

Richtig kleben will gelernt sein

Teil 1: Von der Idee zum Produkt – den Klebprozess ganzheitlich betrachten

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. Der Gliederung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. folgend, wird jeweils ein Aspekt der Klebtechnik (Bild 1) in den Mittelpunkt gestellt und unter drei Schwerpunkten beleuchtet.



Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn der Klebprozess nicht ganzheitlich betrachtet wird? Kleben ist – genauso wie das Schweißen, Nieten, Löten usw. – nach ISO

9001 ein „spezieller Prozess“. Das bedeutet, die Herstellung der Verbindung sowie das fertige Produkt können nicht einhundertprozentig zerstörungsfrei verifiziert werden. Es gibt – genau wie bei allen anderen Verbindungstechniken auch – also keine Prüfmethodik(en), die eine einhundertprozentige Lebensdauervorhersage einer Verbindung ermöglicht. Die ganzheitliche Prozessbetrachtung, ggf. mit Unterstützung von Fachleuten, minimiert das Produktrisiko, das von „fehlerhaften“ Klebstellen ausgeht und damit Probleme wie mangelnde Qualität, Reklamationen und/oder Produkthaftungsansprüche nach sich ziehen kann.

Wie vermeidet der Anwender diese Probleme am besten? In Analogie zu den anderen Verbindungstechniken heißt das Zauberwort auch hier schlicht und ergreifend: Fehlervermeidung! – was im Übrigen der eigentliche Kerngedanke der ISO 9001 ist. Die Anwender müssen gemäß Produktsicherheitsgesetz nach dem „Stand der Technik“ fertigen, d.h., ihre Klebprozesse so fachgerecht gestalten, dass Fehler erst gar nicht auftreten. Und da die Klebtechnik ein komplexer, interdisziplinärer Prozess ist, ergibt sich für jeden Anwender die Notwendigkeit, alle qualitätsbeeinflussenden Faktoren – eben „von der Idee bis zum Produkt“ – zu berücksichtigen.

Über welches Know-how sollten die am Prozess Beteiligten verfügen? Sie müssen in der Lage sein, die Klebprozesse ganzheitlich zu betrachten, egal ob Großserien- oder Einzelteilerfertigung. Im Vergleich zu anderen Fügeverfahren – nehmen wir hier nur das Schweißen als Beispiel – ist die Zahl der qualitätsbeeinflussenden Faktoren beim Kleben jedoch deutlich höher. Und jeder Einzelfaktor kann einen signifikanten Effekt auf die Klebungsqualität haben. Daher dürfen sich die Anwender z.B. nicht nur auf das Auftragen des Klebstoffs und dessen Verfestigung fokussieren. Nein, das gesamte Klebsystem muss betrachtet werden: Werkstoffe, Oberflächen, Oberflächenbehandlung, Klebstoff-

„Kleben ist komplexer als andere Verbindungstechnologien. Das ist ein Aspekt, der nicht unterschätzt werden sollte.“

– Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



auswahl, Applikation, Verfestigung, Auslegung, Alterung usw. Erst, wenn die Projektbeteiligten die relevanten Einzelaspekte im Kontext zum Projekt verstehen und hinsichtlich der jeweiligen Einzelaspekte des Gesamtprozesses über genügend fachliches Wissen und Können verfügen, sind sie überhaupt in der Lage, mögliche Fehler zu bemerken und demzufolge in ihrem Einflussbereich auch zu erkennen bzw. vor vornherein zu vermeiden.

Teil 2 in DICHT! 2.2019 „Planung einer Klebung“

DICHT!digital: Hier gehts zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig.“

DICHT!digital: Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de



Bild 1: Übersicht, was von der Idee zum Produkt zu berücksichtigen ist (Bild: Fraunhofer IFAM.)



Bild 1: Was von der Idee bis hin zum Produkt zu berücksichtigen ist (Bild: Fraunhofer IFAM)

Richtig kleben will gelernt sein

Teil 2: Planen einer Klebung

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. Der Gliederung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. folgend, wird jeweils ein Aspekt der Klebtechnik (Bild 1) in den Mittelpunkt gestellt und unter drei Schwerpunkten beleuchtet – diesmal das Planen einer Klebung.



Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn der Klebprozess nicht ganzheitlich geplant wird? Die Basis, um geklebte Produkte fachgerecht herzustellen, ist die

adäquate Festlegung eines Anforderungsprofils bzw. eines Lastenhefts – und zwar anhand der im späteren Produktgebrauch realistisch auftretenden Belastungen. Es ist die früheste Phase der Klebungsplanung. Sie bildet die Grundlage aller in späteren Schritten notwendigen Arbeiten hin zu einer erfolgreichen Klebung. In diesem frühen Stadium lassen sich Fehler noch vergleichsweise einfach und mit überschaubarem Zeitaufwand – und damit preiswert! – korrigieren und im Lastenheft dokumentieren. Spätere Korrekturen werden mit jedem weiteren Schritt aufwändiger und damit teurer. Deshalb erfordert das Erstel-

len eines Anforderungsprofils/Lastenhefts schon – oder gerade! – zu diesem Zeitpunkt die ganzheitliche Betrachtung des späteren Klebprozesses. Eine Fehlerquelle an dieser Stelle besteht darin, wichtige „Einzel“aspekte für die Klebungsherstellung einfach zu vergessen oder zu übersehen. Eine andere besteht darin, die klebtechnischen Randbedingungen im Anforderungsprofil viel zu eng zu fassen, häufig aufgrund mangelnder klebtechnischer Fachkenntnis und der daraus resultierenden übertriebenen Vorsicht oder der Angst, einen Fehler zu machen. Das Kleben, obwohl objektiv möglich, erscheint dann unrealisierbar. Die Formel, hier die richtige Balance zu finden, lautet: **X·M·V**, was so viel heißt wie: **X**sunder MenschenVerstand

Wie vermeidet der Anwender Planungsprobleme am besten? Neben der ganzheitlichen Betrachtung des jeweiligen Klebprozesses heißt das zweite Zauberwort: „Kommunikation“. Jeder Klebprozess ist vielschichtig. Und aus diesem Grund ist es wichtig, möglichst alle betroffenen Bereiche (Bild 2) von Anfang an in die Überlegungen miteinzubeziehen: Konstruktion, Prozessplanung, Arbeitsvorbereitung, QM usw., aber auch Einkauf, Lieferanten (Fügeteile, Klebstoffe) etc. und natürlich den Kunden! Aufgrund der angesprochenen Vielschichtigkeit des Klebprozesses hat

„Kommunikation ist bei der Planung einer Klebung essentiell“ – Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



jeder Bereich seine Sichtweise auf die bevorstehende Entwicklung, sodass es am Ende zu einer guten Lösung kommen kann.

Über welches Know-how sollten die am Planungsprozess Beteiligten verfügen? Der Anwender muss sich über die Beanspruchungen seines Produktes umfangreich Gedanken machen:

- Welche Beanspruchungen treten auf – in thermischer (hohe Temperaturen genauso wie niedrige) und in medialer Hinsicht (Reinigungs- und/oder Lösemittel, andere Chemikalien etc.)?
- Wie ist die Beanspruchung durch Feuchtigkeit und/oder UV-Strahlung?
- Welche mechanischen Beanspruchungen statischer wie dynamischer Art treten in welchem Umfang auf?
- Welche Beanspruchungen überlagern sich wie?

Auch hier wird wieder deutlich, dass eine ganzheitliche Betrachtung des Klebprozesses notwendig ist. Und die erfordert fundiertes klebtechnisches Wissen und Können.

Teil 3 in DICHT! 3.2019 „Beachtung der Werkstoffeigenschaften“

DICHT!digital: Hier gehts zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig.“

DICHT!digital: Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

DICHT!digital: Informationen zur Webinar-Reihe „Kleben – aber sicher“



Bild 2: Wer alles in die Planung eines Klebprozesses einbezogen werden sollte (Bild: Fraunhofer IFAM)

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de



Bild 1: Was von der Idee bis hin zum Produkt zu berücksichtigen ist (Bild: Fraunhofer IFAM)

Richtig kleben will gelernt sein

Teil 3: Werkstoffeigenschaften beachten

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. Der Gliederung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. folgend, wird jeweils ein Aspekt der Klebtechnik (Bild 1) in den Mittelpunkt gestellt und unter drei Schwerpunkten beleuchtet – diesmal: Die „Beachtung der Werkstoffeigenschaften“.

