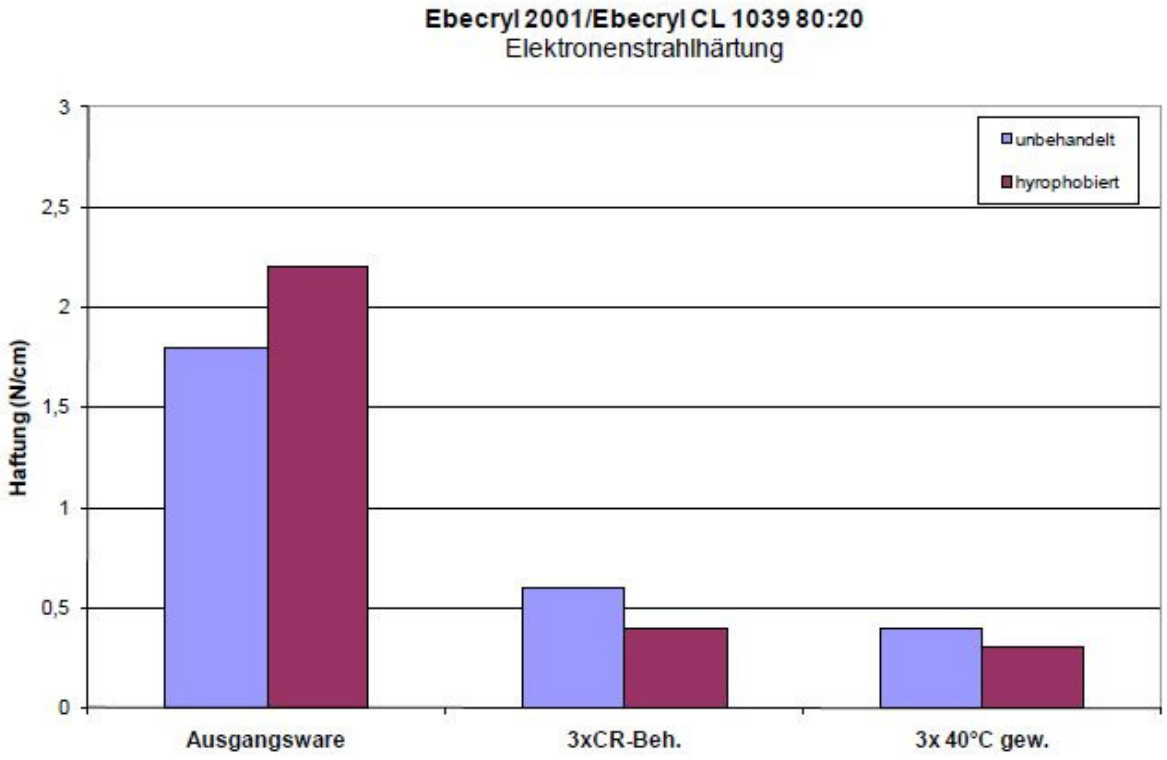


Abb.16: Haftungswerte von Ausgangsware und nach jeweils 3 Zyklen Trockenreinigung bzw. Waschen für Laminate, die mit elektronenstrahlhärtbarem Kleber kaschiert wurden. Vergleich von unbehandeltem und hydrophobiertem PES-Gewebe

Wie aus der Abbildung 16 ersichtlich ist, konnten mit dem elektronenstrahlhärtbaren Klebstoffsystem keine akzeptablen Haftungswerte erreicht werden. Zwar bestätigt sich der Befund aus früheren Untersuchungen, dass zu unbehandelten und hydrophobierten Oberflächen vergleichbare Haftung erhalten wird, aber die Haftungswerte betragen nur ein Drittel der Werte, die mit den Polyurethan-Hotmelts erreicht werden konnten. Erstaunlicherweise geht die Haftung nach chemischer Reinigung bzw. nach dem Waschen fast vollständig verloren, obwohl davon ausgegangen werden kann, dass die Elektronenbestrahlung eine Vernetzung des Klebstoffsystems bewirkt.

