

4 Kleben - Materialien und Verarbeitung

Ulrich Höing

Der Bauherr erwartet heute, dass sein Zuhause nicht nur ein angenehmes Wohnklima aufweist, sondern auch weder zu feucht noch zu trocken ist. Luftzug und Wind schätzt man nur in der freien Natur, nicht aber im eigenen, gemütlichen Wohnzimmer. Einen wichtigen Beitrag dazu leisten dauerhaft verarbeitete Luftdichtheitsschichten. Die Materialien dafür, deren Verklebung, Verarbeitung und das nötige Wissen um das Wie und Was sind der Inhalt dieses Kapitels.

4.1 MATERIALIEN ZUR HERSTELLUNG LUFTDICHTER EBENEN

Häufig in der Praxis eingesetzte Klebematerialien

Meist fallen einem hierzu zuerst die einseitigen Klebebänder ein, aber es gibt eine Vielzahl weiterer Klebemittel zur Ausführung einer luftdichten Ebene. Zu erwähnen sind folgende Materialien, ohne Anspruch auf Vollständigkeit:

- Ein- oder doppelseitige Klebebänder mit oder ohne Abdeckpapier
- Klebemittel ohne Träger
- Vorkomprimierte Bänder aus imprägnierten Schäumen
- Einputzbänder
- Profile aus Gummi oder Kunststoff
- Randanschlussklebstoffe
- Flüssigklebstoffe

Diese Materialien dienen dazu, Bahnen oder plattenartige Werkstoffe untereinander zu verkleben, Anschlussverklebungen an andere Baustoffe oder Untergründe herzustellen oder Durchdringungen luftdicht auszubilden. Abzugrenzen sind diese (fast) lösbaren Haftklebstoffe von den unlösbaren Klebemitteln für Strukturverklebungen, wie sie im Holzeimbau, Flug-, Boots- und Fahrzeugbau eingesetzt werden. Damit sei darauf hingewiesen, dass die o.g. Klebemittel nicht geeignet sind, dauernde Lasten im Gebäude aufzunehmen.

Bahnen, Folien, Papiere, Vliese, Platten (Substrate oder Untergründe genannt)

Wie schon im vorhergehenden

Abschnitt und in der Überschrift gesagt, kleben wir irgendetwas mit irgendetwas auf irgendeinen Untergrund. Prinzipiell haben wir es also mit drei „Partnern“ zu tun, die wir einerseits als Teilkomponenten begreifen müssen, andererseits trägt jede Komponente zum Erfolg – sprich zur dauerhaften Verklebung – bei. Das wird in der Praxis leider oft übersehen. Man spricht über das Klebemittel und „vergisst“ die anderen zwei „Partner“. Anzumerken ist, dass der Einsatz von Plattenmaterialien – als Ergänzung zu den häufig eingesetzten Bahnen – zulässig ist und den z. Zt. geltenden Normen entspricht. Meist sind jedoch im Bereich von Anschlüssen und Durchdringungen gesonderte Maßnahmen nötig.

Leider werden im Bereich dieser Materialgruppe heute Produkte angeboten, die aufgrund ihrer Oberflächenbeschaffenheit von Hause aus als schwierig zu verkleben einzustufen sind. Aufzuführen sind im Besonderen faserige, staubige und absandende Oberflächen. Es sei auf die weiter unten dargestellte Risikomatrix hingewiesen (Tabelle 4.1)

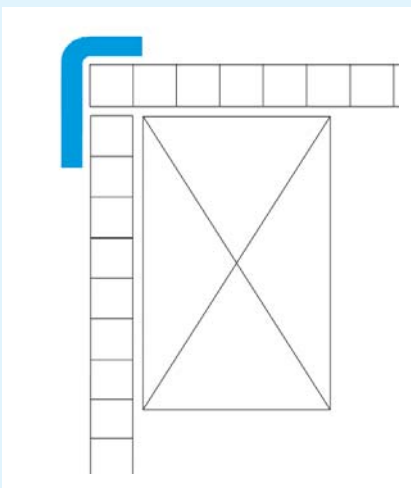


Bild 4.1: Die notwendige Klebebandbreite ist abhängig von der Konstruktion und der Klebefähigkeit des Untergrundes, hier 75 mm

OPTIMALE KLEBEBANDBREITE

Ein Wort noch zur optimalen Klebebandbreite. Heute gibt es noch vereinzelt Klebebandbreiten mit 50 mm, oft aus reinen Kostenüberlegungen. Durchgesetzt haben sich am Markt jedoch Klebebänder mit 60 mm Breite. Und dies macht Sinn, denn so stehen bei einer Überlappungsverklebung je Seite 30 mm zur Verfügung. Denn vergessen werden darf nicht, dass jeder zur Verfügung stehende cm mehr Sicherheit bedeutet. Wird das Klebeband außermittig über den Stoß geklebt, bedeutet außerdem jeder cm einen Verlust von 33% Sicherheit (1 cm Verlust bezogen auf mögliche 3 cm Klebebreite). Dies ist der Grund, warum führende Hersteller mehrere Breiten anbieten, dies auch wegen des Umstandes, dass u.U. noch Fugen überbrückt werden müssen und für diese dann Klebebreite verloren geht. Ähnlich verhält es sich beim Verkleben von Platten-Stirnstoßen. Hier kann die Stirnfläche eigentlich nicht als zu verklebender Untergrund angesehen werden, da die Klebebänder auf den rauen und faserigen Stirnstoßen von OSB-, DWD- und Spanplatten sehr schlecht haften. Zieht man nun die Plattendicke von den üblichen 60 mm der Klebebandbreite ab, bleiben meist je Seite kaum noch 2 cm übrig, was nicht ausreicht. Hier sind Klebebänder mit 75 mm oder mehr zu empfehlen. Auch Versätze von Bauteilebenen oder Montagetoleranzen können die Verwendung breiterer Bänder erforderlich machen.