Die Werkstoffauswahl ist ein wichtiger Schritt bei der Produktentwicklung. Dabei sind neben den mechanischen, ästhetischen, ökonomischen und verfahrenstechnischen Eigenschaften natürlich auch klebtechnische Aspekte zu berücksichtigen.

Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn die Eigenschaften zu klebender Werkstoffe nicht adäquat berücksichtigt werden?

In den vorhergehenden Teilen dieser Kolumne ist immer wieder auf die Wichtigkeit hingewiesen worden, die Klebtechnik ganzheitlich zu betrachten. Alle „Einzel“aspekte, die alleamt die Klebungsqualität beeinflussen (können), fügen sich zu einem „Klebsystem“ zusammen. Und der/die zu klebende/n Werkstoff/e ist/sind essenzieller Teil dieses „Systems“. Aus klebtechnischer Sicht umfassen dabei die zu beachtenden Werkstoffeigenschaften nicht nur die mechanisch-technologischen Eigenschaften wie Festigkeit und Verformbarkeit. Genauso wichtig sind die flächeneigenschaften. Auf diese wird noch gesondert eingegangen. Erschwerend kommt im Weiteren hinzu, dass sich Werkstoffe wie Metalle, Kunststoffe, Gläser, Keramiken, Holz, Papier usw. – auch in klebtechnischer Hinsicht – sehr grundsätzlich voneinander unterscheiden. Ferner steigt die Zahl der Werkstoffe, die zur Produktherstellung zur Verfügung stehen, permanent an. Diese Steigerung wird noch einmal durch Werkstoffbeschichtungen (Oberflächen! → Adhäsion!) vervielfacht. Gleichzeitig gewinnt das Multimaterialdesign zunehmend an Bedeutung.

Wie vermeidet der Anwender Werkstoffprobleme im Klebprozess am besten?

Die Auswahl des/der zu verbindenden Werkstoff/e ergibt sich – unabhängig von der Verbindungstechnik – aus dem zuvor erstellten Anforderungsprofil für das herzustellende Produkt. Der Anwender muss nun seine/n ausgewählten Werkstoff/e hinsichtlich der mechanisch-technologischen Eigenschaften genau kennen und diese/n dann zusätzlich „klebtechnisch“ hinsichtlich Anlieferungszustand, Oberflächenzustand, Lagerungsmöglichkeiten und -bedingungen (Ändert sich der Werkstoff bzw. die Werkstoffoberfläche?) usw. betrachten. Gerade bei Kunststoffen, die, z.B. im Gegensatz zu Metallen, nicht normiert zusammengesetzt sind, kommt hinzu, dass sie eine Reihe von Zusatzstoffen wie Weichmacher (zur Verbesserung der Verformungseigenschaften),

„Nur wer alle Einzelaspekte im Kontext der zu verklebenden Werkstoffe kennt, kann Fehler effektiv vermeiden.“

– Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



Gleitmittel (Vermeiden von Reibung bei der Verarbeitung), Slipmittel (Verbesserung der fühlbaren Oberflächenbeschaffung), Trennmittel (z.B. zur Erleichterung der Entformung), etc. enthalten können. Diese Additive können sich negativ auf die Klebbarkeit von Kunststofffügeteilen auswirken, was dem Anwender bewusst sein muss.

Über welches Know-how sollten die am Klebprozess Beteiligten hinsichtlich der Beachtung der Werkstoffe verfügen?

Die Komplexität eines Klebprozesses bzw. eines Klebsystems ergibt sich aus der hier ansatzweise dargestellten Vielzahl der qualitätsbeeinflussenden „Einzel“aspekte. Diese müssen dem Anwender alle bewusst sein. Fehler können schließlich nur erkannt werden, wenn man sie kennt! Der Leitfaden „Kleben – aber richtig“ (www.klebstoffe.com) hilft in einem ersten Schritt, wichtige Aspekte beim Kleben eben nicht zu „übersehen“ oder gar zu „vergessen“. Selbstverständlich ersetzt er keine umfassende klebtechnische Personalqualifizierung, wie sie die klebtechnischen Qualitätsnormen DIN 2304 (General Industry) und DIN 6701 (Schienenfahrzeugbau) festschreiben.

Teil 4 in DIGHT! 4.2019 „Gestaltung einer Klebung“

DIGHT!digital: Hier gehts zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig.“

DIGHT!digital: Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

DIGHT!digital: Informationen zur Webinar-Reihe „Kleben – aber sicher“

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de

DIGHT!digital: Die DIAM findet gemeinsam mit der DDM seit 2017 statt.



**Kunststoffspritzguss
Werkzeugbau
Laserbeschriftung
Dosiertechnik**



**Wir können
DICHT!**

Polymold GmbH & Co. KG
Am Hörnbachl 5 | 82396 Pähl
Telefon +49 8808 92454-0
E-Mail mail@polymold.de
www.polymold.de
Innovation. Qualität. Zukunft.



Bild 1: Was von der Idee bis hin zum Produkt zu berücksichtigen ist (Bild: Fraunhofer IFAM)



Richtig kleben will gelernt sein

Teil 4: Gestalten einer Klebung

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. Der Gliederung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. folgend, wird jeweils ein Aspekt der Klebtechnik (Bild 1) in den Mittelpunkt gestellt und unter drei Schwerpunkten beleuchtet – diesmal das „Gestalten einer Klebung“.

Diese Folge widmet sich gemäß der Gliederung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ dem Schwerpunkt der „Gestaltung einer Klebung“. Neben der Auswahl des Fügeteilwerkstoffes, des geeigneten Klebstoffes, der passenden Oberflächenbehandlung sowie der optimalen Fertigungsbedingungen ist die klebgerechte Gestaltung des Verbundes wichtig, um durch einen möglichst optimalen Aufbau die gleichmäßige Kraftübertragung und die Langzeitbeständigkeit zu maximieren (Bild 2).

Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn die Gestaltung einer Klebung nicht klebgerecht erfolgt?

Kleben unterscheidet sich von anderen Verbindungstechniken u.a. dadurch, dass es ein flächiges Fügeverfahren ist. Ziel einer klebgerechten Konstruktion ist daher, eine

ausreichende Klebfläche bereitzustellen und Spannungsspitzen in der Klebung bei der mechanischen Belastung des geklebten Bauteils zu vermeiden. Von daher ist eine Übertragung von Konstruktionsprinzipien anderer Verbindungstechniken auf das Kleben nicht möglich. So würde z.B. eine Stumpfstoßverbindung, wie sie beim Schweißen üblich ist, in einer Klebverbindung versagen. Es muss folglich „klebtechnisch“ gedacht werden und die Konstruktion „flächig“ gestaltet werden.

Wie vermeidet der Anwender Probleme bei der Gestaltung einer Klebung am besten?

Die Berücksichtigung klebtechnischer Konstruktionsanforderungen ist zwingend notwendig. In einem ersten Schritt heißt klebgerecht gestalten, dass in der Konstruktion Scher-, Schub- und/oder Druckbeanspruchungen angestrebt werden, aber Schälbeanspruchungen unbedingt vermieden werden müssen. Die Klebfläche ist ausreichend zu dimensionieren und die Klebschichtdicke den Belastungen anzupassen. Dabei sind die Klebschichten ggf. vor schädlichen Medien oder Strahlung zu schützen sowie eingeschlossene Hohlräume zu vermeiden. Insgesamt gilt auch beim Kleben: **Im Gebrauch muss die maximale Beanspruchbarkeit der Klebung(en) immer größer sein als die reale Beanspruchung.**

„Die Konstruktionsprinzipien anderer Verbindungstechniken dürfen nicht auf das Kleben übertragen werden.“

– Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



Über welches Know-how sollten die am Klebprozess Beteiligten hinsichtlich der Gestaltung einer Klebung verfügen?

