

Vielseitigkeit von der Rolle: Kleben und Schweissen mit Klebefilmen

Einleitung

Das industrielle Kleben und Schweissen mit Schmelzklebstoffen in Filmform, den Heissklebefilmen ist eine besonders junge Technik. Die Einsatzmöglichkeiten werden im folgenden Artikel näher erläutert.

Die Verbundwerkstoffe und Textilindustrie gehören zu den geeignetsten Industriezweigen für Klebefilme. In nicht-konstruktiven Verbunden haben in den letzten 30 Jahren die Hotmelts nicht zuletzt wegen ihrer geringen Umweltbelastung eine starke Position erkämpft. Thermoplastische Klebefilme bilden eine wertvolle Ergänzung, weil eine höhere Kriechbeständigkeit für konstruktive Verklebungen erzielt werden kann. Heiss- oder Schmelzklebefilme könnte man als eine sehr verarbeitungsfreundliche Form von «Hotmelts» charakterisieren, da sie ohne Auftragsaggregate an den Verarbeitungsanlagen auskommen. Aber nicht nur bei den Applikationstechniken, sondern auch in den Rohstoff- und Verbundeigenschaften gibt es deutliche Unterschiede zwischen Hotmelts und Heissklebefilme: Heissklebefilme erlauben eine kontinuierliche oder diskontinuierliche Verklebung auch grossflächiger Materialien mit hohem Automatisierungsgrad und hoher Applikationsgeschwindigkeit. Die Materialien, vom Textil oder Nonwoven bis zur Alu-Folie, vom PVC bis zum PU-Schaum, können in Kalandern, Pressen oder anderen Anlagen unter Wärme und Druck und Zeit verklebt werden.

Neben den klassischen Heiztechniken, der Aufheizung mittels Dampf, Öl, IR-Heizung und Heissluft sind insbesondere auch die HF- und Ultraschalltechniken zu erwähnen – Techniken, die im Textilbereich seit inzwischen mehr als 40 Jahren erfolgreich zum Schweissen eingesetzt werden.

HF- und Ultraschall erlauben ein sehr schnelles Erwärmen der Klebefuge bei hoher Prozesssicherheit. In diesen Fällen wird der Heissklebefilm häufig als Schweisshilfsmittel eingesetzt, das nicht verschweissbare Substrate «verschweisbar» macht z.B. schwer schmelzbare Textilien, die dann in einer Art Mischtechnik verschweisst und verklebt werden. Elegant ist die Verwendung von Betriebswärme in Anlagen zur Aufheizung des Verbundes.

Applikationsbeispiele z.B. aus Textil- und Kfz-Industrie sollen helfen, das Verständnis für Filme und die damit verbundenen Verarbeitungstechniken zu vertiefen.

Weiterhin werden wir einen Überblick über die vielfältigen Anwendungen von Heissklebefilme in der Industrie geben. Neben der «einfachen» Verklebung werden Heissklebefilme zum Verfestigen von Fasern, zur Beschichtung und Abdichtung, zur Schwingungsdämmung und als Rutsch-Bremse eingesetzt.

Schwierige Kleb- und Abdichtaufgaben können durch Mehrschichtfilme gelöst werden.

1. Produktionsverfahren von Heissklebefilmen

Heissklebefilmen werden mittels Blas- oder Breitschlitzextrusion (= *Flachextrusion* oder *Cast*) extrudiert, wie in Bild 1 dargestellt. Bei beiden Verfahren wird der Rohstoff in einem Extruder erhitzt, bis er dünnflüssig ist. Dann wird er mit einer Breitschlitzdüse (unten) zu einer flachen Folie oder mit einer Ringdüse (oben) zu einem Schlauch geformt. Beide Produktionsweisen und die nachgeschalteten Wickel- und Schneideanlagen ermöglichen:

Kundenspezifische Fertigung in der benötigten Breite und Stärke (g/m²)

	Breitschlitzextrusion	Blasextrusion
Dicke	15 bis 500 g/m ²	15 bis 200 g/m ²
Breite	10 bis 2000 mm	10 bis 3000 mm

Mit dem breiten Spektrum von Thermoplasten sind nicht nur unterschiedliche Rohstoffbasen wie Copolyolefin, CoPA, CoPET oder TPU, sondern auch Rohstoffe unterschiedlichster Viskosität gemeint. Extruder «schlucken» Rohstoffe, die im geschmolzenen Zustand dünnflüssig bis hochviskos sein können, und somit sind die Filme auch von dünnflüssig bis hochviskos einstellbar.

Durch Coextrusion sowie Extrusion von mehreren Film-Lagen aufeinander in einer Flachextrusionsanlage können mehrlagige Filme hergestellt werden. Und durch Extrusion mit der Breitschlitzdüse auf Gewebe oder andere flache Substrate sind Beschichtungen oder Verklebungen direkt auf der Extrusionsanlage möglich.

2. Klebefilme – das Klebprinzip

Der Heissklebefilm wird zwischen die zu verklebenden Teile gelegt und dieses «Gelege» wird unter Druck ca. 10–30 °C über den Schmelzpunkt erhitzt, bis der Film schmilzt und die Oberflächen der Substrate benetzt. Das Gelege kühlt ab und es entsteht ein Verbund.