TIPPS FÜR DIE PRAXIS

Vier gute Gründe, warum nicht mit billigen Polyethylen-Bahnen gearbeitet werden sollte:

- Polyethylen hat meist eine sehr geringe Oberflächenenergie und ist daher grundsätzlich schwer zu verkleben.
- Es hat ein starkes Schrumpf- und Dehnverhalten bei Temperaturschwankungen.
- Produktionsbedingt können Trennmittel vorhanden sein.
- Es besteht die Gefahr der statischen Aufladung mit nachfolgender Staubbindung.

4.2 KOMPAKTE EINFÜHRUNG IN DAS KLEBEN

Kleben ist eine Alltäglichkeit. Wir tun es regelmäßig – seit unserer ersten Bastelstunde. Aber was ist Kleben? Über Kleben ließe sich seitenfüllend schreiben. Im Folgenden konzentrieren wir uns auf eine kompakte Einführung für das Kleben zur Herstellung luftdichter Ebenen. Um die Vorgänge beim Kleben zu verstehen, ist es unerlässlich, einige Begriffe der Klebertechnik zu erläutern.

Kohäsion und Adhäsion

Unter Kohäsion verstehen wir die innere Festigkeit (Zusammenhalt) eines Klebstoffes, also die Festigkeit der Kleberschicht in sich selbst (z.B. flüssiger oder kristalliner Honig). Anders die Adhäsion. Sie ist die Fähigkeit eines Klebstoffes, auf anderen Untergründen (Substraten oder dem eigenen Träger) zu haften. Die Adhäsion ist abhängig vom Kleber und dem Untergrund.

Oberflächenspannung (Flüssigkeiten) und Oberflächenenergie (Feststoffe)

Diese Begriffe benötigen wir, um die Haftung eines Klebers auf dem Untergrund zu verstehen. Uns allen ist bekannt, dass Leitungswasser auf einer Glas- oder Lackplatte einen ellipsenförmigen Tropfen bildet. Öl oder Alkohol bilden auf der gleichen Platte einen großen Fleck. Wenn wir dem Wasser Seife zufügen, wird sich dieser Tropfen ebenfalls auf dem Untergrund ausbreiten. Wir nutzen diesen Effekt bei jedem Waschvorgang, wollen wir doch durch die oberflächenspannungsreduzierende Kraft des Waschmittels die Benetzung des Stoffes oder des Untergrundes verbessern.

Sowohl der Kleber als auch der Unter-

grund weisen eine Oberflächenenergie auf. Ziel ist, dass der Kleber eine niedrigere Oberflächenenergie hat als der Untergrund und diesen möglichst vollständig benetzt und eine möglichst große Kontaktfläche erzeugt. Die Messung erfolgt aufwendig mit optischen Verfahren (Kontaktwinkelmessgerät) oder einfacher mit Vergleichstinten. Die Einheit der Oberflächenenergie ist [mN/m] oder [dyn/cm]. Einige Werte:

• PTFE (Teflon)	19
• PP/PE	29-33
• Haftklebstoffe	ca. 30
• PET	41-42
• Eisen	2550

Sind die Oberflächenenergien der verwendeten Bahnen sehr tief, kann der Kleber folglich die Oberfläche nur unzureichend benetzen, was Fehlverklebungen zur Folge hat. Zweckdienlich ist also, dass die Bahnen (Substrate) eine möglichst hohe Oberflächenenergie haben. Leider ist die Angabe der Oberflächenenergie der Bahnen nicht üblich und auch in den entsprechenden Normen und CE-Kennzeichnungen dieser Produkte nicht vorgeschrieben, so dass dem Verarbeiter eine gewisse Orientierung genommen wird. Die Prüf- und Kennzeichnungsvorschrift (PKV) des Fachverbandes für Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB), Ausgabe 2007-11 gibt unter Punkt 4 eine Empfehlung ab,

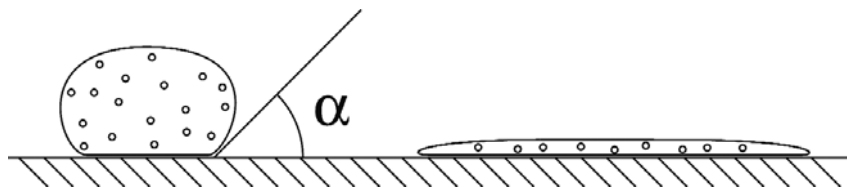


Bild 4.2: Schematische Darstellung der Oberflächenspannung

dass für die Prüfwerte ein Substrat einzusetzen ist, dass 40 - 42 mN/m nicht unterschreiten sollte. Auf dem Markt gibt es jedoch Bahnen, die deutlich darunter liegen. Dies bedeutet, dass die Prüfergebnisse auf anderen Substraten deutlich schlechter aussehen dürften.

Einige Rohstoffe für Klebematerialien

Es gibt eine Vielzahl von Rohstoffen für Klebematerialien zur Herstellung der luftdichten Ebene. Die wichtigsten seien hier aufgezählt:

- Natur- und Butylkautschuke
- Akrylate
- Haftschnelzklebstoffe (Hotmelt)
- Polyurethane (PUR)
- MS-Polymere (modifizierte Silane)
- Reaktive Systeme (Zweikomponentenmaterialien)

Je nach Aufbereitung der Grundstoffe lassen sich Haftklebstoffe auch als wässrige Dispersionen (Wasser als Lösungsmittel), lösungsmittelhaltige Mischungen oder als Produkte mit einem 100%igen Feststoffanteil (High solids) bezeichnen und einteilen. Meistens kommen diese Kleberohstoffe nicht mehr in Reinform vor, sondern als Modifikation mit Additiven (Harze, Weichmacher, „Tackifier“) mit dem Ziel, sie auf einen speziellen Anwendungsfall auszurichten und zu optimieren. Denn das „Breitbandantibiotikum“ gibt es in der Klebebranche noch nicht - die Verbesserung einer Eigenschaft zeitigt meist eine Einbuße an anderer Stelle.