Auch hier geht es wieder um eine ganzheitliche Betrachtung. Im Mittelpunkt steht das Produkt und dessen Qualität. Folglich muss der Anwender sein/e Produkt/e und die im Gebrauch auftretenden Beanspruchungen genau kennen, d.h. er muss über produktspezifische Kompetenz verfügen. Bei der Auslegung der Verbindungen sind konstruktions-spezifische Prinzipien zu berücksichtigen, d.h. er muss ebenfalls über eine ausreichende konstruktions-spezifische Kompetenz verfügen. Diese Kompetenz muss dann mit klebspezifischer Kompetenz verknüpft werden. Nur so kann letztlich ein klebgerecht gefertigtes Produkt entstehen.

Teil 5 in DICHT! 1.2020 „Klebstoffauswahl“

[DICHT!digital](#): Hier geht's zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig“

[DICHT!digital](#): Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

[DICHT!digital](#): Informationen zur Webinar-Reihe „Kleben – aber sicher“

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de

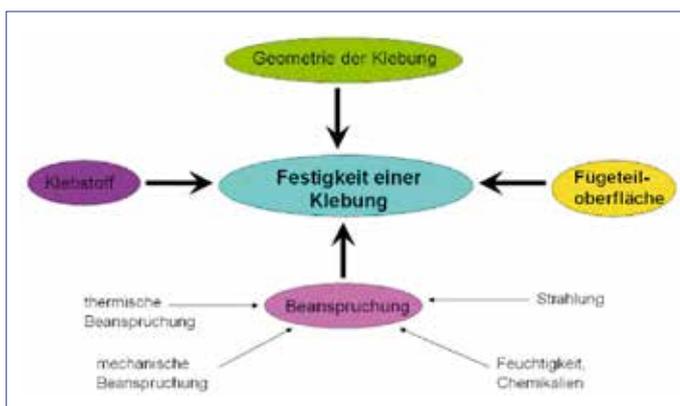


Bild 2: Einflussfaktoren auf die Festigkeit einer Klebung (Bild: Fraunhofer IFAM)



Bild 1: Was von der Idee bis hin zum Produkt zu berücksichtigen ist (Bild: Fraunhofer IFAM)

Richtig kleben will gelernt sein

Teil 5: Klebstoffauswahl

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. Der Gliederung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. folgend, wird jeweils ein Aspekt der Klebtechnik (Bild 1) in den Mittelpunkt gestellt und unter drei Schwerpunkten beleuchtet – diesmal die „Klebstoffauswahl“.

Wenn man berücksichtigt, dass allein in Deutschland weit über 30.000 verschiedene Klebstoffprodukte am Markt sind, wird deutlich, wie komplex die Auswahl des geeignetsten Klebstoffs für eine Klebverbindung werden kann. Denn: Einen „Alleskleber“ gibt es genauso wenig, wie es eine „Universalschraube“ gibt!

Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn die Klebstoffauswahl nicht fachgerecht erfolgt?

Als Basis der Klebstoffauswahl (Bild 2) dient das zuvor erstellte Anforderungsprofil (Lastenheft) – siehe Teil 2 dieser Kolumne – der geplanten Klebung. Dieses wird nun für eine Klebstoffvorauswahl dahingehend erweitert, als dass die mechanischen Lasten (statisch, dynamisch, Crash), die thermischen Belastungen (Extremwerte, schnelle Wechsel), die chemischen Beanspruchungen, inkl. Feuchtigkeit,

sowie die mögliche Strahlungsbelastung (z.B. UV) so sorgfältig und vollständig wie möglich ermittelt werden. Darüber hinaus sind auch Informationen über die zu verbindenden Fügeteile (mechanische Eigenschaften, Wärmeausdehnungskoeffizient, Toleranzen, Strahlungsdurchlässigkeit, Oberflächenzustand etc.) festzuhalten. Gleiches gilt für die Produktionsbedingungen, wie z.B. Auftragspositionierung und -art, Taktzeit, Umgebungsbedingungen und Klebstoffverfestigungsrandbedingungen. Auch die für den Klebstoff geforderten bzw. gewünschten Eigenschaften, wie z.B. Zusatzfunktionen, 1K/2K, Zulassungen (z.B. Lebensmittelkontakt, Brandschutz), Fließeigenschaften, Überlackierbarkeit, Farbe/Geruch, sind zu ermitteln. Weiterhin sind für eine fachgerechte Klebstoffauswahl Informationen über die Langzeitbeständigkeit der Klebung, gesetzliche Vorgaben, Qualitätsanforderungen, Wirtschaftlichkeit/Verfügbarkeit sowie Kosten notwendig. Und dann ist zu klären, welche Vorgaben es hinsichtlich des Arbeits- und Umweltschutzes gibt. Probleme in der Praxis entstehen zwangsläufig, wenn einer der genannten Punkte nicht (genügend) berücksichtigt oder einfach „vergessen“ wird.

Wie vermeidet der Anwender Probleme bei der Klebstoffauswahl am besten?

Wie schon in Teil 2 dieser Kolumne herausgestellt, ist die Kommunikation zwischen allen Beteiligten wichtig und zudem ein guter Weg, Probleme und etwaige spätere Fehler bei der Klebstoffauswahl zu vermeiden. Gleiches gilt für die schon mehrfach erwähnte „ganzheitliche Betrachtung“ des jeweiligen Klebprozesses.

Über welches Know-how sollten die am Klebprozess Beteiligten hinsichtlich der Klebstoffauswahl verfügen?

Spätestens bei der Klebstoffauswahl ist ein profundes klebtechnisches Know-how zwingend erforderlich. Man benötigt einen Überblick über die am Markt erhältlichen, unter-

„Bei der Klebstoffauswahl nicht ganzheitlich alle relevanten Faktoren zu berücksichtigen, führt schnell zu falschen Ergebnissen.“ – Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



schiedlichen Klebstoffklassen mit ihren grundsätzlichen Eigenschaften. Nur so können die für den jeweiligen Anwendungsfall nicht geeigneten Klebstoffklassen ausgeschlossen und der Blick kann auf die möglicherweise auszuwählenden Klebstoffe gerichtet werden. Mit letzteren muss dann auf Basis des umfassenden Anforderungsprofils ggf. ein Testprogramm durchgeführt werden, das die ermittelten Beanspruchungen realistisch abbildet. Mit dessen Ergebnissen können dann die ein bis zwei für den jeweiligen Anwendungsfall geeignetsten Klebstoffprodukte letztendlich bestimmt werden.

Teil 6 in DICHT! 2.2020 „Gebrauchssicherheit der Klebung nachweisen“

[DICHT!digital](#): Hier geht's zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig“

[DICHT!digital](#): Alle bisherigen Teile der Kolumne

[DICHT!digital](#): Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

[DICHT!digital](#): Informationen zur Webinar-Reihe „Kleben – aber sicher“

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de

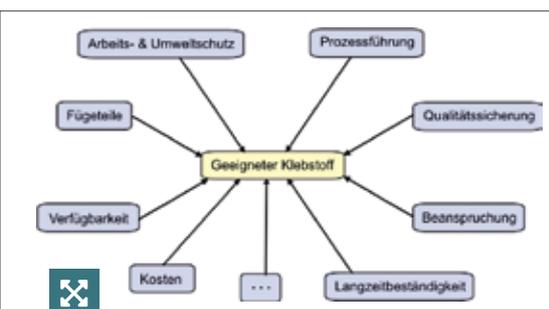


Bild 2: Kriterien der Klebstoffauswahl (Bild: Fraunhofer IFAM)



Bild 1: Was von der Idee bis hin zum Produkt zu berücksichtigen ist (Bild: Fraunhofer IFAM)

Richtig kleben will gelernt sein

Teil 6: Oberflächenbehandlung

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. Der Gliederung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. folgend, wird jeweils ein Aspekt der Klebtechnik (Bild 1) in den Mittelpunkt gestellt und unter drei Schwerpunkten beleuchtet – diesmal die „Oberflächenbehandlung“.

Die klebgerechte Gestaltung und Behandlung der jeweiligen Fügeiteiloberfläche ist von essenzieller Bedeutung für die Qualität der Adhäsion und damit für die Langzeitbeständigkeit einer Klebung.

Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn die Oberflächenbehandlung nicht fachgerecht erfolgt?

