

Kurzbericht zum Projekt Qualitätssicherung klebebasierter Verbindungstechnik für Luftdichtheitsschichten

1 Einleitung

Die Ausführung von Stößen, Überlappungen und Anschlüssen von Luftdichtheitsschichten mit Klebebändern und Klebemassen muss dauerhaft sichergestellt sein. Dauerhaftigkeit beschreibt im Bauwesen einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren. DIN 4108-7 enthält für Verklebungen von Bahnen untereinander bzw. für Anschlüsse (z.B. Folie an Mauerwerk) eine Vielzahl von Konstruktionsempfehlungen auf der Basis moderner Klebebänder und -massen, welche auch ohne mechanische Sicherung auskommen sollen. Diese Konstruktionsempfehlungen können derzeit auf Grund fehlender Vergleichsmöglichkeiten kaum als gesicherter Stand der Technik erachtet werden.

Marktführende Hersteller geben auf der Basis eigener Untersuchungen für ihre Produkte i.d.R. eine "weitreichende" Lebensdauergarantie, meist jedoch ohne konkrete Angabe von Zeiträumen. Darüber hinaus haben sie kein Eigeninteresse daran, Informationen zu ihren jeweiligen hausinternen Versuchsreihen preiszugeben. Es erscheint daher unabdingbar, unabhängige Prüfungen zu etablieren. Dadurch könnten ungeeignete Produkte bzw. Produktkombinationen frühzeitig als solche erkannt werden. Die Anwender wie Handwerker bzw. kleine und mittlere Unternehmen können zukünftig Bauwerksmängel und Regressforderungen vermeiden.

Im Rahmen eines vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung geförderten Forschungsprojekts werden zunächst die Prüfmethode zur Beurteilung von Klebeverbindungen untereinander verglichen. Basierend auf einer Literaturrecherche werden insbesondere die Verfahren und Anforderungen der einzelnen Normen detailliert betrachtet.

Im Anschluss an diese Recherche werden Messreihen an heute üblicherweise verwendeten Kombinationen von Klebebändern und Substraten durchgeführt. Anhand der Untersuchungsergebnisse soll zum Einen eine Rangliste und zum Anderen eine objektive Vergleichsmöglichkeit der Produktkombinationen geschaffen werden.

Beide Projektteile – Untersuchungsmethodik und Produktranking – tragen dazu bei, von einer unabhängigen Stelle ermittelte Untersuchungsergebnisse für die freie Verwendung am Markt zur Verfügung zu stellen. Dies ist ein notwendiger Schritt zum Schutz der Anwender vor ungeeigneten Produkten.

2 Grundlagen zur Beurteilung von Klebeverbindungen

Für eine gute Verklebung ist die Adhäsion der Verbindung von entscheidender Bedeutung. Der Begriff Adhäsion beschreibt die Haftkraft zwischen den Fügepartnern. Diese Haftkraft wird von der Temperatur, Witterung, Alter der Verbindung und der inneren Festigkeit (Kohäsion) des Klebstoffes beeinflusst. Ein adhäsives Versagen einer Verbindung ist gekennzeichnet durch die vollständige Trennung des Klebstoffs von der zu verklebenden Oberfläche. Kohäsionsversagen beschreibt die Zerstörung des inneren Zusammenhalts eines Klebstoffes.

Zur Ausbildung einer adhäsiven Bindung ist eine molekulare Annäherung (Benetzung) des Klebstoffes an die Substratoberfläche notwendig. Eine gute Benetzung eines Festkörpers durch eine Flüssigkeit ist gegeben, wenn die Oberflächenspannung σ_L der Flüssigkeit kleiner oder gleich der Oberflächenspannung σ_S des Festkörpers ist (Index L = Liquid; entspricht dem Klebstoff, Index S = Solid; entspricht dem Substrat).