Weichheit des Klebers und Kleberauftrag

Die Auftragsmenge des Klebers bei einem Klebeband, gemessen in der Einheit [g/m²], beeinflusst stark dessen Eigenschaften und Qualität. Ein hoher Auftrag ist zwar gut für unebene, faserige Untergründe, aber anfällig gegen dauernde Zugspannungen oder höhere Außentemperaturen -

ebenso wie ein weicher Kleber. Ein niedriger Auftrag ist zwar kostengünstig, bringt aber bei rauen Untergründen zu wenig Masse mit, um den Untergrund zu benetzen. Auch die Einstellung des Klebers beeinflusst seine Eigenschaften. So dringt ein weicher Kleber gut in die Oberfläche ein, zeigt aber meist eine geringe Kohäsion, neigt beim Abzug zur Trennung in Klebermitte und bei den Klebebandrollen verursacht er gerne Kleberaustritt an der Stirnseite. Ein hart eingestellter Kleber dagegen zeigt zwar meist hohe Kohäsionswerte, aber problematische Verklebbarkeit bei niedrigen Temperaturen. Vereinfachend lässt sich sagen, je höher, dicker und weicher der Kleberauftrag, umso höher ist die Adhäsion auf Bauprodukten. Dies geht jedoch einher mit Verlust an Kohäsion und Temperaturstabilität. Das in der Praxis oft zu findende „Daumenauflegen“ zur Bestimmung der Klebkraft vermittelt leider nur einen subjektiven Eindruck der Klebkraft, denn oft wird nur die Anfangsklebkraft (Tack) wahrgenommen und nicht die entscheidende Klebkraft nach ein paar Stunden.

Übliche Trägermaterialien und eine klebtechnische Täuschung

So wie bei den Kleberrohstoffen gibt es für die bei Klebebändern verwendeten Träger, auf denen der Klebstoff aufgebracht wird, eine große Anzahl von Materialien. Genannt seien Kunststoffträger auf Basis Polyethylen, Polypropylen, Papier, Krepppapier, Synthefaserpapier, Aluminium und neuerdings auch Vliesmaterialien. Bei einem doppelseitigen Klebeband wird das Trägermaterial meist durch ein im Kleber integriertes Gittergewebe ersetzt. Zu beachten sind folgende Dinge: Erstens sollte der Träger auf die spätere Anwendung passen (z.B. geeignet für die Außenanwendung), denn vielfach bestimmt die Feuchtefestigkeit des Trägers die Feuchtestabilität des Klebebandes und nicht die des Klebers. Zweitens bestimmt der Träger die subjektive Klebkraft eines Klebebandes. Ist dieser nämlich sehr dehnfähig, so wird ein Großteil der Zugkraft zur Dehnung benötigt und suggeriert dem Anwender eine subjektiv hohe Klebkraft, die oft gar nicht vorhanden ist. Die Haftung zwischen Träger (Vlies, Synthefaserpapier, Kunststoff) und Kleber bestimmt oft die Festigkeit eines Bandes. Bei ungeeigneten Klebebändern löst sich

der Träger vom Kleber (geringe Adhäsion des Klebers auf dem Träger), was das Band im praktischen Einsatz unbrauchbar werden lässt.

Schwundverhalten des Trägermaterials

Durch den Bimetall-Effekt – ausgelöst durch Feuchte, Temperatur oder Schrumpfung wegen Alterung – kann sich das Klebeband quer zur Laufrichtung einrollen. Besonders papierbasierte Träger neigen dazu. Das ist höchst unerwünscht, besonders bei Außenverklebungen, da sich bei horizontal verklebten Bändern ein „Trichter“ bildet, der Wasserrinnen entstehen lässt, die zu Undichtigkeiten führen können. Der Vorteil von Vliesstoffen als Trägermaterial ist die hohe Reißfestigkeit und die weitgehende Unempfindlichkeit gegen Formveränderung bei Temperatur-, UV- oder Feuchtebelastung. Als Erklärung dafür sei genannt, dass ein Wattebausch bei Wärme unwesentlich schrumpft, er schmilzt höchstens bei zu hoher Temperatur.

Liner, Deckpapier, Abdeckpapier, Schutzpapier, Trennpapier

Meist verfügen Klebebänder zur Herstellung der luftdichten Ebene über eine Schicht, mit der der eigentliche Kleber abgedeckt wird, eben dem Abdeckpapier oder Liner. Dies wird in der Praxis oft als unnötiger Abfall empfunden. Würde jedoch das Klebeband auf sich selbst gewickelt werden (kein Liner), müsste die Deckschicht des Trägers so ausgerüstet (silikonisiert) werden, dass die Bänder nicht aufeinander verkleben. Werden solche Klebebänder über Kreuz verklebt, so kleben sie im Kreuzungsbereich nicht und sind somit luftundicht. Da am Markt solche - verlockend - günstigen Produkte im Einsatz sind, sei auf diese Schwachstelle besonders hingewiesen.

Randanschlussklebstoffe und Flüssigklebstoffe

Neben den Klebebändern finden zunehmend für die Verklebung der Randanschlüsse der Bahnen auf angrenzende Baumaterialien Randanschlussklebstoffe Anwendung. Diese Klebemassen basieren auf wässrigen Dispersionen oder enthalten Lösemittel.

Zu diesen Klebstoffen ist anzumerken, dass die Abbindezeit mehrere Tage

dauern kann, besonders dann, wenn zwei weitgehend diffusionsdichte Materialien miteinander verbunden werden. Während dieser Zeit kann die Verklebung durch äußere Einflüsse (Wind, mechanische Belastung) beschädigt, sprich wieder gelöst werden.

Leider ist es auch so, dass bereits durchgetrocknete Klebeverbindungen durch Feuchtwanderung oder durch Witterungseinflüsse beaufschlagt werden. Wässrige Dispersionen neigen dann zum Redispergieren, das heißt, der Klebstoff nimmt wieder Wasser auf und verliert damit seine innere Festigkeit, und die Verklebung kann Schaden nehmen. Dies ist in der Praxis zu beachten. Der Ausführung ist daher große Aufmerksamkeit zu widmen, die Baugegebenheiten sind nicht zu vernachlässigen oder es sind aus beiden Gründen zusätzliche mechanische Sicherungen zu empfehlen.

