

Inhalt:

- 1 Zweck und Geltungsbereich des Merkblattes
- 2 Grundlagen
 - 2.1 Definitionen und Begriffe
 - 2.2 Verfahrensvarianten
 - 2.3 Verbindungseigenschaften
 - 2.3.1 Quasistatische Beanspruchung
 - 2.3.2 Schwingende Beanspruchung
 - 2.3.3 Schlagartige Beanspruchung
 - 2.3.4 Alterungs- und Korrosionsverhalten
 - 2.3.5 Temperaturabhängigkeit der Verbindungseigenschaften
- 3 Konstruktion
- 4 Fertigung
- 5 Qualitätssicherung
- 6 Arbeitssicherheit und Umweltschutz
- 7 Schrifttum
- 8 Anhang: Klebstoffe, physikalische Unterteilung

1 Zweck und Geltungsbereich des Merkblattes

Dieses Merkblatt hat den Zweck, den in Konstruktion und Fertigung tätigen Ingenieuren und Technikern allgemeingültige Hinweise zum Einsatz des Hybridfügens in der industriellen Praxis und Hilfestellung bei der Projektierung hybrid gefügter Verbindungen zu geben. Die allgemeinen Ziele beim Hybridfügen sind:

- Verbesserung der mechanischen Eigenschaften bzw. der Lebensdauer von Verbindungen
- Erweiterung funktionaler Eigenschaften von elementaren Verbindungen (z. B. Nahtabdichtung / Nahtisolation, Dämpfung)
- Optimierung des Fertigungsprozesses für ein elementares Fertigungsverfahren (z. B. Fügeiteilfixierung)
- Vermeidung von Kontaktkorrosion

Der Geltungsbereich beschränkt sich auf die Kombination der mechanischen Fügeverfahren Stanznieten und Clinchen mit dem Kleben im Hinblick auf das Fügen von beschichteten und beschichteten Stahl-, Aluminium- und Magnesiumwerkstoffen sowie Kunststoffen in Form von Fügeiteilen, Blechen, Platten, Profilen und Gussteilen in Überlappverbindung.

Grundlagen für die Kombination von Blindnieten, Schließringbolzen oder Funktionselementen mit dem Kleben werden erarbeitet und sind Gegenstand späterer Veröffentlichungen.

2 Grundlagen

2.1 Definitionen und Begriffe

Elementare Fügeverfahren

Die einzelnen, beim Hybridfügen jeweils kombinierten Fertigungsverfahren werden als elementare Fertigungsverfahren bezeichnet (z. B. Stanznieten, Kleben).

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, in wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung der Europäischen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB) und des DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Hybridfügen

„Im fertigungstechnischen Sinne die Kombination von *mindestens* zwei elementaren Fügeverfahren, die zu ihren Oberbegriffen der Hauptgruppe 4 „Fügen“ nach EN 8580 „Fertigungsverfahren“ zugeordnet werden. Die Fügeoperationen finden in gleichen Bereichen des Werkstückes zeitlich parallel oder versetzt statt, ohne dass die Reihenfolge festgelegt ist. Dabei wird der Zusammenhalt durch insgesamt veränderte technologische Eigenschaften einer Verbindung oder im Sinne einer Hybridverbindung örtlich mehrfach geschaffen und im Ganzen vermehrt.“

Im Sinne dieses Merkblattes wird unter **Hybridfügen** die Kombination des Klebens mit mindestens einer mechanischen Füge-technik verstanden.

Begriffe

Die Begriffe bzw. Bezeichnungen der Hybridfügeverfahren werden für eine zweckmäßige Schreibweise aus den Bezeichnungen der elementaren Fertigungsverfahren zusammengesetzt, z. B. Clinchkleben oder Stanznietkleben. Analog zu den Verfahren werden die Hybridverbindungen bezeichnet, z. B. Clinchklebverbindung oder Stanznietklebverbindung.

Die **Handhabungsfestigkeit** einer Hybridfügen ist eine Unterscheidung in Handhabungs- und Gebrauchsfestigkeit vorzunehmen. Mit **Handhabungsfestigkeit** wird die Festigkeit bezeichnet, die für die weitere Handhabung mit *unausgehärteten Klebstoffen* erreicht wird bzw. mindestens erforderlich ist. Die **Gebrauchsfestigkeit** charakterisiert die nach Klebstoffaushärtung und mechanischem Fügen vorhandene Gesamtfestigkeit der Hybridverbindung.