Es handelt sich also um einen 3-Stufenprozess:

1. Aufheizen (bis Schmelzpunkt + X °C)
2. Verpressen in der Hitze um Benetzung zu erzielen
3. Abkühlen (bis Schmelzpunkt - X °C), meist unterstützt durch Druck

Die Geschwindigkeit des Klebprozesses hängt primär von der Geschwindigkeit ab, mit der Wärme in die Klebfuge hinein und aus ihr abgeführt wird. Besonders schnell wird Wärme in der Klebfuge erzeugt durch HF- und Ultraschalltechniken. Die Klebkräfte sind meist physikalischer Natur: elektrostatische Wechselwirkungen zwischen den Grenzflächen. Grösstmögliche Benetzung ist hier eine wichtige Grundbedingung. Zur Verbesserung der Benetzbarkeit können Vorbehandlungen wie Corona-,

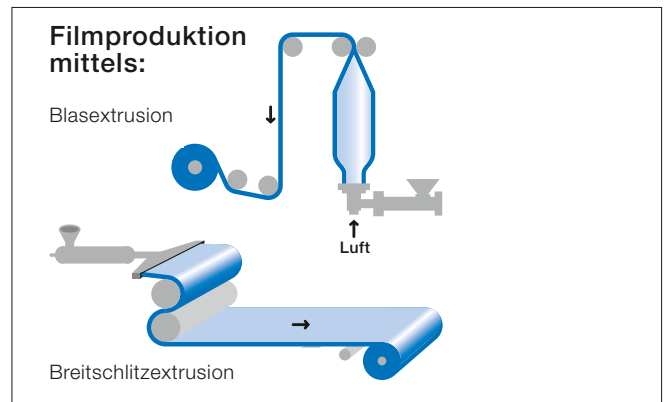


Bild 1: Verwendung eines breiten Spektrums von Thermoplasten.

Plasma- oder Flammtechniken verwendet werden. Auch durch Begasung mit HF (Fluorwasserstoff) können schwer verklebbare Oberflächen dauerhaft und effektiv «aktiviert» werden. In der Regel sind polare Substrate (PET, TPU) besser benetzbar als unpolare, aber stellt noch keine hinreichende Bedingung für eine gute Verbundfestigkeit dar. Daneben führt bei Fasern oder Schäumen das Eindringen des Klebstoffes in die Faserzwischenräume zur Verankerung im Substrat. Die sogenannte «mechanische Verankerung» kommt ins Spiel.

Aber auch Verschweissungseffekte, das Verschmelzen von Kontaktflächen miteinander, können auftreten, wenn die Temperatur in der Klebfuge auch das zu verklebende Substrat zum Schmelzen bringt. Die für das Endprodukt wichtigen Eigenschaften sind der Schmelzpunkt der Folie, der Elastizitätsmodul in Funktion der Temperatur, die Kristallinität wie auch die Viskosität des Films in der Schmelze. Die geeignete Wahl dieser Parameter kann sogar zum Ersatz reaktiver Systeme führen.

3. Filmtypen: Rohstoffbasis und spezifische Einsatzmöglichkeiten

Alle extrudierbaren Thermoplaste können im Prinzip Rohstoff für Heissklebfilme sein. Da die am Markt verwendeten Substrate äusserst vielfältig sind und die Wünsche an den Verbund sehr unterschiedlich, von hart bis weich, durchlässig bis dicht, chemisch stabil bis löslich, wird auch das gesamte verfügbare «Rohstoffangebot» benötigt, um Filme zu «formulieren» die all diesen Wünschen gerecht werden.

Für Heissklebfilme kommen überwiegend folgende Rohstoffklassen zum Einsatz:

- Polyolefinische Typen (Copolyolefine und Terpolymere)
- Copolyamide (CoPA)
- Copolyester (CoPET)
- Thermoplastische Polyurethane (TPUs)

In den meisten Fällen ist, wie sich zeigen wird, keine dieser Gruppen ausschliesslich für eine spezielle Anwendung «zuständig». Als Regel gilt aber: «Gleiches verklebt Gleiches am besten». Das heisst, mit Copolyolefinen ist bevorzugt ein PE zu verkleben, mit Copolyestern PET Gewebe usw.

Polyolefinische Typen sind zumeist Mischungen von MAH-haltigen Co- und Terpolyolefinen, EVA, EEA, PE und PP als Haftvermittler, können aber auch mit Harzen und anderen Komponenten gemischt sein.

Copolyolefine auf Basis **EVA (Ethylvinylacetat)** sind häufig Niederpreisklebstoffe mit elastischen Eigenschaften und guten Klebeigenschaften auf Glas, Holz und Textilien. Andere Copolyolefine (wie EAA, PEg und PPg) sind ausgezeichnete Textil-, Composite- und Metallklebstoffe mit guter Chemikalien- und Waschbeständigkeit.

Auch hochtemperaturbeständige «Dachhimmelklebstoffe» gehören in diese Gruppe, mit denen von der Glasfaser bis zum PE- oder PU-Hartschaum eine Vielzahl von Substraten verklebt werden kann.