Die Basis allen Tuns in der Klebtechnik ist die Adhäsion – die Haftung des Klebstoffs auf der jeweiligen Fügeiteiloberfläche. Geht sie verloren, ist alles verloren. Wird eine Oberflächenbehandlung nicht fachgerecht durchgeführt, kommt es früher oder später zu Problemen mit der Klebung – bis hin zum Versagen. Das wäre z.B. vergleichbar mit einer Schraubverbindung, die nicht richtig festgezogen ist, mit einer Nietreihe, die falsch gesetzt wird oder mit einer Schweißverbindung, bei der der Schweißverzug nicht berücksichtigt wird. Die Ziele der fachgerechten Oberflächenbehandlung sind daher gleich mehrere: Zunächst einmal geht es um eine Verbesserung der Benetzung des Klebstoffs auf der jeweiligen

Fügeiteiloberfläche. Eine gute Benetzung ist die Grundvoraussetzung einer guten Adhäsion: Ohne Benetzung keine Adhäsion! Die weitere Aufgabe der Oberflächenbehandlung besteht dann in der Verbesserung der Adhäsion. Diese geht überein mit der Verbesserung der Langzeitbeständigkeit. Hierbei ist es i.d.R. die Aufgabe der Oberflächenbehandlung, die Feuchtigkeitsbeständigkeit der Adhäsion – und damit der gesamten Klebung – zu steigern. Hinzu kommt schließlich die Funktion, die klebgerechten Oberflächen und ihre definierte Qualität reproduzierbar zu gestalten.

Wie vermeidet der Anwender Probleme bei der Oberflächenbehandlung am besten?

Der Anwender muss seine Werkstoffe, deren Oberflächen sowie deren Historie kennen. Basierend darauf hat er die Verfahrensbedingungen der Oberflächenbehandlung gemäß den Fügeiteilwerkstoffen, dem Klebstoff, dem aktuellen Zustand der Oberfläche, den zu erwartenden Beanspruchungen im Gebrauch sowie den Richtlinien für Arbeits- und Umweltschutz zu entwickeln, festzulegen und zu dokumentieren. Analog zu diesen Dokumenten wird im Unternehmen die Oberflächenbehandlung möglichst reproduzierbar umgesetzt. Sind die Oberflächen fach- und klebgerecht vorbehandelt, sind Re-Kontaminationen jeglicher Art zu vermeiden. Grundsätzlich gilt für alle Bereiche, in denen im Unternehmen Klebungen hergestellt werden, ein generelles Silikonverbot – bezogen auf flüssig-viskose sowie nicht ausgehärtete Silikone. Typische Quellen für Silikonkontaminationen sind Kosmetika (Hand-/Gesichtscremes, Lippenstifte, Shampoo, Haargel, Conditioner), Latexhandschuhe mit Silikon als Gleitmittel, neue Kleidung (bis nach einigen Wäschen), Textilien, Schmiermittel für Maschinen und Lager (Silikonöl!), Möbel- und Lackpflegemittel, Imprägniermittel, Cockpitspray, Formtrennmittel (Entformmittel), unausgehärtete Silikonklebstoffe, Antischaummittel, Medikamente und Medizinprodukte, Silikonöle/-sprays etc. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass Silikone häufig Namen tragen,

Wer sich darüber klar ist, dass sich Adhäsion im nm-Maßstab (= 0.000001 mm) ausbildet, wird er die Bedeutung der Oberflächenbehandlung niemals unterschätzen.“ – Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



anhand derer sie nicht direkt als solche zu erkennen sind. Typische Namen solcher Silikonzusätze sind u.a. Dimeticon(e), Cyclometicon(e), Phenyltrimethicone, Amodimethicone.

Über welches Know-how sollten die am Klebprozess Beteiligten hinsichtlich der Oberflächenbehandlung verfügen?

Das notwendige Know-how ist vielschichtig. Der Anwender braucht für den gesamten Klebprozess ein breites Verständnis über die Bedeutung der Adhäsion. Darüber hinaus benötigt er einen Überblick über die Oberflächenbehandlungsverfahren (Bild 2) und ihre grundsätzlichen Wirkungsweisen, ihre jeweiligen Möglichkeiten und Grenzen sowie ihre Anwendbarkeit bzw. Nicht-Anwendbarkeit hinsichtlich der zu verbindenden Fügeiteilwerkstoffe.

Teil 6 in DICHT! 3.2020 „Nachweisführung“

DICT!digital: Hier geht's zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig“

DICT!digital: Alle bisherigen Teile der Kolumne

DICT!digital: Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

DICT!digital: Informationen zur Webinar-Reihe „Kleben – aber sicher“

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de

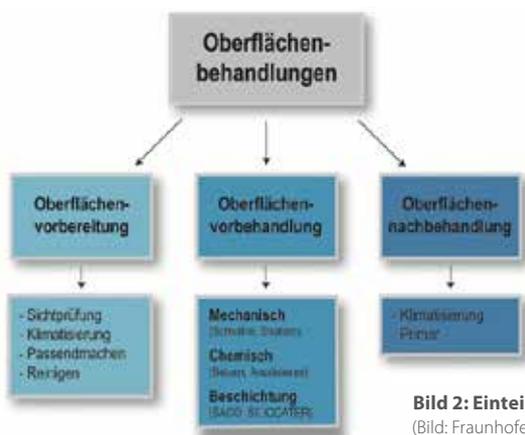


Bild 2: Einteilung der Oberflächenbehandlungen für das Kleben (Bild: Fraunhofer IFAM)



Bild 1: Was von der Idee bis hin zum Produkt zu berücksichtigen ist (Bild: Fraunhofer IFAM)

Richtig kleben will gelernt sein

Teil 7: Nachweisführung

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. Der Gliederung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. folgend, wird jeweils ein Aspekt der Klebtechnik (Bild 1) in den Mittelpunkt gestellt und unter drei Schwerpunkten beleuchtet – diesmal die „Nachweisführung“.

Der Nachweis darüber, dass eine Klebung auch die Funktionen erfüllt, die gemäß des Anforderungsprofils (siehe Teil 2 dieser Serie) festgeschrieben wurden, ist gerade für sicherheitsrelevante Klebungen von besonderer Bedeutung.

Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn der Nachweis nicht fachgerecht erfolgt? Gemäß Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) ist die Markteinführung von Produkten nur dann zulässig: „[...] wenn sie bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung die Sicherheit und Gesundheit von Personen nicht gefährden“. Der Hersteller ist, gerade bei sicherheitsrelevanten Bauteilen, verpflichtet, nicht nur nach den „anerkannten Regeln der Technik“ zu arbeiten, sondern darüber hinaus nach dem „Stand der Technik“. Für sicherheitsrelevante Klebungen ist demzufolge nachzuweisen, dass im Gebrauch des geklebten Produktes über dessen gesamte Produktlebenszeit die maximale Beanspruchbarkeit immer größer als ihre reale Beanspruchung ist. Flapsiger ausgedrückt: Die Klebung muss bis zum Schluss „in Wirklichkeit immer mehr“ halten als eigentlich notwendig. Eine fachgerechte Nachweisführung besteht darin, dass der Produkthersteller genau

nachweist, dass alle an die jeweilige Klebung gestellten Anforderungen, wie sie im Anforderungsprofil festgelegt worden sind, über den gesamten Produktlebenszyklus auch erfüllt werden.

Wie vermeidet der Anwender Probleme bei der Nachweisführung am besten?

Hinsichtlich der Auslegung einer Klebung auf Basis des zuvor erstellten Anforderungsprofils steht, insbesondere bei sicherheitsrelevanten Klebungen, die Kennwertermittlung im Vordergrund. Dafür ist sowohl eine Beanspruchungs- als auch eine Beanspruchbarkeitsanalyse durchzuführen. Beide führen zu Bemessungswerten, die dann miteinander verglichen werden müssen. Ist das letzte Vergleichsergebnis: **reale Beanspruchung < maximale Beanspruchbarkeit**, ist alles in Ordnung. Andernfalls muss nachoptimiert werden (Bild 2). Wichtig für die Kennwertermittlung ist, dass auf jeden Fall so fertigungsnah wie möglich gearbeitet wird, d.h. mit Original-Fügeteilwerkstoffen, mit der vorgesehenen Oberflächenbehandlung, dem ausgewählten Klebstoff, dessen Verfestigung unter den festgelegten Bedingungen etc. Eine Übertragung z.B. von Werten aus anderen Versuchen mit anderen Werkstoffen, anderen Oberflächen, anderen Fertigungsrandbedingungen etc. ist schlichtweg nicht möglich. Genauso wichtig ist, dass nachgewiesen wird, dass die in der Produktentwicklung häufig unter Laborbedingungen ermittelten Kennwerte mit den in der Fertigung ermittelten Werten abgeglichen wurden.