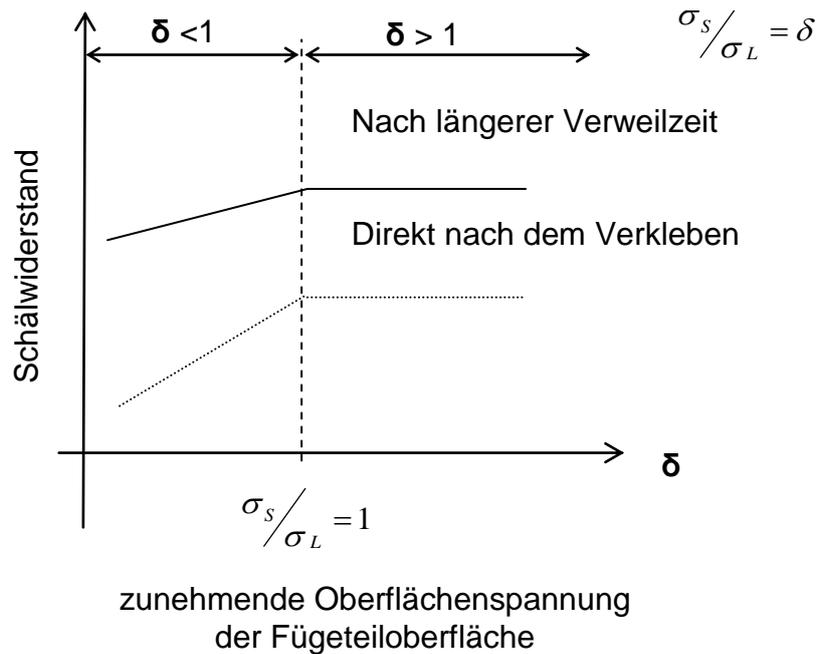


Bild 2-1: Zusammenhang zwischen Oberflächenspannung und Tack [1].

Ist der Wert der Oberflächenspannung des Substrates höher als der des Haftklebstoffes, stellt sich ein weitgehend von der Oberflächenspannung des Substrates unabhängiges Schälverhalten ein (siehe Bild 2-1). Ist $\sigma_s/\sigma_L < 1$, liegen tendenziell ungünstigere Verhältnisse vor.

Haftklebstoffe mit niedriger Oberflächenspannung zeigen auf einer großen Zahl von Substraten eine gute Anfangshaftung (Tack) [2]. Wie in Bild 2-1 zu sehen, gelten die vorher beschriebenen Zusammenhänge zwischen den Verhältnissen σ_s/σ_L und den resultierenden Schälwiderständen sowohl für die Anfangshaftung (direkt nach dem Verkleben) als auch nach längerer Verweilzeit (s. a. [3]).

Die meisten Normen und Verfahren zur Beurteilung der Schälkraft verwenden als Substrat einen Werkstoff mit hoher Oberflächenspannung, wie z.B. Metall. Dieser weist eine Oberflächenspannung von rd. 2000 mN/m (Eisen) auf. Für die Auswahl eines geeigneten Klebebandes ist zu beachten, dass die typischerweise als Luftdichtheitsschichten eingesetzten Materialien, z.B. PE-Folien, eine Oberflächenspannung in einem Bereich von rd. 30 mN/m aufweisen. Diese Werte weichen deutlich von dem des Werkstoffs Metall ab.

Voraussetzung für die Beurteilung einer Klebeverbindung ist die Kenntnis der Oberflächenspannung von Substrat und Klebeband, da nur durch die Kombination geeigneter Komponenten eine gute Klebwirkung erreicht werden kann.

3 Auswahl einer Testreihe von Klebebändern und Substraten

Um für die anstehenden Untersuchungen eine Auswahl an Klebebändern und Substraten zu treffen, wurde eine Recherche bzgl. der auf dem Markt befindlichen Produkte durchgeführt. Aufgrund dieser Recherche sind 12 Klebebänder ausgewählt worden (siehe Tabelle 3-1). Die verwendeten Substrate sind in Tabelle 3-2 zusammengestellt.

Tabelle 3-1: Auswahl an verwendeten Klebebändern.

Produkt	Herstellung/Vertrieb	Verwendete Abkürzung
1	Firma A	FTK 1
2	Firma B	FTK 2
3		FTK 3
4	Firma C	FTK 4
5	Firma D	FTK 6
6	Firma E	FTK 7
7		FTK 8
8	Firma F	FTK 10
9		FTK 11
10		FTK 12
11	Firma C	FTK 14
12		FTK 15

Tabelle 3-2: Auflistung der Substrate für die durchgeführten Prüfungen.