Copolyamide und **Copolyester** sind anspruchsvolle «High performance»-Klebstoffe mit einem weiten Anwendungsspektrum, zumeist zäh-hart und meist beständig gegen chemische Reinigung, manchmal weichmacherbeständig. Sie sind HF-schweisbar! Für **hohe Elastizität** sind die thermoplastischen Polyurethane (TPUs) zuständig. Die **thermoplastischen PU-Filme** haben zumeist keinen Schmelzpunkt, im Gegensatz zu den bisher erwähnten Typen, sondern einen mehr oder weniger breiten Schmelzbereich.

TPUs sind klebtechnische Allrounder, weich und teilelastisch, immer weichmacherbeständig, zumeist auch beständig gegen eine Vielzahl von Ölen und Fetten und sind HF-schweisbar. Anwendungen sind Türseitenteile, Sitze, Schiebedächer, «Verhautungsfilme» (Beschichtungen auf Schaum) im Motorraum. Einige Beispiele von anderen Industrien sind Schuhklebstoffe, Antirutschbeschichtungen, Nahtabdichtungsbänder bei vernähten Textilien (insbesondere bei Gore- und Sympatex-Verbunden) oder vielfach im medizinischen Bereich vom versteckten Einsatz im Heftpflaster bis zu verschweisbaren Umhüllungen von Brustprothesen oder Matratzen (Bördelnaht wird hergestellt mittels HF Schweissanlagen) sowie bestimmte Anwendungen im Flugzeuginnenraum.

Auch hier werden die niedrigschmelzenden TPU Typen in der Regel auf Träger gefertigt. Aber es gibt eine kleine Palette von **Pontacol**-TPUs, die ohne Träger geliefert werden können. TPU-Mehrschichtfilme kommen insbesondere zur Nahtabdichtung von Textilien zur Anwendung. Um den Anwendungswünschen gerecht zu werden, **gibt es in allen Gruppen Typen mit**

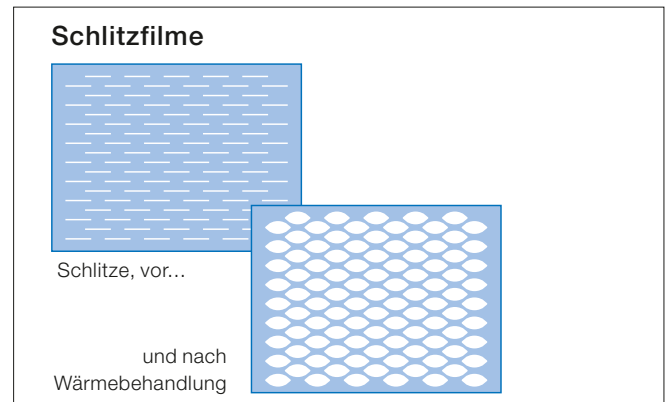


Bild 2

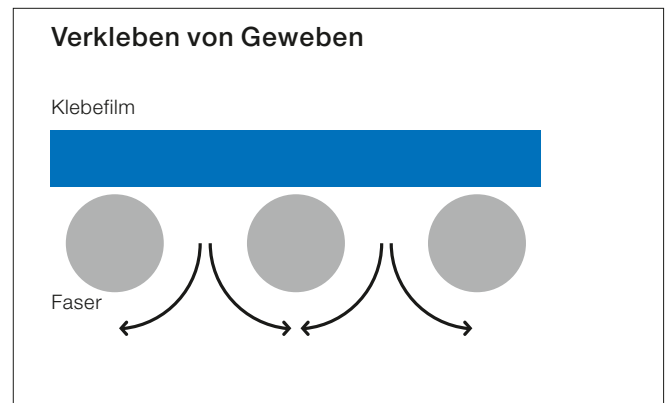


Bild 3

sehr unterschiedlichen Schmelzbereichen, beginnend bei etwa 65 °C bis hoch zu ca. 170 °C.

4. Spezialitäten: Schlitzfilme, Merschichtfilme und Direktbeschichtung

Eine Besonderheit der Filmfertigung sind geschlitzte Filme. Die Schlitzung erhöht nicht nur die Flexibilität, sondern auch die Luftdurchlässigkeit der Folie. Die regelmässig angeordneten Schlitze (siehe Bild 2) können mittels Wärme geöffnet werden, wodurch eine Gitterstruktur mit naturgemäss sehr hoher Luftdurchlässigkeit erzielt wird. Die Öffnung der Schlitze in der Wärme geschieht ohne Veränderung der Filmbreite!

Weitere Vorteile der geschlitzten Filme sind das blasenfreie Auflaminieren z.B. auf Kunstleder, ein weicherer Griff, verbesserte Schalldämmung sowie verringerte Raschel-Effekte. **Mehrschichtfilme** mit unterschiedlichsten Filmkombinationen erlauben die sichere Lösung von Beschichtungs- und Abdichtungsaufgaben (**siehe Anwendungsbeispiel «Polstersitz»**). Die Breitschlitztechnik kann auch zur Direktbeschichtung von Substraten verwendet werden. Neben Textilien werden Filme, Schäume und Spezialpapiere auf diese Weise grossflächig klebfähig ausgerüstet.