4.3 DIE VERARBEITUNG

Mensch – Material - Umgebung

Die Qualität und Dauerhaftigkeit einer Verklebung wird wesentlich bestimmt durch das Klebemittel selbst, die Qualität der Fügepartner (Oberfläche, Bewegungen, Sorptionsverhalten, Alterung), die Verarbeitungsqualität und die Umgebungsbedingungen (Feuchte, Temperatur) während und nach der Verklebung.

Äußere Einflüsse

Wenn man die Klimasituationen einer Baustelle über die gesamte Bauzeit verfolgen würde, wäre es sicher legitim, von einem „Mikroklima Baustelle“ zu sprechen. Der Einfluss der Jahreszeiten auf die Feuchte- und Temperaturbedingungen wird leider allzu gerne unterschätzt oder vernachlässigt. Kommen dann noch Bauaktivitäten hinzu, die die Bedingungen verschärfen, z.B. Putz- oder Estricharbeiten mit ihrem Feuchteanfall, ist Vorsicht geboten. Werden Verklebungen erst noch unter freiem Himmel ausgeführt oder stehen diese unter dem Einfluss der Freibewitterung, sind zwingend Materialien einzusetzen, die für diese Anwendung vom Hersteller auch ausdrücklich empfohlen und freigegeben sind.

Feuchtigkeit

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass mit den meisten Haftklebstoffen auf

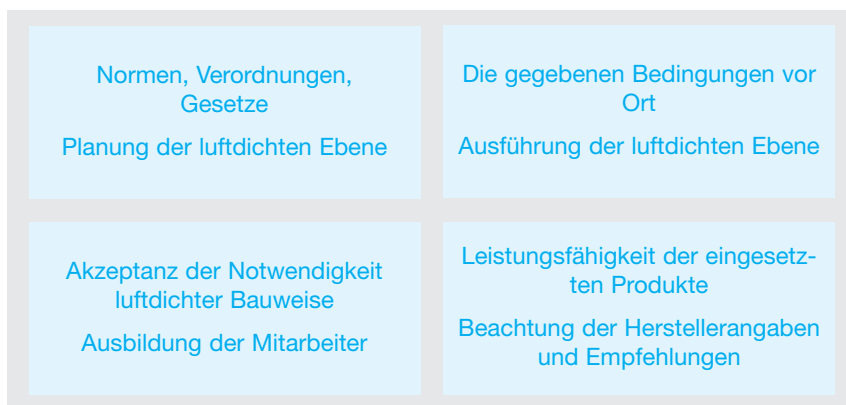


Bild 4.3: Die grundlegenden Einflussgrößen auf die Ausführungsqualität der Luftdichtheit

feuchten oder gar nassen Untergründen nicht geklebt werden kann. Ein Feuchtfilm (z.B. Raureif oder Kondensatbildung) auf dem zu verklebenden Material wirkt wie eine Trennlage. Die Verklebung auf feuchten Untergründen ist daher immer kritisch anzusehen. In der Praxis ist das ein oft bemängelter Nachteil dieser Verbindungsart, dies ändert jedoch nichts daran, dass man dem Rechnung tragen muss.

Der Feuchteangriff auf die Klebeverbindung kann via Träger, Kleberflanke und Untergrund (Hinterwanderung durch Sorption von der Klebestelle abgewandten Seite) erfolgen. Im letztgenannten Fall kann dies zur Bildung einer Trennschicht zwischen Klebemittel und Untergrund führen, was letztlich zum Versagen der Verklebung führt. Zu diesem Thema gehört auch der Hinweis, dass die in letzter Zeit eingesetzten feuchtevariablen oder feuchteadaptiven Dampfbremsen betreffend der Verklebbarkeit besonders zu beachten sind. Denn für diese Bahnen ist meist charakteristisch, dass sie Feuchtigkeit molekular aufnehmen und transportieren. Sie werden also je nach Bausituation trockener oder feuchter, was wiederum die Verklebbarkeit und die Adhäsionskräfte negativ beeinflussen können. Dem Praktiker ist an dieser Stelle wiederholt zu raten, auf abgestimmte Systemprodukte eines Anbieters zurückzugreifen, um von vornherein Schwierigkeiten aus dem Weg zu gehen.

Es gibt feuchteresistente Kleber und Kleber, die unter Feuchtebelastung Veränderungen erfahren (quellen und schwinden). Kleber, die unter Feuchte milchig werden („Weißanlaufen“),

lagern Wassermoleküle in den Klebstoff ein. Damit geht oft, aber nicht zwingend, ein Verlust der Verbundfestigkeit zwischen den beiden Fügepartnern einher und sollte als Warnhinweis gesehen werden.

Obwohl die luftdichte Ebene meist innenseitig angeordnet wird, kann die Außenverwendbarkeit von Klebmitteln gefragt sein (z.B. bei der Aufsparendämmung oder der wärmetechnischen Sanierung von außen). Was ist in einem solchen Fall zu beachten? Der Klebstoff sollte für die Außenanwendung geeignet (kein redispergierender Klebstoff), bei niedrigen Temperaturen verarbeitbar und der Träger ausreichend UV-stabil sein.

Temperatur

Zunächst ist dabei zwischen der Verarbeitungstemperatur und der Temperaturbeständigkeit sowie der Dauer der Temperatureinwirkung zu unterscheiden. Die Verarbeitungstemperatur kann meist nur über einen bestimmten Temperaturbereich gehalten werden. Diverse Kleber sind sehr weich und haben eine hohe Anfangshaftung, was die Verarbeitbarkeit bei tiefen Temperaturen ermöglicht, leider aber auch die Temperaturbeständigkeit bei hohen Temperaturen beschneidet. Die untere Verarbei-

tungstemperatur liegt bei guten Produkten für Butylklebstoffe bei $\pm 0^{\circ}\text{C}$, für Akrylklebstoffe bei -5°C . Für wasserbasierte Klebemassen gilt allgemein eine Verarbeitung deutlich über dem Gefrierpunkt. Die Temperaturbeständigkeit guter Produkte liegt im Bereich von -40°C bis $+90^{\circ}\text{C}$.

Ausführungsempfehlungen am Laufmeter

Die nachfolgend aufgeführten Ausführungsempfehlungen entstammen langjährigen Erfahrungen des Autors und seines Arbeitgebers und sollen den Ausführenden für die eine oder andere Situation sensibilisieren.