Substrat	Verwendete Abkürzung
Niedrigenergetische Kunststoffolie mit einer Oberflächenspannung von ca. 30 mN/m	FTS 1
Finish Fichtensperrholz BFU 100; gestempelt DIN 68705 Teil 3; 15 mm stark.	FTS 2
PE-Folie: Thermolan LDS 100 /DIN 4102-B2; mit einer Oberflächenspannung im Bereich von 40-42 mN/m Herstellung/Vertrieb Knauf Insulation	FTS 3
PE-Folie mit einer Oberflächenspannung im Bereich von 40-42 mN/m Herstellung/Vertrieb Owolen	FTS 4

4 Beschreibung der Messverfahren und der Belastungsfälle

Für die Untersuchungen der Klebeverbindungen kommen die aufgrund der Erkenntnisse aus der erstellten Literaturrecherche und den Erfahrungen von Testmessungen und Voruntersuchungen die Verfahren

- 180° Schältest (mit einer Schälgeschwindigkeit von 10 mm/Minute)
- Spontanhaftung „Tack“ bei niedrigen Lufttemperaturen (-5 °C)
- Künstliche Alterung der Klebeverbindung (65 °C / 80 % r.F.)

zum Einsatz.

Bei den durchgeführten Untersuchungen wird grundsätzlich zwischen dem Referenzfall und dem Belastungsfall unterschieden. Im Referenzfall wird die Schälkraft der betrachteten Klebeband-Substrat-Kombination bei Normklima (23 °C und 50 % r. F.) ermittelt. Dies bedeutet, dass die Fügepartner bei Normklimabedingungen konditioniert, verklebt und 48 Stunden ausgehärtet werden. Anschließend folgt der 180°-Schältest zur Ermittlung der aufnehmbaren Schälkraft bei Normklima.

Die zwei Belastungsfälle zur Charakterisierung der Qualität von Verklebungen sind die Spontanhaftung bei niedrigen Lufttemperaturen und die Dauerhaftigkeit der Verklebungen unter dem Einfluss hoher Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Die Klebeverbindungen werden hierfür für einen definierten Zeitraum in dem jeweiligen Klima des Belastungsfalls konditioniert. Anschließend wird die Schälkraft mit dem 180°-Schältest unter Normklima ermittelt. Nach Abschluss aller vorgesehenen Untersuchungen sind die Ergebnisse der Schälkraftmessungen des Referenzfalls $F_{S,m,R}$ und des jeweiligen Lastfalls $F_{S,m}$ gegenüberzustellen und zu bewerten.

4.1 Belastungsfall Spontanhaftung „Tack“ bei niedrigen Lufttemperaturen

Um die Spontanhaftung der Klebebänder im Hinblick auf die Verarbeitbarkeit unter praxisnahen Klimabedingungen im Winter zu beurteilen, wird ein von der Norm abweichendes Verfahren herangezogen. Untersucht wird die Anfangshaftung bei - °C Lufttemperatur. Die Schälkraftwerte $F_{S,m}$ des Lastfalls bei niedrigen Lufttemperaturen werden den Werten $F_{S,m,R}$ des Referenzfalls bei 23 °C Lufttemperatur und 50 % relativer Luftfeuchte gegenübergestellt und bewertet.

4.2 Belastungsfall künstliche Alterung

Basis der Untersuchungen bildet ASTM D 3611 [4], die ein Verfahren zur Untersuchung von Haftklebebändern im unverklebten Zustand beschreibt. Auf der Grundlage von ASTM D 3611 wird der Versuchsaufbau erstellt und die Versuchsdurchführung bei 65 °C Lufttemperatur und einer relativen Luftfeuchte von 80 % vorgenommen. Unter den genannten Voraussetzungen entsprechen laut ASTM D 3611 96 h beschleunigter Alterung 2 Jahren natürlicher Alterung. Die genannten Angaben der natürlichen Alterung beziehen sich auf die Lagerzeit von Klebebändern in unverklebtem Zustand.

In SATAS [5] wird hinsichtlich der künstlichen Alterung ein Verhältnis von 7 Tagen zu 1 Jahr angegeben. Hierbei handelt es sich um eine Untersuchung zu chirurgischen Pflastern bezüglich ihrer Lagerungszeit und der künstlichen Alterung. In Bezug auf SATAS entsprechen 42, 119 und 210 Tage künstlichen Alterung 6, 17 und 30 Jahre natürlicher Alterung.

5 Darstellung der Untersuchungsergebnisse

5.1 Messergebnisse aus der Untersuchung zur Spontanhaftung

Die Gegenüberstellung der Schälkraftwerte der Klebebänder in Kombination mit dem Substrat PE-Folie (FTS 1) zeigen deutlich den Unterschied zwischen dem des Referenzfall $F_{S,m,R}$ und Lastfall $F_{S,m}$ bei -5 °C. Der Schälkraftunterschied zwischen dem Referenz- und Lastfall beträgt maximal 86%. Ein selbstständiges Versagen der Verklebung während des Versuchs ist bei keiner Klebeverbindung zu beobachten (Bild 5-1).