5. Kleben mit Heissklebefilmen – Besonderheiten, Optimierung der Randbedingungen

5.1 Klebkräfte, Vorbehandlung, Schrumpf

Zur optimale Verklebung sollte der Klebstoff die zu verklebende Oberfläche möglichst gut benetzen, hierzu muss der Klebstoff dünnflüssig und dem Substrat möglichst chemisch verwandt sein. Auch eine grosse spezifische Oberfläche, z. B. angeraut oder porös und hohe Oberflächenspannung der Substrate sind hilfreich. Eine Vorbehandlung der Substrate durch **Korona** oder Ähnliches kann klebfördernd wirken, während eine derartige Vorbehandlung der Folie zumeist wenig bewirkt, da der Vorbehandlungseffekt auf der Oberfläche der geschmolzenen Folie verschwindet. Bei der Verklebung von Geweben tritt neben den Adhäsionskräften auch ein Verklammerungs- oder Verankerungseffekt auf.

In diesem Zusammenhang ist ein Effekt erwähnenswert: der Klebstoffdurchschlag. Ist der Klebstoff zu dünnflüssig, kann er offene, dünne Gewebe oder Schäume durchdringen und auf der Sichtseite austreten. Dieser Effekt ist meist unerwünscht, da dadurch die Klebkraft abnehmen kann (Abschnitt 5.2). In der Stufe drei «unseres» Klebprozesses kühlt der Verbund ab, und die Abkühlung ist mit Schrumpf sowohl der Substrate als auch der Klebschicht verbunden. Diese Phase führt zu **starken Grenzflächenspannungen** des frischen Verbundes, wenn hochmodulige Substrate und Klebstoffe kombiniert werden. Beim Klebstoff geht mit dem Schrumpf zumeist Kristallisation einher. Schrumpfbewegungen und Kristallisation können sehr stark sein und die Verklebung im Laufe der ersten Minuten bis Stunden zerstören.

Dies gilt insbesondere für Verbunde mit Metallen und Glas.

Gegenmassnahmen sind

- Elastischer, nicht zu dünner Klebefilm
- Möglichst niedrige Temperaturen
- Abkühlung unter Druck

5.2 Optimale Klebkraft durch Optimierung von Klebtemperatur und Filmdicke

Um die optimale Klebkraft von Heissklebefilmen zu erhalten, muss die optimale Verarbeitungstemperatur gefunden werden. Die minimale Verarbeitungstemperatur ist die Temperatur, oberhalb der akzeptable Klebkräfte erzielt werden. Die minimale Verarbeitungstemperatur liegt etwa 10–30 °C oberhalb des Schmelzbereiches. In der Regel erreicht die Klebkraft ab einer bestimmten Temperatur ein Plateau (Bild 4, blaue Kurve). Die Höhe dieses Plateaus hängt neben Klebstoff- und Substrattyp von der Dicke des Klebstoffes ab.