Über welches Know-how sollten die am Klebprozess Beteiligten hinsichtlich der Nachweisführung verfügen?

„Der schönste Laborwert nutzt nichts, wenn er nicht unter Fertigungsbedingungen erreicht wird.“

Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



Das notwendige Know-how ist vielschichtig. Zur Nachweisführung gehört natürlich, dass – und ggf. wie – die geplante Klebung mit ihren fertigungstechnischen Besonderheiten, inkl. aller dazugehörigen Arbeitsschritte, in die jeweilige Fertigung integriert werden kann. Weiterhin ist ebenfalls zu bedenken, wie die Fertigung zu gestalten ist, d.h., die Qualität der jeweiligen Klebungen auf dem gewünschten hohen Niveau reproduzierbar ausgeführt werden kann. Qualitätsschwankungen, deren Analysen häufig schwierig und teuer sind, sind auf jeden Fall zu vermeiden. Um das zu erreichen, braucht der Klebstoff-Anwender folglich für den gesamten Klebprozess ein umfangreiches Verständnis. Ein probates Mittel des Nachweises der Reproduzierbarkeit sind „fertigungsbegleitende Arbeitsproben“. Sie dienen dazu, die erforderliche Qualität und Gleichmäßigkeit des Fertigungsprozesses mit geeigneten Methoden nach festgelegten Kriterien nachzuweisen, und stellen für den Klebbetrieb die Möglichkeit dar, die Substratwerkstoffe und Oberflächen, den Klebstoff, die Klebprozesse und die Klebverbindung zu prüfen.

Teil 8 in DICHT! 4.2020 „Fertigungsvorbereitung“

[DICHT!digital](#): Hier geht's zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig“

[DICHT!digital](#): Alle bisherigen Teile der Kolumne

[DICHT!digital](#): Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

[DICHT!digital](#): Informationen zur Webinar-Reihe „Kleben – aber sicher“

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de

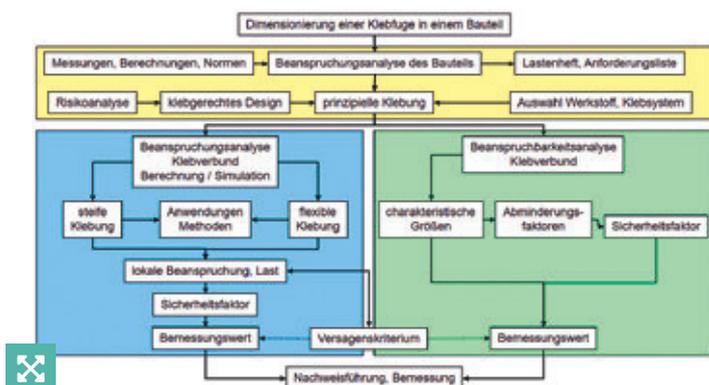


Bild 2: Schema der Dimensionierung einer Klebfuge als Bestandteil der Nachweisführung (Bild: Fraunhofer IFAM)



Bild 1: Was von der Idee bis hin zum Produkt zu berücksichtigen ist
(Bild: Fraunhofer IFAM)

Richtig kleben will gelernt sein

Teil 8: Fertigung vorbereiten

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. Der Gliederung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. folgend, wird jeweils ein Aspekt der Klebtechnik (Bild 1) in den Mittelpunkt gestellt und unter drei Schwerpunkten beleuchtet – diesmal die „Vorbereitung der Fertigung“.

Ein Sprichwort besagt, dass „eine gute Vorbereitung 90% des Erfolgs ausmacht“. Das gilt für das Kleben in seiner Interdisziplinarität und der damit verbundenen besonderen Vielschichtigkeit und Notwendigkeit der ganzheitlichen Betrachtung in der Anwendung allemal.

Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn die Fertigungsvorbereitung nicht fachgerecht erfolgt?

Die Fertigungsvorbereitung soll sicherstellen, dass der Fertigungsprozess auch so umgesetzt werden kann (und so umgesetzt wird!), dass die an das Produkt – genauso wie an den Prozess – gestellten Anforderungen reproduzierbar und wirtschaftlich erfüllt werden. Die eingangs angesprochene Vielschichtigkeit ergibt sich daraus, dass die der Klebtechnik innewohnenden Notwendigkeiten und die sich daraus resultierenden Vorgaben genauso erfüllt werden müssen wie Vorgaben des jeweiligen Kunden. Es gibt konstruktive Vorgaben genauso wie solche der Arbeitssicherheit, des Gesundheitsschutzes und der Umweltsicherheit sowie gesetzliche Forderungen und auch betriebsinterne Vorgaben. Zur Fertigungsvorbereitung gehört es z.B., eine entsprechend der ermittelten Anforderungen an den Klebprozess geeignete Arbeitsumgebung zu schaffen, etwa durch Sicherstellung der notwendigen Umgebungsbedingungen, wie Temperatur, Luftfeuchte, Beleuchtung, Sauberkeit, Zugangsbeschränkung, Vermeidung von haftungs-/benetzungsstörenden Substanzen, Luftkontaminationen, Luftzug u.v.m.

Wie vermeidet der Anwender Probleme bei der Fertigungsvorbereitung am besten?

Als diesbezüglich sehr hilf- und erfolgreich haben sich Arbeitsanweisungen (AA) erwiesen. Ihre Entwicklung verlangt ein dezidiertes Durchdenken des gesamten Klebprozesses. Der Anwender muss für alle Materialien die Qualitätsspezifikationen festlegen und die korrekte und reproduzierbare Funktion ggf. eingesetzter Maschinen sicherstellen. Die Arbeitsanweisungen müssen dann genauso wie Korrektur- und Reparaturanweisungen freigegeben werden. Sie müssen exakt auf den jeweiligen Klebprozess (Anwendungsbereich AA) abgestimmt sein und mit Fertigungsbeginn in einer aktuellen Version (Revisionsstand, Datum) vorliegen. Allerdings können sie erst in der Fertigung validiert werden. Mindestens folgende Punkte müssen enthalten sein:

- technische Merkmale/Voraussetzungen/Anwendung
- Kleb-, Dicht- und Hilfsstoffe
- spezielle Werkzeuge
- Prozessbeschreibung
- betriebliche Voraussetzungen

Darüber hinaus können

- Hinweise zur Qualitätssicherung bzw. Prozesskontrolle,
- Qualifikation des ausführenden Personals
- Fehlerkorrektur,
- Vorgaben einer Fertigungsdokumentation,
- Zuordnung der zugrunde liegenden Planungsunterlagen, Arbeitssicherheit und Umweltschutz sowie Entsorgung ebenfalls Gegenstand einer Arbeitsanweisung sein.

Über welches Know-how sollten die am Klebprozess Beteiligten hinsichtlich der Fertigungsvorbereitung verfügen?

Eine Fertigungsvorbereitung erfüllt natürlich nur dann ihren Sinn, wenn sie, exakt auf den jeweiligen Klebprozess ausgerichtet, inhaltlich umfassend entwickelt und anhand der entstehenden Erfahrungen kontinuierlich aktualisiert wird. Gleichzeitig aber müssen die aus der Fertigungsvorbereitung abgeleiteten Arbeitsanweisungen für die Zielgruppe im Betrieb, die ausführende Ebene mit

„Eine Arbeitsanweisung ist kein statisches Dokument. Vielmehr wird sie immer wieder an die Praxiserfahrungen angepasst.“ –
Professor Dr. Andreas Groß,
Fraunhofer IFAM



nachweisbarer klebtechnischer Kompetenz, so verständlich geschrieben und nachvollziehbar sein, dass diese Betriebsmitarbeiter*innen die Ausführung der Klebung anhand dieser Arbeitsanweisung fachgerecht nachvollziehen können. Die angesprochene „nachweisbare klebtechnische Kompetenz“, die die Fertigungsvorbereiter, genauso wie die Fertigungsausführer, zielgruppenorientiert mitbringen müssen, erleichtert zudem die Kommunikation ungemein und macht häufig erst einen inhaltlichen Austausch zwischen beiden genannten Gruppen hierarchie übergreifend möglich. Alles dient der Sicherstellung des korrekten und reproduzierbaren Fertigungsablaufs und dessen Überwachung.