Die Beachtung der Messergebnisse auf dem Substrat Sperrholz (FTS 2) zeigt, dass die Schälkraft im Referenzfall um den Faktor bis zu 5 höher und im Lastfall Anfangshaftung bei -5°C um den Faktor bis zu 7 höher ist als auf dem Substrat PE-Folie FTS 1.

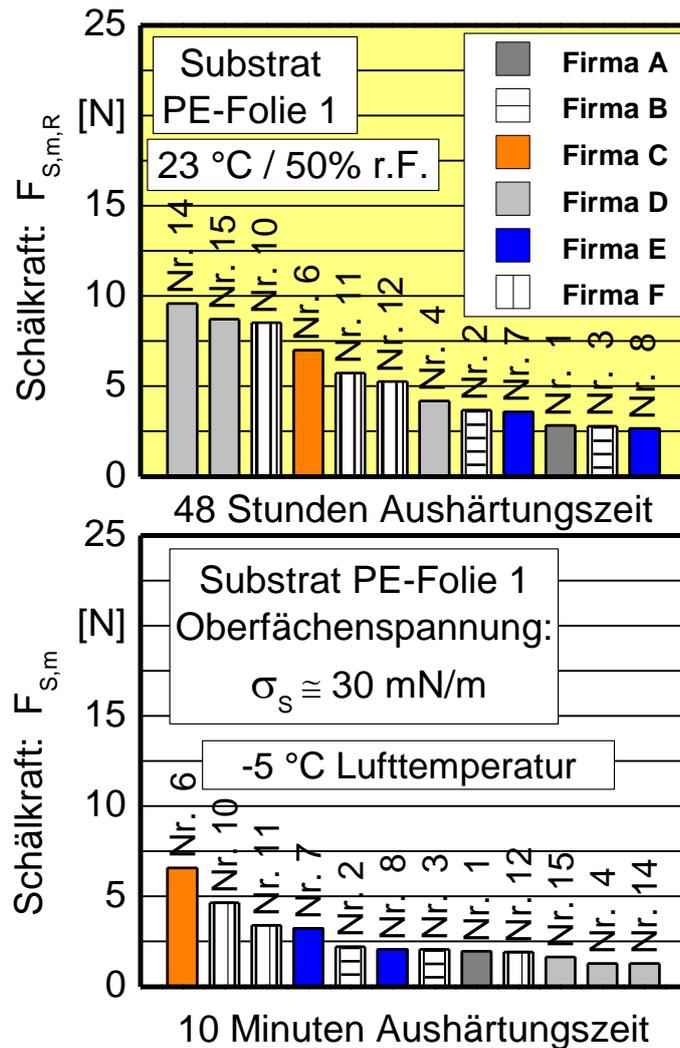


Bild 5-1: Dargestellt sind die mittleren Schälkräfte $F_{S,m,R}$ aller betrachteter Klebebänder in Kombination mit der PE-Folie (FTS 1) für den Referenzfall nach 48 Stunden Aushärtungszeit bei 23 °C / 50 % r.F. sowie die mittleren Schälkräfte $F_{S,m}$ nach 10 Minuten Aushärtungszeit und bei -5 °C. Als Substrat wird die PE-Folie (FTS 1) mit einer Oberflächenspannung von $\sigma_s = 30 \text{ mN/m}$ verwendet. Die Schälkraftwerte sind der Größe nach absteigend sortiert.

5.2 Messergebnisse aus der Untersuchung der Dauerhaftigkeit

Bei der Betrachtung der Ergebnisse aus den Versuchen zur beschleunigten Alterung zeigt sich deutlich der Zusammenhang zwischen der Oberflächenspannung des Untergrundes und der erreichbaren Schälkraft des Klebebandes. Mit zunehmender Oberflächenspannung des Untergrundes steigt auch die aufnehmbare Schälkraft der Klebebänder. Betrachtet man die Schälkraftwerte auf der PE-Folie (FTS 1) mit einer Oberflächenspannung von ca. 30 mN/m, erreichen nur die Klebebänder FTK 4, FTK 14 und FTK 15 die 210 Tage andauernde beschleunigte Alterung. Alle anderen Klebebänder dieser Versuchsreihe haben mindestens einen Ausfall in der betrachteten Messreihe und erscheinen somit für eine dauerhaft luftdichte Verklebung mit einer Folie, die eine Oberflächenspannung kleiner oder gleich 30 mN/m aufweist, als nicht geeignet.