Da der Schwerpunkt der Untersuchungen auf den Schmelzkleber lag, konnte im Rahmen des Projekts nicht weiter geklärt werden, worauf die schlechte Performance des strahlenhärtbaren Klebstoffsystems zurückzuführen war.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser
Sekretariat: Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf
Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

5 Zusammenfassung

Im Hinblick auf die Herstellung funktioneller Textilien kommt textilen Verbundsystemen eine hohe Bedeutung zu. Durch die Kombination verschiedener Materialen wird das Eigenschaftsspektrum von Textilien deutlich erweitert und kann an spezielle Anforderungen und Aufgabenstellungen angepasst werden.

Zielsetzung des Projektes war es, durch systematische Untersuchungen festzustellen, wie mit modernen Kaschierverfahren eine optimale Haftung und Permanenz bei der schwierig zu realisierenden Kaschierung von hydrophilen Membranen (bzw. anderen flächenförmigen Substraten) auf hydrophobe Textilien im Hinblick auf Funktion, Wirtschaftlichkeit und technische Umsetzbarkeit am besten erreicht werden kann, und welche Mechanismen eine Rolle spielen. Als primäre Forschungsergebnisse sollten Daten erhalten werden, die aufzeigen, mit welcher Gewichtung verschiedene Einflussfaktoren zur Haftung und den Gesamteigenschaften des Laminats beitragen.

Als Modellsystem für eine hydrophile Membran wurde eine wasserdichte und wasserdampfdurchlässige Copolyestermebran (Sympatex®) verwendet und als Textil ein mit Fluorcarbonharz ausgerüstetes Polyestergewebe. Als Hotmelt-Klebstofftypen wurden nichtreaktive und reaktive Polyurethane (PU), Copolyester (CoPES), Copolyamide (CoPA) und Ethylenvinylacetat-Copolymere (EVA) eingesetzt.

Für Grundlagenuntersuchungen erfolgte eine flächige Verklebung der Substrate. Dadurch konnte sowohl die Haftung zur Membran als auch die Haftung zum Textil eingehend untersucht werden. In weiteren Versuchen erfolgte eine punktförmige Verklebung mittels Pulverauftrag über eine Lochblechschablone und eine Kaschierung mit einer Labor-Hotmeltanlage mit Rasterwalzenauftrag.

Im Rahmen der Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Aufgabenstellung der „Haftvermittlung“ zwischen den unterschiedlich polaren Oberflächen am besten von den Polyurethan-Schmelzklebern gelöst werden kann. Es ergab sich folgende Reihenfolge bezüglich der Haftungswerte: PU > CoPES > CoPA ≈ EVA.

Aus den Versuchen ist eindeutig erkennbar, dass die Haftung der Schmelzklebstoffe zu hydrophilen Membranen bzw. hydrophoben Geweben umso besser gegeben ist, je größer die Ähnlichkeit der chemischen Strukturen der Makromoleküle der beiden Grenzflächen ist.

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Es hat sich gezeigt, dass thermoplastische Polyurethane die besten Adhäsionswerte im Verbundsystem aufweisen. Die gute Haftung ergibt sich aus einer Kombination aus geeigneter chemischer Struktur (PU mit Polyester-Polyol-Blöcken), der dadurch bedingten angepassten Oberflächenenergie und einem vorteilhaften rheologischem Verhalten. Die Auftragstechnik spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, wobei größere Rasterpunkte bessere Ergebnisse erbringen als kleine Punkte.

Ein optimaler Klebstoff für die Verklebung einer hydrophilen, relativ glatten Membran (z.B. Blockcopolyester) mit einem mit Fluorcarbonharzen hydrophobierten Gewebe ist demnach ein Klebstoff der aus hydrophilen und hydrophoben Blöcken besteht.

Diese grundlegenden Erkenntnisse zum Haftungsvermögen von Polyurethan-Schmelzklebern konnten über praxisnahe Kaschierversuche mit punktförmiger Verklebung bestätigt und erweitert werden.

Anhand der erzielten Ergebnisse können den Klebstoffherstellern und Textilkaschierbetrieben wichtige, konkrete Hinweise für eine Verfahrensoptimierung und für die Auswahl von geeigneten Klebstoffsystemen gegeben werden.

6 Literatur

[1] H.-K. Rouette, „Trends beim Beschichten und Laminieren“, Internat. Text. Bulletin; Färberei, Druckerei, Ausrüstung; 43 (1997); 6,8,10,12.

[2] V. von Arnim, P. Schneider, „Anlagen zum Beschichten, Laminieren und Kaschieren von technischen Textilien“, IFB Industrial Fabrics Bulletin 4 (2003), 44-46.