Was haben eine Holzverleimung und eine Verklebung mit Haftklebstoffen gemeinsam?

Nichts, möchte man meinen. Aber fragen wir zunächst: Was braucht es für eine korrekte Holzverleimung? Jeder Schreiner oder Zimmerer wird diese Frage leicht beantworten:

- Einen zweckdienlichen Leim
- Eine saubere, trockene, gehobelte, staub-, fett- und harzfreie Oberfläche
- Ausreichender Pressdruck (Schraubzwingen)
- Vernünftige Temperaturen (deutlich über 0°C)
- Zeit zur Aushärtung bzw. zur Abbindeung

Genau das braucht's aber auch bei Klebebandern. Nachfolgend wird auf diese Punkte genauer eingegangen.

Zum Thema Sauberkeit

Es dürfte mittlerweile bekannt sein und unserem Erfahrungsschatz entsprechen, dass auf fettigen, seifigen, staubigen, feuchten oder gar nassen Untergründen mit den hier zur Debatte stehenden Klebmitteln nicht geklebt werden kann. Die DIN 4108-7/2001-8 weist unter Punkt 4.3 auf die Beachtung der genannten Punkte hin:

EIN PAAR TIPPS ZUR PLANUNG

Die Luftdichtheitsschichten sollten als unterbrochene Ebene das Gebäude umschließen. Auf Versätze und Abweichungen von der Ebene ist zu verzichten. Die handwerkliche Machbarkeit sollte im Vordergrund stehen. Gerade kritische Stellen sollten zeichnerisch untersucht und dargestellt werden und mit den Ausführenden besprochen werden. Bitte nichts dem nachgeschalteten Bauausführungs-Zufall überlassen. Eine Vertiefung dieses Themas ist in Band 2 vorgesehen.

DIE MECHANISCHE SICHERUNG - ZU RECHT EIN DAUERHAFTES THEMA

In den letzten Jahren wurde dieses Thema sehr ausführlich und kontrovers diskutiert und hat schon fast den Status eines Glaubenskrieges. Der Autor befasst sich seit Jahren mit der Klebtechnik für luftdichte Ebenen und die nachfolgenden Argumente zum Thema mechanische Sicherung entstammen der schmerzhaften Bauerfahrung:

- Die Dauer der Nutzungsphase erzwingt dauerhafte Lösungen.
- Feuchte, verunreinigte und kalte Untergründe sind ernst zu nehmende Unwegsamkeiten.
- Nachträglicher Feuchteintrag mit nachträglichem Versagen einer zuvor intakten Klebeverbindung.
- Bewegungs-, feuchte- und/oder temperaturbedingte Längenänderungen der beteiligten Untergründe.
- Adhäsionsprobleme durch Materialveränderungen von Kleber, Bahn und Untergrund.
- Die meisten Klebemittel benötigen Zeit für den Aufbau der Adhäsionskräfte. Bei Flüssigklebstoffen kann die Austrocknung mehrere Tage dauern. Während dieser Zeit kann die Verklebung nicht belastet werden und erfordert eine mechanische Sicherung.
- Aus Sicherheitsüberlegungen sollte auf eine mechanische Fixierung nicht verzichtet werden, zumal diese vielfach zur Aufnahme der raumseitigen Verklebung dient („Randlatte“). Denn was bautechnisch ohnehin vorhanden ist, sollte man marketingtechnisch nicht wegdiskutieren.

„Die Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit der Luftdichtheitsschicht hängen wesentlich von ihrer fachgerechten (...) Ausführung ab. Die Verarbeitungsrichtlinien (...) sind zu beachten.“ Also achten wir darauf!

Heikle Untergründe

Die Vorbehandlung („das Primern“) von Baumaterialien wird immer dann zwingend, wenn sich das Klebematerial im Untergrund nicht ausreichend verankern kann. Dies ist in der Regel bei Haftklebstoffen (Akryl- und Butylbasis) immer dann der Fall, wenn raue, poröse, sandige oder fasrige Untergründe vorliegen oder wenn die Oberflächenfestigkeit der Untergründe gering ist. Beton, Ziegel, Gips, Mörtel, Gipsfaserplatten und besonders Holzweichfaserplatten sind in der Regel ohne Vorbehandlung mit Klebebändern nicht verklebbar. Somit entscheidet oft nur die Oberflächenfestigkeit des zu verklebenden Materials und nicht das Klebemittel selbst über die Festigkeit der Verbindung. Auf die Herstellerangaben hinsichtlich des Zeitraumes zwischen dem Aufbringen der Vorbehandlung und der Weiterbelegung durch Klebemittel sei ausdrücklich hingewiesen.

Flüssigklebstoffe benötigen durch ihre

pastöse Form meist keine Vorbehandlung. Jedoch ist auf die Gratwandlung zwischen Eindringen des Klebstoffes in die Oberflächen durch Anreiben und unerwünschtes Plattdrücken der Kleberraupe mit Verlust an Dehnfähigkeit hinzuweisen.

Anregungen zum Arbeitsablauf

Luftdichtheitsbahnen sind auf der Unterkonstruktion mittels Tackerklammern zu befestigen. Eine möglichst faltenfreie Verlegung erleichtert die spätere Überklebung der Überlappungsstöße. Zudem ist auf last- und spannungsfreie Verlegung zu achten. Bahnen sollten keine dauernden Lasten aus dem Gewicht von Wärmedämmstoffen aufzunehmen haben. Dies führt zum Ausbauchen der Bahnen und zu gefährlicher Dauerbelastung der Haftklebverbindungen. Bahnen von der Rolle oder bei Einpassungen möglichst gerade abschneiden, denn Wellenlinien lassen sich nur schwer verkleben. Auch sollten die Bahnen nicht direkt auf dem Boden zugeschnitten werden, um Verschmutzungen mit Dreck und Staub zu vermeiden, da dies zu Fehlverklebungen führen kann. Überlappungsstöße von der Raummitte nach außen verkleben. Damit halbiert sich die Gefahr einer Wulst- oder Faltenbildung. Klebeband

mittig über die Stöße kleben. Klebebänder sind stets gut anzureiben – entweder mit dem Handballen „bis er glüht“ oder schonender mit dem Latthammer. Nachfolgend die Randschlüsse luftdicht verkleben. Am Schluss die Bahn durch geeignete Einschneidetechnik – die gute alte Schere ist hierzu das beste Werkzeug – möglichst eng an Durchdringungen anschließen und verkleben. Das Anfertigen einer zusätzlichen Manschette kann bei zu großem Abstand zwischen Bahn und Durchdringung nötig werden. Bei komplizierten oder auch großen Durchdringungen kann die Ausführung einer harten Hinterlage erforderlich sein.