Die gemessenen Schälkräfte auf dem Substrat PE-Folie FTS 3 und FTS 4 (Oberflächenspannung ca. 40 - 42 mN/m) bestätigen den Zusammenhang zwischen der Oberflächenspannung der Fügepartner und den erreichbaren Schälkräften. Die Schälkräfte sind deutlich höher als auf der PE-Folie FTS 1.

Auf dem Substrat Sperrholz (FTS 2) sind die gemessenen Schälkräfte zu allen Messzeitpunkten der beschleunigten Alterung höher als auf den betrachteten PE-Folien. Das Alterungsverhalten der untersuchten Klebebänder ist auf dem Sperrholz bis auf drei Ausnahmen unkritisch. Die Ausnahmen bilden die Klebebänder FTK 4, FTK 10 und FTK 14. Bei den drei genannten Klebebändern ist ein selbstständiges Versagen der Verklebung bei einem Messzeitpunkt festzustellen.

Die beispielhaft in Bild 5-2 über den Zeitpunkten der beschleunigten Alterung aufgetragenen mittleren Schälkräfte der Klebebänder FTK 2 und FTK 3 in Kombination mit den Substraten PE-Folie FTS 1, 3, 4 und Sperrholz FTS 2 zeigen den Einfluss der Substratbeschaffenheit auf die mittlere Schälkraft und das Alterungsverhalten der Klebeverbindungen. Für die PE-Folien FTS 3 und FTS 4 liegen keine Messwerte für die beschleunigte Alterung von 210 d vor.

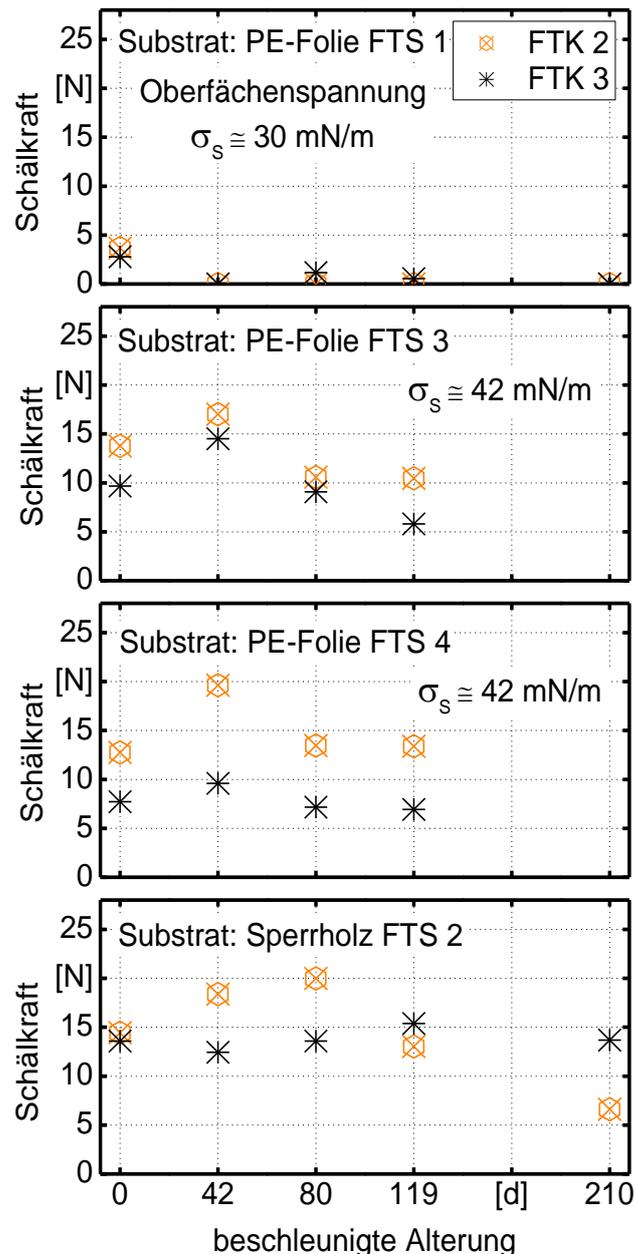


Bild 5-2: Schälkraftverlauf für das Klebeband FTK 2 und FTK 3 in Kombination mit den Substraten PE-Folie FTS1, FTS 3, FTS 4 und dem Sperrholz FTS 2. Dargestellt sind die Werte für den Referenzfall nach 48 Stunden Aushärtungszeit bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte sowie nach 42, 80, 119 und 210 Tagen beschleunigter Alterung bei 65 °C und 80 % relativer Luftfeuchte. Für die PE-Folien FTS 3 und FTS 4 stehen für 210 d beschleunigte Alterung keine Werte zur Verfügung.