Teil 9 in DICHT! 1.2021: „Fachgerechte Ausführung einer Klebung“

DICT!digital: Hier geht's zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig“

DICT!digital: Alle bisherigen Teile der Kolumne

DICT!digital: Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

DICT!digital: Informationen zur Webinar-Reihe „Kleben – aber sicher“

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de



Bild 1: Was von der Idee bis hin zum Produkt zu berücksichtigen ist
(Bild: Fraunhofer IFAM)

Richtig kleben will gelernt sein

Teil 9: Fachgerechte Ausführung einer Klebung

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. Der Gliederung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. folgend, wird jeweils ein Aspekt der Klebtechnik (Bild 1) in den Mittelpunkt gestellt und unter drei Schwerpunkten beleuchtet – diesmal die „Fachgerechte Ausführung einer Klebung“.

Die fachgerechte Ausführung der jeweiligen Klebung in allen Arbeitsschritten entscheidet über die Qualität der Klebung und damit über die Langzeitbeständigkeit eines geklebten Produkts und so letztlich auch über das Image der Technologie.

Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn die Ausführung einer Klebung nicht fachgerecht erfolgt?

Direkt auf die Klebung, d.h. auf das geklebte Produkt bezogen kann es zu Festigkeitsverlusten kommen. Oder die im Anforderungsprofil definierte Langzeitbeständigkeit der Klebung(en) wird möglicherweise nicht erreicht. Oder die gewünschte Reproduzierbarkeit der Klebungsqualität ist nicht gegeben. Die Adhäsion kann versagen und bei Metallklebungen kann Korrosion auftreten. Auf die Klebtechnik als Technologie bezogen, geht es aber noch weiter, denn die Technologie insgesamt unterliegt dann einem Imageverlust sowohl beim Klebstoffanwender als auch im allgemeinen Bewusstsein. Das gilt insbesondere für jene Klebstoffanwender, die unbelastet durch jegliches notwendige Klebtechnikvorwissen, jedoch mit einem selbstempfundenen fundierten Kleberfahrungsschatz aus quasi mehreren Jahrhunderten ausgestattet, an die Ausführung einer Klebung herangehen – in der trügerischen Vorstellung: „Das kann ja wohl nicht so schwer sein, den „Kleber“ da drauf zu kriegen. Mache ich zu Hause auch immer so – Hauptsache, die Oberfläche sieht sauber aus.“ Wenn die Klebung dann versagt, haben sie ja ihrer Überzeugung zufolge alles richtig gemacht: Also: „Der „Kleber“ (gemeint ist hier der „Klebstoff“) hat Schuld!“. Dabei gilt nach-

weislich, dass – konservativ geschätzt – mindestens 90% aller Klebfehler keine Klebstofffehler, sondern Klebstoffanwendungsfehler sind.

Wie vermeidet der Anwender Probleme bei der fachgerechten Ausführung am besten?

Der Klebprozess muss unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen und der Anforderungen des Prozesses sinnvoll in den gesamten Produktionsprozess integriert werden und so vorbereitet sein, dass eine korrekte Klebverbindung gewährleistet ist. Die Fertigungsbereiche sind dabei auf die jeweils verwendeten Klebsysteme hinsichtlich Technik, Arbeitssicherheit und Umweltschutz abzustimmen. Dazu gehört auch die Sicherstellung der notwendigen Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit usw. Nicht zu vergessen, dass Lagerbereiche für Fügeteile, Kleb- und Klebhilfsstoffe zur Verfügung stehen müssen, die eine anforderungsgerechte Lagerung erlauben. Es dürfen keine Kleb- oder Hilfsstoffe verwendet werden, die ihr Verfallsdatum überschritten haben und für die vom Klebstoffhersteller keine neue Prüfung zur Verlängerung ihrer Haltbarkeit durchgeführt wurde. Materialien und Klebstoffe, die für die Verklebung benötigt werden, sind für einen angemessenen Zeitraum unter Einhaltung der festgelegten Anforderungen zu konditionieren. Alle Materialien des Klebprozesses, inkl. der Fügeteile, müssen nachweislich den vereinbarten technischen Spezifikationen der Einkaufsanforderungen, die vom Experten vorzugeben sind, entsprechen und sind dafür mindestens einer Sichtprüfung zu unterziehen. Die Verfallsdaten aller Klebstoff-, Farb- und Grundiermaterialien sind zu überprüfen und aufzuzeichnen und Materialien, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind auszusondern und in geeigneter Weise zu entsorgen, um zu verhindern, dass sie in das Fertigungssystem gelangen.

Über welches Know-how sollten die am Klebprozess Beteiligten hinsichtlich der fachgerechten Ausführung einer Klebung verfügen?

Wie bereits mehrfach im Rahmen dieser Kolumne erwähnt: Kleben ist ein komplexer

„Das Personal steht beim Kleben im Mittelpunkt. Es kann Fehler aber nur erkennen, wenn es die Fehler kennt.“ – Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



Prozess, der im Vergleich zu anderen Verbindungstechniken mehr qualitätsbeeinflussende Faktoren beinhaltet und demzufolge ganzheitlich betrachtet werden muss. Folglich braucht das Klebpersonal – analog zum Schweißpersonal beim Schweißen – eine umfassende klebtechnische Qualifikation. Jegliche prozessorganisatorischen oder sonstigen Maßnahmen erfüllen letztlich nur ihren Sinn, wenn das Personal nicht nur weiß, was zu tun ist, sondern auch **wie** etwas **warum** in den täglichen Arbeitskontext einzuordnen ist und in der Lage ist, dies selbständig auszuführen.

Die Kolumne entlang des Leitfadens ist mit diesem Teil beendet – sie geht aber weiter und beschäftigt sich in der nächsten Ausgabe mit dem Themenschwerpunkt der „Qualitätsregelwerke in der Klebtechnik“

DICHT!digital: Hier geht's zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig“

DICH!digital: Alle bisherigen Teile der Kolumne

DICH!digital: Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

DICH!digital: Informationen zur Webinar-Reihe „Kleben – aber sicher“

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de

Richtig kleben will gelernt sein

Teil 10: Qualitätsregelwerke in der Klebtechnik

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK
– Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. In Fortführung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. geht dieser Teil auf die Qualitätsregelwerke in der Klebtechnik ein.

Die Regelwerke umfassen die DIN 2304 (allgemeine Industrie), die DIN 6701 (Schienenfahrzeugbau), die prEN 17460 (Schienenfahrzeugbau) und die ISO/DIS 21368 (allgemeine Industrie). Sie legen als reine Anwendernormen den „Stand der Technik“ für die Organisation klebtechnischer Anwendungsprozesse fest. Damit beschreitet die Klebtechnik den gleichen Weg wie die Schweißtechnik, für die ein vergleichbares Regelwerk auf internationaler Ebene längst existiert.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich schwerpunktmäßig auf die DIN 2304, aber in vergleichbarer Weise auch auf die anderen genannten Normen. Alle Normen gelten grundsätzlich für den Einsatz aller Klebstoffe, unabhängig von deren Verfestigungsmechanismen, Verformungs- und Festigkeitseigenschaften.

Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn die klebtechnischen Qualitätsregelwerke, wie z.B. die DIN 2304, nicht fachgerecht befolgt werden?