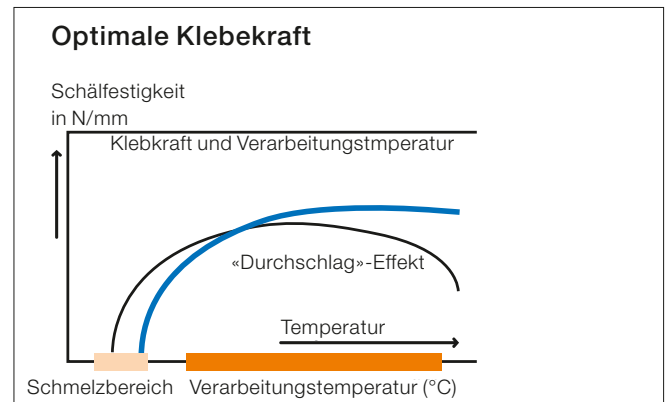


Bild 4

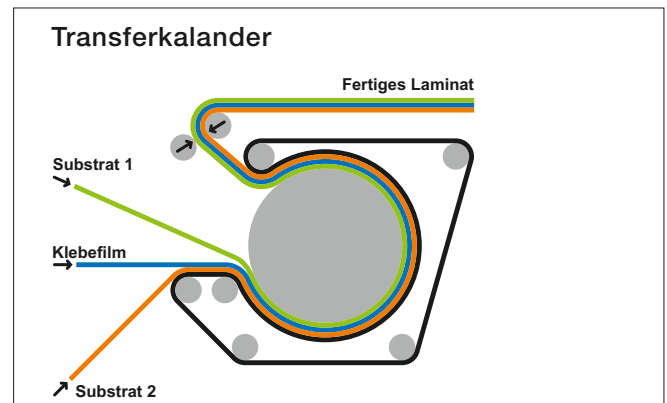


Bild 5: Heisswalzenwärmeübertragung

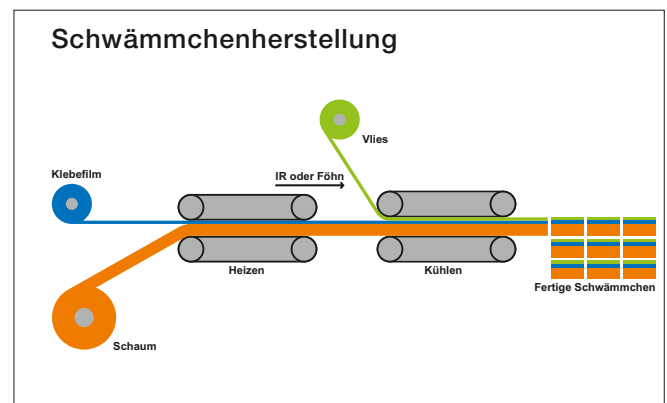


Bild 6: Flachbettlaminiermaschine

Zumeist ist aber ab Dicken von 75–100 µm keine Steigerung mehr möglich. Bei Textil- und Schaumverklebungen kann – falls der Klebstoff zu dünnflüssig bzw. die Verklebungstemperatur zu hoch ist die Klebkraft sinken. Bei der Optimierung der Klebparameter empfiehlt es sich, das erfahrene Team der Pontacol-Klebertechniker zu Rate zu ziehen. In Zusammenarbeit mit diesen werden dann möglichst praxisnahe Versuche gefahren, um die für die jeweilige Anwendung optimale Type, Stärke und Temperatur zu ermitteln.

6. Verarbeitungstechniken

6.1 Kontinuierliche Verfahren

Transferkalender (siehe Bild 5)

Hier wird die Wärme über eine beheizte Walze in die Klebfuge geführt. Ideal für dünnere, flexible Substrate. Geschwindigkeit: 2–35 m/Min.

Flachkaschieranlage (siehe Flachbettlaminiermaschine, Bild 6)

Die Substrate samt Klebefolie werden zwischen beheiz- und kühlbaren Heizbändern geführt, erhitzt und verpresst. Gut für dickere, auch starre Substrate. Geschwindigkeit 2–25 m/Min. Die gezeigte Flachkaschieranlage dient zur Herstellung von Scheuerschwämmchen.

Flammkaschieranlage (siehe Bild 7)

Eine (noch) verbreitete Technik, bei der Schäume (PE oder PU) mittels Anflämmen verklebt werden, ist das Flammkaschieren.

Hier wird durch Verwendung eines Heissklebefilms diese Technik auf Substrate, die normalerweise nicht durch Anflämmen aktiviert werden können, ausgedehnt. Geschwindigkeit: 15–40 m/Min.

6.11 Spezielle textile Kletechniken: HF, Ultraschall-, Heissluft- und Heizkeilschweissen

Diese Techniken werden insbesondere im textilen Bereich eingesetzt. Grundsätzlich unterscheidet man beim thermischen Fügen von Textilien folgende Fügetechniken:

1. Vernetzung
2. Formschluss
3. Stoffschluss
4. Diffusionsschluss
5. Kraftschluss

Uns interessieren im Zusammenhang mit den Heissklebefilmen der Kraftschluss und der Stoffschluss. **Kraftschluss** ist die textiltechnische Terminologie für das Kleben mittels Schmelzklebstoffen und auch Heissklebefilmen.

Stoffschluss oder Schweisstechniken werden im Detail wie folgt verwendet: Heissklebefilme können als Schweisshilfsmittel verwendet werden. Grundsätzlich müssen beim Verschweissen die Substrate bis oder über den Schmelzpunkt erhitzt werden, so dass sie dann miteinander verschmelzen können. In vielen Fällen ist dies nicht möglich, weil die Schmelztemperatur des Substrates zu hoch (PA, PET) oder der Erweichungsbereich zu eng ist (das Polymer geht direkt vom plastischen in den flüssigen Zustand über und verliert seine Form) oder die verwendete Technik keine ausreichende Erwärmung erlaubt (HF beim Polyolefin). In all diesen Fällen können Heissklebefilme als Schweisshilfsmittel verwendet werden.

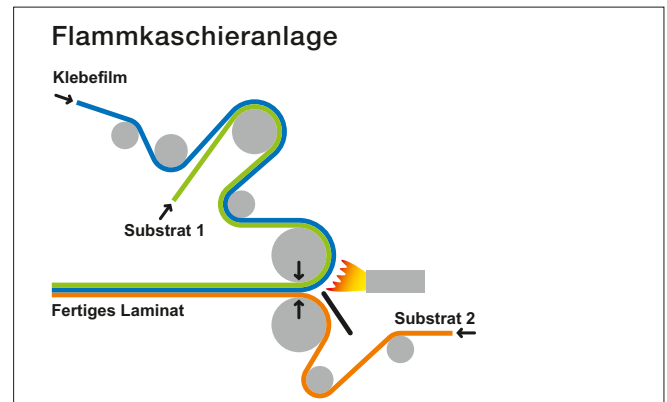


Bild 7

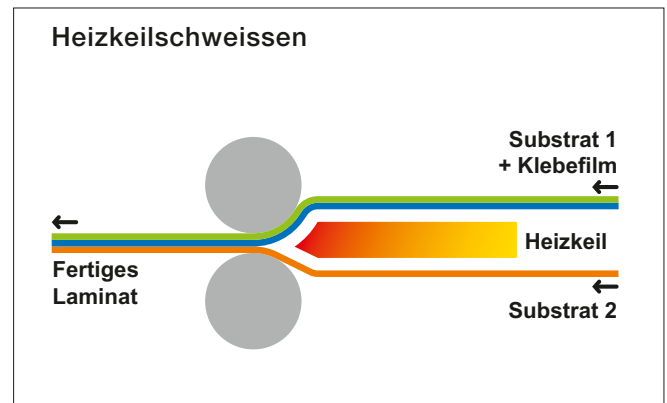


Bild 8

Beim Schweissen mit thermoplastischen Klebefilmen bewegt man sich irgendwo in der Mitte zwischen Schweissen und Kleben. Beim Gebrauch von Klebefilmen kann die Fugentemperatur gesenkt werden.