Tackerstellen nachträglich überkleben?

Ab und zu wird die Frage gestellt, ob die Klammerstellen nachträglich überklebt werden müssen. Aus Sicht der Luftdichtheit sind diese Perforationen zu vernachlässigen, was Messungen bestätigen. Die DIN 4108-7/2001-8 weist im Punkt 5.2.2 darauf hin, dass Bahnen nicht perforiert sein dürfen, nimmt davon aber ausdrücklich die Perforation durch Klammern und Befestigungsmittel aus, legitimiert sie sozusagen. Sind jedoch Klammerstellen ausgerissen oder es besteht die Gefahr, ist ein nachträgliches Stück Klebeband sicher keine Fehlinvestition. Anders verhält es sich, wenn die Luftdichtheitsschicht gleichzeitig dampfsperrende Wirkung haben muss (Saunas, Industrieküchen, gewerbliche Bäder). In diesem Fall kann bei hohem Dampfdruckgefälle Feuchtigkeit in die Unterkonstruktion gelangen, und eine Überklebung der Klammerstellen ist zu empfehlen. Zudem wird der Korrosion der Verbindungsmittel mit nachfolgender Beschädigung der Bahn vorgebeugt.

Dauernde Lasteinwirkung auf Klebeverbindungen

Aus persönlicher Erfahrung wissen wir, dass man eine Etikette von einem Kunststoffuntergrund am besten dadurch ablöst, indem man möglichst vorsichtig mit konstanter Kraft und langsam daran zieht. Sehr ähnlich verhält es sich bei Haftklebebändern. Deshalb sind dauernde, kleine Zugkräfte auf Überlappungsverklebungen unbedingt zu vermeiden. Klebebänder dienen zur Herstellung der luftdichten Schicht und nicht dazu, die Konstruktion zusammenzuhalten.

TIPPS ZUR QUALITÄTSSICHERUNG

Luftdichtheitschichten sollten unmittelbar nach der Verlegung der Wärmedämmung eingebaut werden. Denn während einer Winterpause oder nach dem Verlegen von Estrichen oder nach Verputzarbeiten können größere Mengen Feuchtigkeit in die Konstruktion eindringen. Besteht Unklarheit, so hilft es, die Bauteilfeuchte der anderen Schichten zu messen.

Einfache Dichtheitsproben lassen sich unmittelbar nach der Verlegung mit einem Luftgeschwindigkeitsmessgerät, ersatzweise mit Rauchröhrchen oder Daunenflaum, befestigt an einem Dübelstab, durchführen. Potentielle Brandstifter verwenden ein Feuerzeug. Leider setzen diese Methoden etwas Winddruck voraus. Bei der Suche nach Undichtheiten an Wülsten, Ecken und Unzugänglichkeiten hilft Omas Stricknadel.

Ganz allgemein gilt, dass Beschädigungen an der luftdichten Ebene repariert werden. Hier ist die Bauleitung gefragt, dies zu kontrollieren und zu veranlassen.

Luftdichtheit und das Ausblasen mit Zellulosefasern

Dies gehört eigentlich noch zum vorherigen Thema. Da es aber in der Vergangenheit des öfteren Anlass zu Reklamationen gab, soll dieser Aspekt unter einer eigenen Überschrift abgehandelt werden. Dauernde mechanische Belastungen aus dem Einblasdruck oder dem Eigengewicht der Wärmedämmung müssen mit Anpresslatten, geringerem Klammerabstand und Querlattungen mit einem Rastermaß von ca. 65 x 65 cm aufgefangen werden. Dieser Rost ist sinnigerweise vor dem Einbringen der Wärmedämmung zu montieren. Auch die Randanschlüsse und eventuelle Durchdringungen sind sorgsam mit mechanischer Unterstützung auszuführen.

Schäume, Profile und die notwendige Kompression

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass normale Montageschäume als nicht luftdicht gelten. Eingesetzte Profile aus elastischen Materialien und auch Rundschnüre, z.B. aus Butyl, benötigen eine gewisse Kompression, damit sie ihre Wirkung entfalten und luftdicht sind. Die Herstellerangaben über die nötige Pressung seien besonders ans Herz gelegt.

Besonderheiten der Aufsparrendämmung

Die Aufsparrendämmung hat an Bedeutung gewonnen. Im Neubau und in der Sanierung ist sie bei Häusern, die einen hohen Wärmedämm-

standard anstreben, nicht mehr weg zu denken. Auch bei dieser Konstruktionsweise ist eine luftdichte Ebene warmseitig der Wärmedämmung zu planen und auszuführen. Erschwerend kommen zwei Dinge hinzu: Erstens werden die Luftdichtheitschichten während oder kurz nach dem Aufrichten verlegt. Sie kommen also mit der Witterung in Kontakt und werden mit groben Schuhen begangen. Daher kann für diese Zwecke nicht irgendeine Dampfbremse gehalten. Nein, hier sind stabile Produkte mit ausreichender Freibewitterung einzusetzen. Sehr wichtig ist auch,

dass die verwendeten Klebematerialien für den Einsatz im Außenbereich geeignet sind. Zweitens werden die Bahnen meist ober- bzw. außerhalb der Tragkonstruktion verlegt und müssen folglich mit den Materialien der luftdichten Ebene in den Wänden verbunden werden. Wenn schon im normalen Innenausbau die Planung der luftdichten Ebene verlangt wird, so ist sie hier mehr als zwingend. Genaue, durchdachte Details mit Beachtung der Montagefolge sind nötig.