Zunächst einmal keine, solange die Klebungen während der Produktlebensdauer in Ordnung sind. Normen sind keine Gesetze. Nach ihnen *kann* gearbeitet werden, muss aber nicht. Das ändert sich, wenn es bei einem Versagen von Klebungen zum Rechtsstreit kommt. Als juristische Grundlage gilt grundsätzlich das Produktsicherheitsgesetz, demzufolge nach dem „Stand der Technik“ gearbeitet werden muss. Für die Organisation klebtechnischer Prozesse ist dieser durch die DIN 2304 (und durch die anderen Normen) festgelegt. Folglich ist es im Rechtsstreit für die Anwenderbetriebe ratsam, eindeutig nachweisen zu können, nach dem festgelegten „Stand der Technik“ gearbeitet zu haben. Jedoch ist der eigentliche Sinn der Normen der, dass erst gar keine Klebfehler

auftreten. Alle genannten Regelwerke verfolgen nur **ein** übergeordnetes Ziel: Basierend auf dem genialen Kerngedanken der ISO 9001, dass bei „speziellen Prozessen“ – also bei Prozessen, die zerstörungsfrei nicht 100%ig verifiziert, d.h. deren Fehler nicht zerstörungsfrei 100%ig nachgewiesen werden können (wie z.B. beim Schweißen, Nieten, Löten, Kleben etc.) – diese von vornherein durch ein Qualitätsmanagementsystem vermieden werden. Diesen Kerngedanken konkretisieren die genannten Regelwerke lediglich klebtechnisch – und damit das vorhandene QMS. Nicht mehr, aber auch nicht weniger!

Wie vermeidet der Anwender Probleme mit den klebtechnischen Qualitätsregelwerken wie z.B. die DIN 2304 am besten?

Hier gibt es es eine Reihe von Maßnahmen, mit denen ein Anwender Probleme vermeiden kann, indem er:

- mit der Einstellung darangeht, dass die Regelwerke ausschließlich dazu dienen, ihm zu helfen und keinesfalls dazu gedacht sind, ihn einzuschränken oder gar zu bevormunden,
- die Norm liest,
- sich bei Fragestellungen hinsichtlich der Normumsetzung im Betrieb von vornherein kompetenten Rat einholt (z.B. bei TBBCert GmbH, TC Kleben GmbH, Fraunhofer IFAM) und nicht versucht, erstmal selbst „herumzuzuscheln“,
- wenn nach DIN 2304 zu arbeiten entschieden wurde, deren Umsetzung mit den genannten Stellen von Anfang an strukturiert. Indem er sich von einer „Third Party“ (z.B. TBBCert GmbH, TC Kleben GmbH) nach DIN 2304 zertifizieren lässt und damit nachweist, nach dem „Stand der Technik“ zu arbeiten.

Wie die anderen genannten Qualitätsnormen enthält die DIN 2304 drei Kernelemente:

1. Die Klassifizierung jeder Klebung nach hohen (S1), mittleren (S2), geringen (S3) und keinen Sicherheitsanforderungen (S4), wofür ausschließlich die Folgen des Klebungsversagens betrachtet werden.
2. Die Einsetzung von Klebaufsichtspersonal mit nachweisbaren klebtechnischen Kompetenzen.

„Qualitätsregelwerke sind keine Bevormundung – ihre Einhaltung hilft hier, einfach qualitätssicher zu kleben.“ – Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



3. Die Nachweisführung, dass die reale Beanspruchung der jeweiligen Klebung während der gesamten Produktlebensdauer grundsätzlich kleiner ist als die maximale Beanspruchbarkeit.

Über welches Know-how sollten die am Klebprozess Beteiligten hinsichtlich der klebtechnischen Qualitätsregelwerke, wie z.B. der DIN 2304 verfügen?

Das Kernelement 1 „Klassifizierung“ erfordert keine klebtechnischen Kenntnisse, sondern lediglich den gesunden Menschenverstand. Für die Kernelemente 2 „Klebaufsichtspersonal“ und 3 „Nachweisführung“ sind dagegen bei sicherheitsrelevanten Klebungen (S1 – S3) klebtechnische Kompetenzen für das Personal nachzuweisen.

Die nächsten Ausgaben dieser Kolumne beschäftigen sich daher mit den Themenschwerpunkten der genannten Kernelemente 1 – 3. Den Anfang macht Kernelement 1: „Klassifizierung nach Sicherheitsanforderungen“.

 DICT!digital: Hier geht's zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig“

 DICT!digital: Alle bisherigen Teile der Kolumne

 DICT!digital: Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de

 Professor Dr. Groß ist Referent beim ISGATEC-Forum „Klebebänder für industrielle Anwendungen“ (08.-09.06.2021)

Richtig kleben will gelernt sein

Teil 11: DIN 2304 Kernelement 1: Klassifizierung der Klebungen nach Sicherheitsanforderungen

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. In Fortführung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. geht dieser Teil auf das erste Kernelement der DIN 2304, die „Klassifizierung der Klebungen nach Sicherheitsanforderungen“ ein.

Wie für die DIN 2304 (allgemeine Industrie) gelten die nachfolgenden Kriterien genauso in den anderen QS-Standards (DIN 6701 und prEN 17460 (Schienenfahrzeugbau)) sowie ISO/DIS 21368 (allgemeine Industrie). Folgende Klassifizierungen sind – sollte eine Klebung versagen – vorgesehen:

- S1: Leib und Leben sind mittelbar oder unmittelbar gefährdet.
- S2: Die Gefährdung von Leib und Leben ist möglich, außerdem kann es zu großen Umweltschäden kommen.
- S3: Personen- und/oder Umweltschäden sind eher unwahrscheinlich. Es kommt wahrscheinlich maximal zu Komfort- und/oder Leistungseinbußen.
- S4: Personen- und/oder Umweltschäden sind auszuschließen. Wenn überhaupt, kommt es wahrscheinlich maximal zu Komfort- und/oder Leistungseinbußen.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich schwerpunktmäßig auf die DIN 2304, gelten aber auch für die anderen o.g. Normen. Sie sind alle grundsätzlich auf jede Klebung mit der Hauptfunktion der Übertragung mechanischer Lasten und auf jeden eingesetzten Klebstoff, unabhängig von dessen Verfestigungsmechanismus, Verformungs- und Festigkeitseigenschaften, anzuwenden.

Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn die Klassifizierung einer Klebung, z.B. nach DIN 2304, nicht fachgerecht erfolgt?

Die Klassifizierung nach den genannten Sicherheitsanforderungen bezieht sich ausschließlich auf die eine einzige Frage: **Was passiert, wenn die Klebung versagt?** Für andere Anforderungen an eine Klebverbindung wie Lebensmitteltauglichkeit, Brandschutzbestimmungen, Einhaltung von Emissions-

vorschriften, Arbeits- und Umweltvorschriften u.a. gelten andere Regelwerke. Um bei der durchzuführenden Folgenabschätzung des Klebungsversagens zu verhindern, dass eine Klebung „vergessen“ wird, muss ausnahmslos jede Klebung, also auch die, bei der klar ist, dass keine Sicherheitsanforderung gilt (siehe S4), betrachtet werden. Im Weiteren ist zu berücksichtigen, dass Klassifizierungen nicht generalisiert werden können. Weil die eine Scheibenklebung als S1-Klebung eingestuft ist, sind nicht alle Scheibenklebungen automatisch S1-Klebungen. Weil es sich bei dem einen geklebten Piktogramm um eine S4-Klebung handelt, sind nicht automatisch alle geklebten Piktogramme S4-Klebungen. Die Klassifizierung erfordert keine spezifische Klebkompetenz. Hier reicht der gesunde Menschenverstand.

Wie vermeidet der Anwender Probleme mit der Klassifizierung einer Klebung, z.B. nach DIN 2304, am besten?