Schweisstechniken

Heissluft

Heisse Luft wird zwischen die Fügeteile geblasen
Einsatz: Fügen oder Beschichten.

Wärme-Kontakt (in der Fuge)

Ein Heizkeil wird zwischen die Substrate geschoben (siehe Bild 8).
Einsatz: Fügen oder Beschichten.

Wärme-Kontakt (von Aussen)

Wird die Wärme durch elektrische Impulse erzeugt und von Aussen zugeführt, spricht man von Wärmeimpulsschweissen. Letzteres Verfahren ist sehr elegant und verbindet hohe Sicherheit am Arbeitsplatz mit präzisen Schweissnähten. Nachteilig: Ungünstiges Wärmeprofil. Gut geeignet für PP, PE und PTFE!

HF-Schweissen

Setzt man polare, nichtleitende Materialien einem Hochfrequenzfeld aus, so erwärmen sie sich. Ursache ist das im HF-Feld erzeugte hochfrequente Schwingen polarer Moleküle. Insbesondere beim PVC nutzt man dies (HF-Schweissen von PVC patentiert 1941, die ersten Anlagen waren umgebaute Nähmaschinen zur Konfektionierung von Regenbekleidung).

Hier spricht man vom dielektrischen Verlustfaktor, ein Mass für die Umwandlung von HF-Energie in Wärme. Dieser Faktor muss möglichst hoch sein (> 0.10), und für eine Erhöhung dieses Faktors bei gleichzeitiger Absenkung der Schweisstemperatur sorgen polare Heissklebefilme.

Beispiele

PS und PET: Hier helfen polare Filme, die nötige Wärme zu erzeugen.

Polyolefine sind grundsätzlich nicht verschweisbar, weil unpolar.

Ultraschall-Schweissen (rotativ und diskontinuierlich)

Hier werden die Substrate durch Ultraschallschwingungen in Vibration versetzt. Sie erwärmen sich durch Reibung. Voraussetzung ist eine gewisse Steifheit der Substrate, da sonst keine ausreichende Anregung Textilien zum Schwingen durch die Sonotroden (die «Lautsprecher») möglich ist. Ultraschall-Schweissen ist seit 40 Jahren ein Standardverfahren in der Fügetechnik. Auch hier haben Heissklebefilme primär die Aufgabe, die Schweiss/Klebstemperatur abzusenken. Grundsätzlich gilt: Bei Einsatz von Heissklebefilmen kann das Fügen von Geweben mit anderen Kunststoffen erleichtert werden. Die eingesetzten Anlagen arbeiten kontinuierlich und/oder diskontinuierlich.

Einsatzgebiete der Schweiss/Klebtechniken:

Wetterschutz, Arbeits- und Sportbekleidung, Schutzhauben, Fahrzeug-Abdeckplanen, Zelte, Markisen, Planen aller Art, Isolier- und Filterschläuche, Kabelummantelungen, Verbandstoffe, Niederwaren und Windeln

Bei Verwendung von Heissklebefilmen sind insbesondere zu erwähnen:

- Fixieren und Verschweissen/Verkleben von Säumen und Überlappungsnähten
- Abdichtung von Säumen und Überlappungsnähten
- Fixierung bzw. Verklebung von Zierbändern
- Schnittkantenverfestigung und Versiegelung
- Fügen thermisch beständiger Textilien (Glasfasern, Kohlefasern usw.)

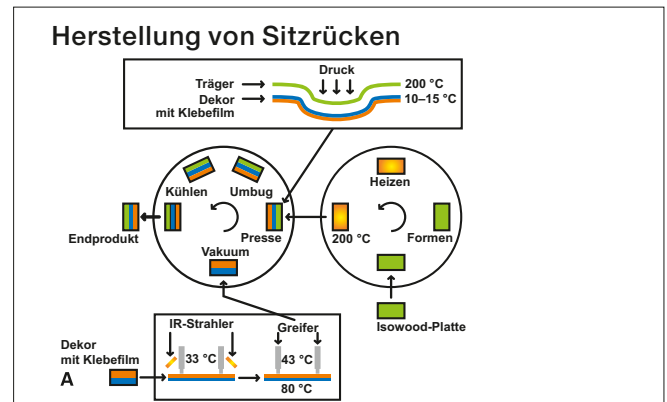


Bild 9

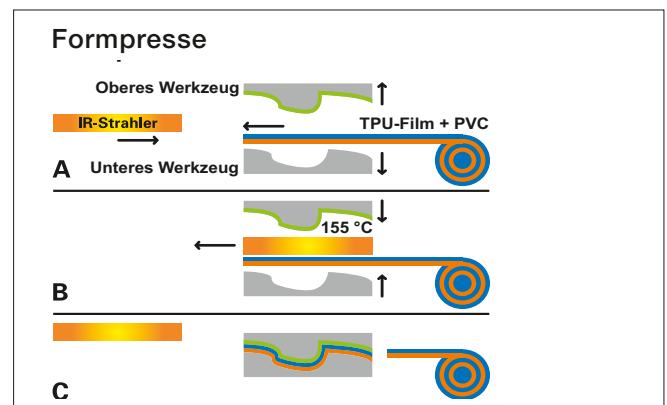


Bild 10

6.2 Diskontinuierliche Techniken

Thermo-Pressen mit folgenden Wärmequellen:

- Strom / Öl / Dampf / (Induktion)
- IR-Strahler
- HF (Hochfrequenz-Schweissen)
- Vibration (Reibung, Ultraschall)
- Heissluft, heisse Gase
- Tiefzieh-Techniken
- Hinterspritzen

Die einfachste Technik ist das Bügeln!

7. Verarbeitungsbeispiele:

Türseitenteile und andere mit Dekor ausgerüstete Teile im Fahrzeuginnenbereich (vgl. Bild 9)

Als Beispiel für hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit kann das Verkleben von Dekoren auf Träger im Türseitenteilbereich mittels **Hochfrequenz-Pressen** angesprochen werden. Insbesondere bei flacheren und kleineren Teilen kann man mittels Thermo-Pressen, die Energie über HF-Verschweissung in die Klebefuge bringen, um Teile mit Taktzeiten bis hin zu 10 Sekunden pro Klebschritt zu fertigen. Verklebt werden Textilien (PET) und Kunstleder auf 3D-Teile unterschiedlichster Rohstoffbasis (Lignotoc, Isowood, ABS usw.).

Das häufig übliche «Karussell» zur Fertigung derartiger Verbunde ist rechts abgebildet. Setzt man Heissklebefilme ein, so wird bei **(A)** entweder Dekor zugeführt, das bereits mit einer Klebfolie ausgerüstet ist, dies mit Hilfe einer der bereits erwähnten Kalandertechniken oder man laminiert an dieser Stelle (im einfachsten Fall mittels einer beheizten Walze) den Klebstoff auf das Dekor. Die Verklebung findet im Bereich «Presse» statt. Das auf 200 °C aufgeheizte Formteil wird vom rechten Kreis zur Presse transportiert und dort gegen das Dekor gepresst. In der Klebfuge herrschen ca. 125 °C.

Ein anderer Weg ist die **Wärmezufuhr mittels IR-Strahler in der Presse**. Erfahrungsgemäss sind 150–160 °C Oberflächentemperatur nötig, um nach 9–12 Sek. Transport- und Schliesszeit der Presse noch ca. 120–130 °C in der Klebfuge zur Verfügung zu haben.

Diese Temperatur reicht aus, um Filme zu aktivieren, die bei 110 °C schmelzen und einen Wärmestand von 90 °C haben. In der Stempelpresse kann die Wärme via HF-Energie erzeugt werden, oder man verwendet eine Stempelpresse, die mit einem schwenkbaren IR-Strahler ausgerüstet ist. Die nebenstehende Abbildung zeigt die wichtigsten Phasen der Verpressung eines ABS-Formteiles mit einem Kunstleder-Dekor, welche durch eine **Pontacol** TPU-Folie verklebt werden (Bild 10).

Zunächst werden ABS-Formteil und Deko-Folie mitsamt **Pontacol** TPU Film in der Presse positioniert **(A)**. Dann wird der IR-Strahler in die Presse gefahren. Der Strahler erwärmt das ABS-Formteil auf 150 °C, kurzzeitig und oberflächlich, sowie das PVC-Dekor mitsamt Heissklebefilm auf ca. 90 °C.

Nach einigen Sekunden Aufheizzeit **(B)** wird der Strahler aus der Presse geschwenkt, während sich bereits die Presse schliesst. So werden ca. 130 °C in der Klebfuge beim Verpressen erreicht **(C)**. Nach ca. 30 Sek. Abkühlzeit (das untere Presswerkzeug ist gekühlt) öffnet sich die Presse, der Verbund wird entfernt und der Zyklus beginnt von neuem. Ein Anwendungsbeispiel, bei dem Filme zum **Abdichten und Verkleben** eingesetzt werden, sind **Polstersitze**, bei denen das Polstermaterial vor dem Hinterschäumen abgedichtet werden muss, damit der zunächst flüssige Schaum nicht durch das Polstergewebe dringt. Perfekt geschieht dies mit zwei Schichten auf TPUBasis:

Einer hochschmelzenden TPU-Deck- und Dichtfolie und einem niedrighschmelzenden TPU-Film, der die Dichtschicht mit dem Polstermaterial verbindet (siehe Bild 11). Die 2 TPU-Filme werden in einer Flachkaschieranlage oder auf einem Kalandertechnik gegen den Polsterstoff laminiert. Das gleiche Verfahren kann auch für Ledersitze verwendet werden.