6 Kennzeichnung der Klebeverbindungen

Um die Bewertung der Klebeverbindungen unter Normbedingungen (Referenzfall) sowie die Dauerhaftigkeit der Verbindung im Versuch der beschleunigten Alterung und Größe der Schälkraft im Vergleich zur Anfangshaftung bei niedrigen Lufttemperaturen zu beschreiben, wird die $N_{D/A}$ -Kennzeichnung eingeführt (Schälkraft unter Normbedingungen, die Dauerhaftigkeit einer Verbindung und die Anfangshaftung). Die Kennzeichnung der Klebebänder erfolgt in Kombination mit den betrachteten Untergründen. Beschrieben wird die Schälkraft nach 48 h Aushärungszeit unter Normbedingungen, die Restschälkraft nach der beschleunigten Alterung (Dauerhaftigkeit) sowie die Restschälkraft nach 10 Minuten Aushärungszeit bei einer von der Normbedingung abweichenden Lufttemperatur von -5 °C .

Der erste Schritt einer Kennzeichnung ist die Einteilung der Klebeverbindungen nach der Größe der messbaren Schälkraft $F_{S,m,R}$ unter Normbedingungen. Hierzu werden vier Eignungsklassen **A**, **B**, **C** und **D** eingeführt, von denen jede einen definierten Schälkraftbereich beschreibt. Die Untergliederung der Klassen **A**, **B**, **C** und **D** ist in Tabelle 6-1 dargestellt.

Tabelle 6-1: Schälkraftbereiche der Einteilungsklassen im Referenzfall.

Klasse	mittlere Schälkraft $F_{S,m,R}$ im Referenzfall
A	$F_{S,m,R} > 15\text{ N}$
B	$15\text{ N} \geq F_{S,m,R} > 10\text{ N}$
C	$10\text{ N} \geq F_{S,m,R} > 5\text{ N}$
D	$5\text{ N} \geq F_{S,m,R} > 0\text{ N}$

Nach der Einteilung der Klebeverbindungen in die jeweilige Klasse nach Tabelle 6-1 folgt die Beurteilung der Alterungsbeständigkeit der Klebeverbindung. Die Alterungsbeständigkeit wird mit Hilfe eines Bewertungsindex ausgedrückt. Dieser Index gibt den prozentualen Wert der Schälkraft $F_{S,m}$ des Belastungsfalls (beschleunigte Alterung bei $65\text{ °C} / 80\% \text{ r.F.}$) in Bezug auf den erzielten Wert $F_{S,m,R}$ im Referenzfall wieder. Die Einstufung des Bewertungsindex der Alterungsbeständigkeit ist in Tabelle 6-2 angegeben.

Die Beurteilung der Anfangshaftung wird ebenfalls mit Hilfe eines Bewertungsindex (siehe Tabelle 6-2) ausgedrückt. Dieser Index gibt die prozentuale Größe der Schälkraft $F_{S,m}$ des Belastungsfalls (Anfangshaftung bei -5 °C in Bezug auf den erzielten Wert der Schälkraft $F_{S,m,R}$ des Referenzfalls wieder.

Tabelle 6-2: Bewertungsindex der Lastfälle (Alterungsbeständigkeit und Anfangshaftung).

Index	mittlere Schälkraft $F_{S,m}$ im jeweiligen Belastungsfall
100	$F_{S,m} > 80\% F_{S,m,R}$
80	$80\% F_{S,m,R} \geq F_{S,m} > 60\% F_{S,m,R}$
60	$60\% F_{S,m,R} \geq F_{S,m} > 40\% F_{S,m,R}$
40	$40\% F_{S,m,R} \geq F_{S,m} > 20\% F_{S,m,R}$
20	$20\% F_{S,m,R} \geq F_{S,m} > 0\% F_{S,m,R}$
0	Versagen der Verklebung

Beispiel: N_{D/A}-Kennzeichnung für das Klebeband FTK 2 in Kombination mit dem Substrat Sperrholz FTS 2 nach 210 d beschleunigter Alterung (s. Bild 6-1).