Die normgerechte Erfüllung aller Kernelemente – so auch die Klassifizierung jeder Klebung – liegt ausschließlich im nicht teilbaren und nicht übertragbaren Verantwortungsbereich des Anwenders, keinesfalls in dem des Klebstoff- bzw. Klebebandherstellers. Letztere können einen Anwenderbetrieb lediglich (und juristisch nicht belastbar) beraten, jedoch keine Entscheidungen treffen. Diese obliegen einzig und allein dem Anwenderbetrieb. Die Klassifizierung S1 bis S4 muss möglichst realistisch erfolgen. Dabei sind fiktive Schreckensszenarien durch Aneinanderreihung aufeinanderfolgender potenzieller Versagensfolgen, deren Eintrittswahrscheinlichkeit bereits ab der zweiten Eskalationsstufe gegen Null geht, zu vermeiden. Auch hier gilt der gesunde Menschenverstand! Am einfachsten erweisen sich i.d.R. die Klassifizierungen S1 (mittelbare/unmittelbare Gefährdung von Leib und Leben) und S4 (definitiv keine Personenschäden). Die Entscheidung in S2- (mögliche Gefährdung von Leib und Leben sowie Umwelt) und S3-Klebungen (wahrscheinlich keine Gefährdung von Leib und Leben sowie Umwelt) erweist sich normalerweise als am diskussionsintensivsten, da die Grenzen im Einzelfall fließend sein können. Bei allen Klassen ist der Ent-

„Die Klassifizierung von Klebungen nach Sicherheitsanforderungen ist kein Hexenwerk – der gesunde Menschenverstand und eine ordentliche Dokumentation reichen.“ – Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



scheidungsfindungsprozess zur Klassifizierung für außenstehende Dritte nachvollziehbar zu dokumentieren. Der Anwender sollte das bei seiner Entscheidung für S2 oder S3 besonders berücksichtigen. Im Falle von S4-Klebungen ist die Klassifizierung aber auch das Einzige, was nach Norm(en) dokumentiert werden muss.

Über welches Know-how sollten die am Klebprozess Beteiligten hinsichtlich der Klassifizierung einer Klebung, z.B. nach DIN 2304, verfügen?

Die „Klassifizierung“ erfordert zunächst einmal keine klebtechnischen Kenntnisse, lediglich den bereits erwähnten gesunden Menschenverstand. Für die Kernelemente „Klebaufsichtspersonal“ und „Nachweisführung“, die in den beiden folgenden Teilen dieser Kolumne beleuchtet werden, sind dagegen bei sicherheitsrelevanten Klebungen (S1 – S3, nicht bei S4!) klebtechnische Kompetenzen für das Personal nachzuweisen.

Die nächste Ausgabe dieser Kolumne beschäftigt sich mit dem zweiten Kernelement: „Einsetzung von Klebaufsichtspersonal“

 DICHT!digital: Hier geht's zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig“

 DICHT!digital: Alle bisherigen Teile der Kolumne

 DICHT!digital: Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM
www.kleben-in-bremen.de



Richtig kleben will gelernt sein

Teil 12: DIN 2304/Kernelement 2: Einsetzung von Klebaufsichtspersonal – KAP

(Bild: Fraunhofer IFAM)

BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Kleben funktioniert, wenn man es richtig macht. Und „richtig machen“ bedeutet, alle relevanten Aspekte ganzheitlich zu berücksichtigen. In Fortführung des Leitfadens „Kleben – aber richtig“ des IVK e.V. geht dieser Teil auf das zweite Kernelement der DIN 2304, der „Einsetzung von Klebaufsichtspersonal – KAP“ (im Englischen „Adhesive Bonding Coordinators – ABC“) ein.

Wie für die DIN 2304 (allgemeine Industrie) gelten die folgenden Erläuterungen genauso für die anderen QS-Standards (DIN 6701 und prEN 17460 (Schienenfahrzeugbau)) sowie für die ISO/DIS 21368 (allgemeine Industrie). Diese Ausführungen beziehen sich schwerpunktmäßig auf die DIN 2304, gelten aber auch grundsätzlich für die anderen genannten Normen.

Welche Probleme entstehen in der Praxis, wenn die Einsetzung von Klebaufsichtspersonal – KAP, z.B. nach DIN 2304 nicht fachgerecht erfolgt?

Die fachgerechte Umsetzung klebtechnischer Prozesse hängt entscheidend von der klebtechnischen Qualifikation aller Beteiligten ab. Mit der z.T. immer noch verbreiteten Denkweise „Schweißen muss gelernt sein, aber Kleben kann doch jeder!“, macht die Norm ein für alle Mal Schluss! Natürlich kostet Personalqualifikation Geld – ohne Zweifel. Personalqualifikation ist betriebswirtschaftlich betrachtet aber längst kein bei nächster Gelegenheit unbedingt einzusparender Kostenfaktor, sondern eine strategische und daher eben nicht einzusparende Investition in die Zukunft. Die DIN 2304 definiert für die Klebtechnik, wo welches wie zu qualifizierende Klebpersonal einzusetzen ist – aber genauso auch, wo dies nicht notwendig ist.

Wie vermeidet der Anwender Probleme mit der Einsetzung von Klebaufsichtspersonal – KAP, z.B. nach DIN 2304, am besten?

Nach Norm sind drei Kompetenz- oder Qualifikationslevel vorgesehen:

- Level 1 – umfassend (Entscheider-Ebene, z.B. DVS®/EWF-Klebfachingenieur/in)
 - Level 2 – spezifisch (Überwachungs- und Anleitungsebene, z.B. DVS®/EWF-Klebfachkraft)
 - Level 3 – grundlegend (Ausführungsebene, z.B. DVS®/EWF-Klebpraktiker/in)
- In Abhängigkeit von der jeweiligen Sicherheitsklasse und vom jeweiligen Arbeitsumfang ist gemäß DIN 2304 das nachzuweisende Qualifikationslevel für das Klebpersonal festzulegen.

Über welches Know-how sollten die am Klebprozess Beteiligten hinsichtlich der Einsetzung von Klebaufsichtspersonal – KAP, z.B. nach DIN 2304, verfügen?

Umfassende technologische Kompetenzen (Level 1) schließen die Fähigkeit ein, das gesamte Spektrum klebtechnischer Arbeiten, d.h. von der Produktentwicklung über die Produktion bis hin zu Wartungs- und Reparaturaktivitäten, verantwortlich zu betreuen. Dafür erfordern diese umfassenden Klebkompetenzen interdisziplinäres Denken, verantwortliches Entscheiden und Handeln sowie die Fähigkeit, den gesamten Produktlebenszyklus verantwortlich zu überwachen und zu berücksichtigen.

Zu den spezifischen technologischen Kompetenzen in der Klebtechnik (Level 2) gehört die Fähigkeit, Arbeitsanweisungen zu erstellen und Personal der ausführenden Ebene (Klebpraktiker) und andere Klebtechnik-Mitarbeiter in theoretischen und praktischen Fragen der Klebtechnik zu beaufsichtigen. Dazu gehört die Fähigkeit, Klebprozesse zu planen, zu organisieren und zu überwachen, Prozessparameter zu kontrollieren und ggf. anzupassen, genauso wie die Kompetenz, Unregelmäßigkeiten in Produktions-, Wartungs- und Reparaturprozessen zu erkennen und entsprechend zu reagieren.

Grundlegende Klebkompetenzen (Level 3) beinhalten ein grundlegendes Verständnis dieser Technologie, so dass die Besonderheiten

„Schweißen muss gelernt sein, Kleben kann jeder – dieses Denken ist ein Missverständnis, mit dem die DIN 2304, Kernelement 2: Einsetzung des KAP, aufräumt.“

– Professor Dr. Andreas Groß, Fraunhofer IFAM



ten der Klebprozesse verstanden und in der Produktion, Wartung und Instandhaltung berücksichtigt werden können. Vorgegebene Arbeitsanweisungen werden, statt sie stumpf „abzuarbeiten“, verstanden, d.h. dem/der Ausführenden ist bewusst, warum er/sie was tut, und er/sie kann sie in den jeweils aktuellen Arbeitskontext korrekt einordnen. Sie befähigen die Mitarbeiter/innen, selbstständig und fachlich kompetent Klebarbeiten durchzuführen und bei Unregelmäßigkeiten Rückmeldung zu geben.

Erst diese hierarchieübergreifenden Qualifizierungen (Level 1 bis 3) ermöglichen eine Hierarchieübergreifende Kommunikation in der Klebtechnik.

Die nächste Ausgabe dieser Kolumne beschäftigt sich mit dem dritten Kernelement: „Nachweisführung“



DICHT!digital: Hier geht's zum kompletten Leitfaden „Kleben – aber richtig“



DICHT!digital: Alle bisherigen Teile der Kolumne



DICHT!digital: Klebtechnische Weiterbildung am Fraunhofer IFAM

Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM

www.kleben-in-bremen.de