4.4 PRÜFUNG VON KLEBEMATERIALIEN

Bekannte Testmethoden

In der Klebebandbranche sind verschiedene Testmethoden im Einsatz, die von folgenden Institutionen veröffentlicht sind.

- **AFERA** (Association des Fabricants Européens de Rubans Adhésifs). Norm mit 24 Testmethoden.
- **ASTM** (American Society for Testing and Materials) Test-Normen im amerikanischen Markt.
- **PSTC** (Pressure Sensitive Tape Council). Normen im amerikanischen Markt.
- **FINAT** (Fédération Internationale des Fabricants et Transformateurs d'Adhésifs et Thermocollants sûr Papiers et autres supports). Norm mit 24 Testmethoden, genannt FTM.
- **DIN** (Deutsches Institut für Normung). Diverse Normen für Klebe-

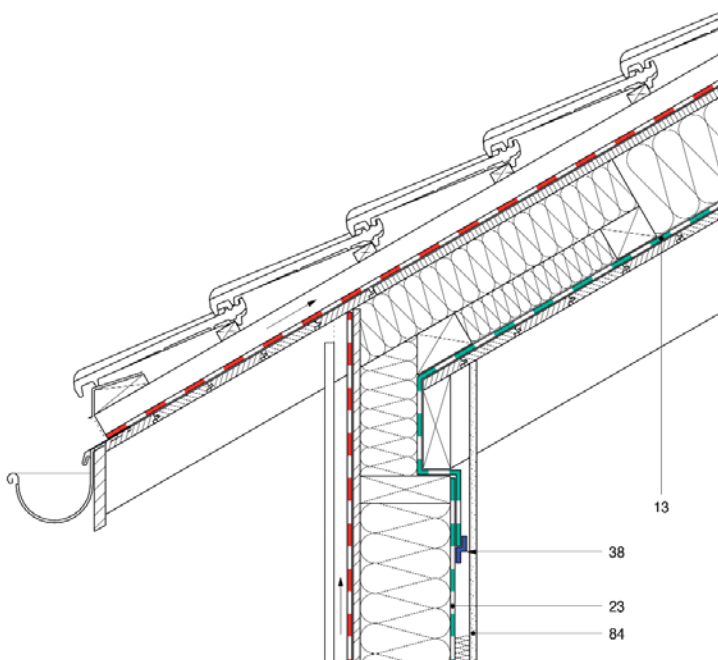


Bild 4.4: Fußpunkt bei Aufsparrendämmung

bänder, die Tests erfolgen aber alle auf Stahl oder Glas.

Leider sind das fast ausnahmslos Prüfungen unter Laborbedingungen und auf bauuntypischen Untergründen, soweit es sich um Materialien für die luftdichte Verklebung handelt.

Was wird üblicherweise gemessen?

Zuerst ist die Messung der Klebkraft zu nennen. Dabei wird das Klebeband schierend oder schälend (90° oder 180° Schältest) vom Untergrund abgezogen. Da der gewählte Untergrund, der Schälwinkel und die Abzugsgeschwindigkeit das Ergebnis sehr stark beeinflussen, ist bei Vergleichen immer zu fragen: Wie und was genau wurde geprüft?

Die Klebrigkeit oder die Anfangshaftung (Tack) werden entweder durch



Bild 4.5: Statische Scherkraftprüfung (Temperatur-Dauerstandversuch)

den Rollkugeltest (Rolling-ball-Test) oder den Schlingentest (Loop-Test) geprüft. Dabei lässt man im ersten Fall eine Kugel über eine schräge Ebene auf die Kleberschicht rollen und misst den Weg bis zum Stillstand. Im zweiten Fall wird das Klebeband zu einer Schleife geformt und auf einen Prüfuntergrund geführt. Nach Berührung des Untergrundes wird das Klebeband wieder senkrecht abgezogen und die Haftkraft ermittelt. Die Temperaturbeständigkeit - es wird auch von einer Grenztemperatur gesprochen - wird dadurch ermittelt, indem eine definierte Klebeverbindung (Klebeband verklebt mit einem Substrat und statisch angehängter Last) steigender Temperatur ausgesetzt und diejenige Temperatur ermittelt wird, bei der die Verbindung versagt. Im Bild 4.5 sieht man eine solche Anordnung. Links sind die Probenkörper der Verklebung nahezu berührungsfrei mit einem Heizelement umschlossen, die Last (gefüllter Kunststoffbeutel) wirkt frei auf die Verbindung. Rechts fehlt das Heizelement.

4.5 DAUERHAFTIGKEIT VON KLEBEVERBINDUNGEN

Dies ist ein zurzeit viel besprochenes Thema. Das ist verständlich, schließlich sind dauerhafte Verbindungen für die Lebensdauer eines Gebäudes gefordert. Leider wird vieles willkürlich vermischt (Dauerhaftigkeit, Alterungsbeständigkeit, Freibewitterung, künstliche Bewitterung nach DIN 53387 in Bewitterungsgeräten, Messungen im Labor und in der Baurealität) und fundierte Ergebnisse sind folglich rar. Als Einflussgrößen für eine dauerhafte Verklebung können heute als bekannt und beachtenswert angenommen werden:

- Photolytische Spaltung von Kleber und Untergrund durch UV-Licht
- Hohe Temperaturen
- Hohe Luftfeuchtigkeit
- Zugkräfte im verbauten Zustand
- Schmutz und Hitze während der Lagerung der unverbauten Klebematerialien
- Beachtung der Lagerfähigkeit der Klebemittel

Bestrebungen des FLiB

Diesem Umstand will der Fachverband für Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB) seit dem Jahre 2000 mit seinen Bestrebungen abhelfen. Einen Zwischenstand bildet die im Jahre 2007 im Entwurf veröffentlichte Prüf- und Kennzeichnungsvorschrift (PKV) ab. Diese beschreibt Prüfverfahren unter baunahen Gegebenheiten und macht Vorschläge zur Alterungsprü-

fung und zu einer Klassifizierung. Gerade zu den letztgenannten Punkten konnte aber in der Fachwelt bisher keine Einigung erzielt werden und eine Endfassung wird weiterhin ausstehen.