F_{S,m,R} nach 48 h Aushärtungszeit bei 23 °C / 50 % r.F. = 14,4 N
 F_{S,m} nach 210 d beschleunigter Alterung bei 65 °C / 80 % r.F.= 6,6 N
 F_{S,m} Anfangshaftung nach 10 Minuten Aushärtungszeit bei -5 °C = 13,7 N

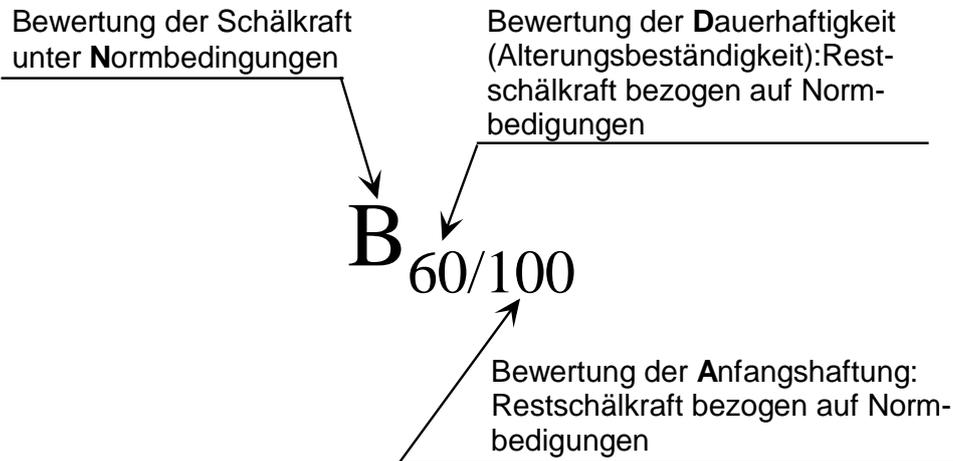


Bild 6-1: N_{D/A}-Kennzeichnung für Klebeband-Substrat-Kombination FTK 2/FTS 2.

Die N_{D/A}-Kennzeichnungen aller betrachteten Klebeverbindungen nach 119 d beschleunigter Alterung sind in Tabelle 6-3 aufgeführt.

Tabelle 6-3: N_{D/A} Kennzeichnung der Klebeverbindungen nach 119 d beschleunigter Alterung. Bei den Messungen der PE-Folien FTS 3 und FTS 4 sind keine Messungen zur Anfangshaftung durchgeführt worden.

N _{D/A} -Kennzeichnung nach 119 d beschleunigter Alterung				
Klebeband	Substrat			Sperrholz FTS 2
	FTS 1 $\sigma_s \approx 30 \text{ mN/m}$	PE-Folie FTS 3 $\sigma_s \approx 42 \text{ mN/m}$	FTS 4 $\sigma_s \approx 42 \text{ mN/m}$	
FTK 1	D _{0/80}	A _{20/-}	B _{60/-}	A _{100/100}
FTK 2	D _{0/60}	B _{80/-}	B _{100/-}	B _{100/100}
FTK 3	D _{40/60}	C _{60/-}	C _{100/-}	B _{100/80}
FTK 4	D _{60/40}	D _{100/-}	D _{100/-}	C _{0/100}
FTK 6	C _{0/100}	C _{0/-}	C _{0/-}	C _{100/100}
FTK 7	D _{60/100}	D _{0/-}	D _{100/-}	D _{100/100}
FTK 8	D _{0/80}	C _{100/-}	D _{100/-}	C _{100/100}
FTK 10	C _{0/60}	B _{0/-}	A _{100/-}	A _{20/60}
FTK 11	C _{0/60}	C _{60/-}	C _{0/-}	C _{60/100}
FTK 12	C _{0/40}	C _{0/-}	B _{60/-}	B _{100/40}
FTK 14	C _{60/20}	A _{100/-}	A _{100/-}	A _{60/40}
FTK 15	C _{60/20}	B _{100/-}	A _{100/-}	B _{100/60}

Aufgrund der hohen Schälfkräfte sind die Klebeverbindungen der Eignungsklassen A und B grundsätzlich zu empfehlen. Nach der beschleunigten Alterung soll die mittlere Schälfkraft F_{S,m} noch mindestens 40% des Referenzwertes F_{S,m,R} erreichen. Für die

Anfangshaftung nach 10 Minuten Aushärtungszeit bei -5 °C Lufttemperatur ist für $F_{S,m}$ ein Wert von mindestens 40% des Referenzwertes $F_{S,m,R}$ nachzuweisen. Wegen der niedrigen Schälkräfte im Referenzfall ist die Klasse C nur mit der Einschränkung, dass $F_{S,m}$ nach der beschleunigten Alterung noch mindestens 60% des Wertes von $F_{S,m,R}$ aufweisen muss, zu empfehlen.