[3] G. Gillessen, „Neue Technologien der Textillaminierung“, Konferenz-Einzelbericht; Internat. Techtextil-Symposium 5 (1993), 1-8.

[4] J. Barton, „Technical Fashion Boosts demand“, Internat. Dyer 188 (2003), 31,33, 35-36.

[5] T. Kolbusch, R. Reuscher, „New developments in high performance coatings”, Konferenz-Einzelbericht; Internat. Techtextil-Symposium 5 (2001), 1-14.

[6] W. C. Wake, „Adhesion and Formulation of Adhesives“, Applied Science Publishers Ltd., London (1976).

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat: Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

[7] W.Krings, M. Hänsch, M. Krings, „Laminierung und Kaschierung dreilagiger Textilverbunde und atmungsaktiver Folien“, Techn. Textilien 46 (2003), 66, 69.

[8] C. Meckel-Jonas, J. Fett-Schudnagis, H. Onusseit, „Textilkaschierungen mir reaktiven Polyurethan-Schmelzklebstoffen“, Coating 38 (2005), 172-175.

[9] C. Meckel-Jonas, J. Fett-Schudnagis, „Novel universal adhesives for the production of laminates for leisure- and work wear“, Konferenz-Einzelbericht; Internat. Symp. Für Hochtechnologie-Bekleidungstextilien und Fashion Engineering /Avantex (2000), 1-4.

[10] G. Festel, A. Proß, H. Stepanski, H. Blankenheim, R. Witkowski, „PUR-Klebstoffe – Zusammenhalt in Vielfalt“, Adhäsion – Kleben & Dichten 41 (1997), 16, 18-20.

[11] T. Verweerden, „Kaschierklebstoff-Systeme – Eigenschaften und typische Problemfälle“, Konferenz-Einzelbericht; Freisinger Tage: Barrierematerialien und flexible Verpackungen (2000), 1-36.

[12] K.-H. Albert, „Kaschierung von Autoinnenteilen mit PUR-Schmelzklebstoffen“, Konferenz-Einzelbericht; Swiss Bonding; Internat. Symp. Swissbonding 7 (1993), 292-322.

[13] P. Kemper, „Hotmelt-Beschichtungen für thermoplastische Copolyamid- und Copolyester-Schmelzklebstoffe“, Techn. Textilien 46 (2003), 276-278.

[14] P. Kemper, „Hotmelteinsatz in der Textilindustrie“, Adhäsion – Kleben & Dichten 40 (1996), 12, 14-15.

[15] Ch. Welter´, „Hotmelt – Machine or adhesive?“, Konferenz Einzelbericht; Ems Customer Convention „Technical Adhesion“ (2002).

[16] A. Galan, „Hot Melt for Automotive Interiors“, Konferenz Einzelbericht; Ems Customer Convention „Technical Adhesion“ (2002).

[17] R. Reuscher, A. Glawe, A. Giessmann, „Moderne Hotmelt-Anwendungen für kaschierte und laminierte textile Erzeugnisse“, Techn. Textilien 45 (2002), 220-222.

[18] B. Can, E. Weiss, “Vergleich von vier Hotmelt-Beschichtungsmethoden“, Unitex (2003), 31-33.

[19] S.S. Vojuckij, “Autohesion and adhesion of high polymers”, John Wiley & Sons, New York, London, Sydney (1963).

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Institutsleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Forschung vom Molekül zum Material

Sekretariat: Claudia Rogalski

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 15178 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „Neue Produkte bei der Textilkaschierung durch optimierte Haftvermittlung zwischen hydrophoben und hydrophilen Oberflächen“ (AiF-Nr. 15178 N) ist am Institut für Textilchemie und Chemiefasern Denkendorf (ITCF Denkendorf) erhältlich.

Ansprechpartner

Dr. Bernd Clauß, (bernd.clauss@itcf-denkendorf.de)

Institut für Textilchemie und Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Forschung vom Molekül zum Material

Institutsleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael R. Buchmeiser

Sekretariat:
Claudia Rogalski

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0)7 11 / 93 40 - 101
Fax: +49 (0)7 11 / 93 40 - 185
claudia.rogalski@itcf-denkendorf.de
www.itcf-denkendorf.de