4.6 NORMENARBEIT ZUM THEMA KLEBMITTEL FÜR DIE HERSTELLUNG LUFTDICHTER EBENEN

Die gültige DIN 4108-7/2001-08 beschreibt heute die Planung und Ausführung von Luftdichtheitsschichten. Diese Norm ist zurzeit in der Überarbeitung und wird das Thema weiter vertiefen. Ergänzend dazu wird derzeit an Prüfbedingungen, Prüfmethode, Kriterien für Anforderungen und Klassifizierung von Materialien für Luftdichtheitsschichten nach EnEV und DIN 4108-7 im Bauwesen gearbeitet, was zu einer neuen Norm für Klebebänder und Klebemassen führen wird. Zu beachten ist aber, dass darin bestimmte Anwendungen ausgeschlossen sind und noch nicht einer Normierung unterliegen werden (z.B. Außenanwendung oder UV-Belastung).

Abschließend bleibt festzuhalten, dass zwar an der Normierung für Klebematerialien gearbeitet wird, die bestehenden Normen für Bahnen und Plattenmaterialien etc. aber keinerlei Vorgaben betreffend der Verklebbarkeit enthalten. Dies ist eindeutig eine Lücke im Normenwerk und wird in der Zukunft ebenfalls zu schließen sein.

EIN PAAR TIPPS ZUR AUSWAHL DER MATERIALIEN

Die Normierung von Klebematerialien, Bahnen und Plattenmaterialien wird helfen, grundlegende Materialprobleme zu beseitigen. Aber die Qualität der Produkte ersetzt nie die Qualität der Konstruktion und der Verarbeitung. Gute Materialien werden nicht verhindern, dass Fehler bei der Ausführung der luftdichten Gebäudehülle spätere Reklamationen, Mehrkosten durch Sanierung oder erhöhten Energiebedarf zur Folge haben können. Grundsätzlich ist dem Praktiker zu empfehlen, auf gute Produkte namhafter, langjähriger Hersteller zu setzen, wobei Systemanbieter zu bevorzugen sind. Auch ist die luftdichte Ebene detailliert zu planen, sie ist sorgsam auszuführen und im Bauablauf als wichtiges, eigenständiges Gewerk anzusehen und entsprechend zu prüfen oder abzunehmen.

Vergleicht man die Kosten für das Erstellen einer luftdichten Konstruktion mit den Kosten für Energieverluste bei fehlerhafter Ausführung und notwendiger Nacharbeit, dann ergeben sich daraus überraschende Ergebnisse: Luftdicht bauen lohnt sich! Denn frei nach Edward A. Murphy gilt: „Man hat nie Zeit, es von Anfang an richtig zu machen. Aber man hat alle Zeit der Welt, es wieder zu flicken“.

Tabelle 4.1: Klebebänder – Risikomatrix Baustoffe (Informativ)

Baustoffgruppe	Baustoff	Beschaffenheit	Beurteilung				
			unkritisch	kritisch	hochkritisch	unverantwortbar	
Holz ¹		sägerau		■			
		gehobelt	■				
		Feuchtegehalt	< 10 %	■	■		
			< 20 %		■	■	
		Weichholz	Fichte	■			
			Pappel	■			
		Hartholz	Buche	■			
			Exoten		■		
		imprägniert			■	■	
		lasiert			■	■	
Holzwerkstoffe ¹	OSB	pressenroh ²		■			
		geschliffen		■			
			■				
	Spanplatten		■				
	DWD		■				
Sperrholz		■					
Mineralische Baustoffe	Ziegel ³	glatt		■			
		strukturiert			■		
	Kalksandstein ³		■				
	Beton ³		■	■			
	Putze ³	sandig / strukturiert			■		
		glatt		■			
	Lehm ³		■	■			
	Gips ³		■				
Gipsfaser ³		■	■				
Bahnen	Papier		■	■			
	PE			■			
	Polyamid		■	■			
	PP	glatt	■				
		vlies- oder stoffartig		■	■		
Kunststoffe	PE			■	■		
	PP	■					
	PVC	hart	■	■			
		weich			■	■	
	Bitumen			■			
Metalle		■					
Anstriche	Dispersion			■	■		
	Latex			■	■		
	Mineralischer Anstrich			■			
Dämmstoffe	PUR - Schaum			■	■		
	Foamglas			■	■		
	Styropor			■	■		

¹ Material muss staubfrei sein. ² Achtung Trennmittel. ³ Verklebbar meist nur durch Vorbehandlung mit Primer (Haftvermittler).

Tabelle 4.2: Klebebänder – Risikomatrix Verarbeitung und Klimate (Informativ).

Verarbeitung und Klimate		Beurteilung			
		unkritisch	kritisch	hochkritisch	unverantwortbar
Klebebandbreite	< 50 mm			■	■
	50 mm		■	■	
	60 mm	■			
	75 mm	■			
Anpressdruck	gering			■	
	mittel		■		
	hoch	■			
Luftfeuchte bei der Verarbeitung	Nebel, Dampf		■	■	
Feuchte / Nässe auf dem Substrat	Tauwasser / Wasserfilm		■		
	Wasser im Substrat			■	
	stehendes Wasser			■	■
Verarbeitungstemperatur	< 0°C			■	
	< 5°C		■		
	> 10°C	■			
Temperaturbeständigkeit	< 40°C	■			
	> 60°C		■		
	> 80°C			■	

AUTOR



ULRICH HÖING
DIPL. ING. (FH)

Leiter Bereich Technik und Entwicklung bei der Ampack AG, Rorschach, Schweiz.

Mitglied in diversen Fachverbänden und im Normenausschuss DIN 4108-7 sowie Referent von Fachvorträgen zum Thema Bauphysik und Luftdichtheit.

LITERATUR

DIN 4108-7/2001-08

Entwurf der Prüf- und Kennzeichnungsvorschrift für Haftklebebänder in der Innenanwendung, Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V. (FLiB), Stand: 5. November 2007.

Auszüge aus Fachprospekten der Firma Ampack AG, Rorschach, Schweiz.