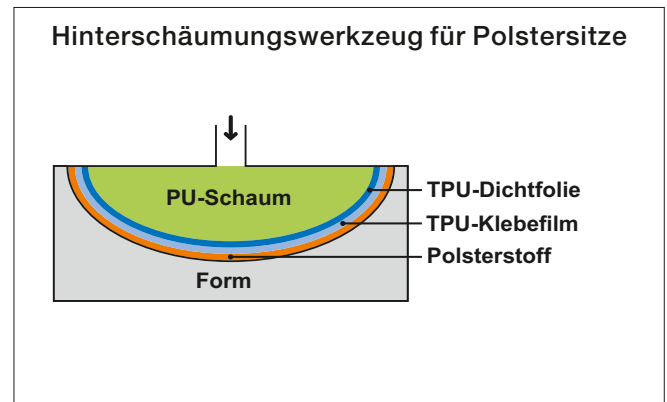


Bild 11

8. Anwendungsbereiche

Im Fahrzeugbereich findet man Verklebungen bevorzugt in Verbindung mit «dekorativen Teilen», wie die erwähnten Türsäulen- und auch Armaturentafel-Verkleidungen. Ausserdem im Dachhimmel, dem Schiebedach, Teppichböden (insbesondere Heel Pads), im Airbag und diversen Teilen des Sitzes oder der Sitzbänke sowie im Kofferraum. Aber auch im Wellentunnel, zur Verklebung von Lüfterklappen oder im Bereich der Schalldämmung im Bodenbereich und im Motorraum sind sie zu finden. Mittlerweile setzt man Heissklebefilme neben den erwähnten Verbunden aus dem Fahrzeugbereich in einer Vielzahl von Märkten ein.

Hier die Hauptbereiche:

- Bekleidung
- Elektronik
- Schifffahrt
- Wohn- und Haushaltsbedarf
- Bauwirtschaft
- Landwirtschaft
- Bahn
- Medicals
- Sport und Freizeit
- Luftfahrt

Man sieht, die Einsatzbereiche sind wirklich breit gestreut, und es würde zu weit führen, diese im Detail aufzuschlüsseln. Einige Produkte, in denen Heissklebefilme zum Einsatz kommen, sollen aber, zusätzlich zu denen, die Sie bereits kennengelernt haben, beispielhaft erwähnt werden:

- Fensterläden
- Teppiche
- Schuhe
- Jeans
- Koffer
- Sandwich Element
- Feuerfeste Anzüge
- Embleme

Mit Heissklebefilmen kann man nicht nur kleben, sondern auch abdichten, versteifen, versiegeln (Gewebearten) oder beschichten, auch farblich, wenn gewünscht oder durch Schlitze bzw. Löcher eine hohe Luftdurchlässigkeit und Flexibilität des Verbundes erzielen, der Phantasie sind hier kaum Grenzen gesetzt:

Kleben und Abdichten gegen Flüssigkeiten und Gase:

Beispiele:

- Nahtabdichtung in Geweben
- Abdichten von Geweben vor dem Hinterschäumen

Kleben und Oberflächenveredelung

Beispiele:

- Beschichtung von Fotos
- Hüllschicht von Silikonkissen

Versteifung

Beispiel:

- Anti-fraying (gegen Ausfransen)

9. Zusammenfassung der Vorteile von Heissklebefilmen für den Anwender

Wie gezeigt wurde, erlauben Heissklebefilme die kontinuierliche oder diskontinuierliche Verklebung von insbesondere (gross) flächigen Substraten mit hohem Automatisierungsgrad. Die Materialien, vom Textil bis zur Alu-Folie, vom PVC- bis zum PU-Schaum können in Kalandern oder Pressen unter Wärme und Druck verklebt werden. Das typische Hotmelt-Handicap, die eingeschränkte Wärmestandfestigkeit, bedingt dadurch, dass Hotmelts in der Hitze schmelzen, betrifft im Prinzip auch die Heissklebefilme, wird aber durch hohe Schmelzpunkte und Schmelzviskosität gemildert. Der Einsatz im Dachhimmel zeigt, dass Wärmestandfestigkeiten bis 120°C problemlos erreicht werden können. Der höchst schmelzende Film ermöglicht einen Wärmestand von 155 °C, benötigt aber eine minimale Verarbeitungstemperatur von 185 °C.

Tabellarische Auflistung von Stärken der Heissklebefilmen

- Hoher Automatisierungsgrad bei kurzer Taktzeit möglich
- Breite und Stärke kann kundenspezifisch eingestellt werden
- Hohe Reproduzierbarkeit der Qualität
- Handling einfach und kostengünstig, kaum Reinigung, wenig Abfall
- Verarbeitung grosser qm-Mengen bei einfacher Logistik
- Toxikologisch unbedenklich im Endprodukt
- Wenig oder kein Geruch

10. Schlussbemerkung

Mit dieser Ausarbeitung ist, so hoffen wir, deutlich geworden, dass Heissklebefilme nicht nur Hotmelts in Filmform sind, sondern eine besondere Spezies von Klebstoffen, die technische Phantasien freisetzen und helfen können, durch Verbesserungen in der Verfahrenstechnik Kosten einzusparen. Hinzu kommen auch vermehrt Anwendungen im Konstruktionsbereich, weil zum Teil hervorragende Kriechfestigkeiten erzielt werden, welche bei Standard-Hotmelts nicht anzutreffen sind.