7 Zusammenfassung

Zur Beschreibung der Qualität von Klebeverbindungen für Luftdichtheitsschichten wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens umfangreiche Untersuchungen hinsichtlich der Einflüsse unterschiedlicher Verarbeitungsbedingungen und der beschleunigten Alterung vorgenommen. Basierend auf einer Literaturrecherche werden Grundlagen zu Klebeverbindungen aufgezeigt, und es werden Methoden zu messtechnischen Untersuchungen vorgestellt.

Gegenstand der Untersuchungen sind vier Substrate (3 PE-Folien, ein Fichtensperrholz) sowie 12 Klebebänder. Die Auswahl der Substrate und Klebebänder erfolgte vor dem Hintergrund einer durchgeführten Marktstudie.

Die Beurteilung der Klebebänder bezüglich der Eignung als dauerhaft luftdichte Verklebung unter Zuhilfenahme der im Rahmen des Forschungsprojekts angewandten Prüfmethode der beschleunigten Alterung und der Beurteilung der Anfangshaftung bei niedrigen Temperaturen zeigt deutlich, dass das Alterungsverhalten und die Größe der im Schälversuch messbaren Schälkraft auch eine Abhängigkeit von dem gewählten Substrat (Untergrund) aufweist. Die Untersuchungen zeigen, dass das Substrat PE-Folie mit niedriger Oberflächenspannung die Schwachstelle für eine dauerhaft luftdichte Verbindung darstellt. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die Qualität des Untergrunds für eine dauerhafte Verbindung von entscheidender Bedeutung ist und die Wahl von qualitativ hochwertigen Folien für die Luftdichtheitsschicht die Dauerhaftigkeit einer Klebeverbindung verbessert. PE-Folien, die eine Oberflächenspannung unter 40 mN/m aufweisen, sind aufgrund der Messergebnisse nicht zu empfehlen.

Um dem Anwender die Wahl einer dauerhaften Produktkombination zu erleichtern, ist eine Kennzeichnung der Klebeverbindung notwendig. Als fundierte Möglichkeit zur Beschreibung der Qualität einer Klebeverbindung wird die $N_{D/A}$ -Kennzeichnung eingeführt. Berücksichtigt werden die Schälkraft unter Normbedingungen, die Dauerhaftigkeit einer Verbindung und die Anfangshaftung. Beschrieben wird die Schälkraft nach 48 h Aushärtungszeit unter Normbedingungen, die Veränderung der Schälkraft nach der beschleunigten Alterung (Dauerhaftigkeit) sowie die Schälkraft nach 10 Minuten Aushärtungszeit bei einer von der Normbedingung abweichenden Lufttemperatur von -5 °C .

Mit der Kennzeichnung steht dem Anwender ein praktikables Instrument zur Verfügung, um ein für seinen Verarbeitungsfall abgestimmtes Klebeband auszusuchen. Alle Klebebänder, die eine Eignung für eine dauerhaft luftdichte Verbindung für sich beanspruchen, sollten mit der vorgeschlagenen Kennzeichnung versehen sein.

8 Literatur

- [1] Geiß P.: Verarbeitungskonzepte und Belastungskriterien für Haftklebstoffe, Dissertation Universität Kaiserslautern, ISBN 3-927235-25-3 1998.
- [2] Satas: D.: Handbook of pressure sensitive adhesive technology Peel Donatas Satas 61
- [3] Hüther, Ralf: Ein Beitrag zur Klärung der Adhäsionsmechanismen von Haftklebstoffen. Ralf Hüther. –Als Ms. gedr.- Aachen: Shaker, 1995 Zugl.: Kaiserslautern, Univ., Diss., 1995
- [4] ASTM: D 3611–77 (Reapproved 1981)
American Society for Testing and Materials; Standard Practice for Accelerated aging of pressure sensitive tapes.
- [5] Satas, D. (ed.) „Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology“ Van Nostrand Reinhold, New York, 2nd Edition, 1989, S. 247 –249, ISBN 0-442-28026-2.