Im Hinblick auf die Begriffe bei den mechanischen Fügeverfahren wird an dieser Stelle auf folgende Merkblätter verwiesen:

- DVS/EFB 3410 „Stanznieten, Überblick“
- DVS/EFB 3420 „Clinchen, Überblick“

Im Hinblick auf die klebtechnischen Begriffe sei auf folgende Richtlinien und Normen verwiesen:

- VDI 2229 „Metallkleben“
- DVS-EWF 3301 „Europäische Klebfachkraft – Ausbildung, Prüfung und Qualifizierung“
- DVS-EWF 3301-2 „Klebfachkraft, Kleben von Metallen – Themenplan“
- DIN EN 923 „Klebstoffe – Benennungen und Definitionen“

Im Folgenden werden die wichtigsten klebtechnischen Begriffe erläutert:

Klebstoff (siehe Anlage)

Nichtmetall, das (mindestens) zwei zu fügende Teile miteinander verbindet, indem Adhäsionskräfte zu den Fügeiteilen und Kohäsionskräfte im sich verfestigenden Bindemittel aufgebaut werden. Klebstoffe sind im ausgehärteten Zustand immer hochmolekulare Verbindungen (Polymere).

Für strukturelle Klebungen sind die am häufigsten verwendeten Klebstoffe:

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

DVS-Merkblätter und -Richtlinien - Stand 2008-12

Epoxidharze (EP-Klebstoffe), Polyurethane (PU-Klebstoffe), Kautschuk (Elastomer-Klebstoffe), Polyacrylate (Acrylat-Klebstoffe), sowie Kombinationen von verschiedenen Polymeren.

Adhäsionskräfte

Wechselwirkungen zwischen Segmenten der Polymer-Moleküle des Klebstoffs und der Oberfläche der Fügeteile. Die Wechselwirkungen können polarer oder nichtpolarer Natur sein. Chemische Reaktionen des Klebstoffs mit der Oberfläche der Fügeteile können in speziellen Fällen auftreten.

Klebstoffauftrag

Um eine Benetzung der Oberfläche als Voraussetzung für eine Ausbildung von Adhäsionskräften zu gewährleisten, muss ein Klebstoff während des Auftrags und/oder während des Fügeprozesses in fließfähiger Form vorliegen.

- Reaktivklebstoffe sind meistens bei Raumtemperatur flüssig. Bei ihnen erfolgt die Ausbildung des Polymergerüsts der Klebstoffmoleküle durch Reaktion von chemisch reaktiven Gruppen. Aufgrund der zumeist niedrigen Viskosität werden die Oberflächen der Fügeteile gut benetzt. Infolge der Ausbildung von zumeist vernetzten Polymergerüsten können hohe strukturelle Festigkeiten und Temperaturbeständigkeiten erzielt werden.
- Schmelzklebstoffe sind bei Raumtemperatur fest. Sie werden entweder im geschmolzenen Zustand auf die Fügeteile aufgetragen oder nach dem Aufbringen (als Folie, Gewebe oder Pulver) aufgeschmolzen. Der Klebevorgang muss erfolgen, während der Klebstoff sich im flüssigen Zustand befindet. Findet eine Vernetzungsreaktion nach dem Auftrag statt, so ist die Temperaturbeständigkeit erhöht und nicht mehr durch die Schmelztemperatur begrenzt.
- Trägergebundene Klebstoffe können die Polymere in gelöster oder dispergierter Form enthalten. Oberflächen werden gut benetzt; das Trägermedium wird durch Verdunsten entfernt. Die strukturelle Festigkeit des Klebstoffs ist begrenzt, wenn keine (oder: ist erhöht, wenn eine) Vernetzungsreaktion durchgeführt wird.
- Haftklebstoffe können aus Lösung, aus Dispersion, aus der Schmelze oder per Transfer aufgetragen werden. Die normalerweise schwache Beständigkeit gegen Schälbeanspruchung kann durch Vernetzungsreaktionen erhöht werden.

2.2 Verfahrensvarianten

Der Fertigungsprozess beim Hybridfügen untergliedert sich in die vier Prozessschritte Klebstoffapplikation, Fügeteilpositionierung, mechanisches Fügen und Klebstoffaushärtung. Je nach Abfolge der Prozessschritte wird unterschieden zwischen Fixiermethode, Injektionsmethode und Sequenzmethode (Bild 1).

Die Wahl der für den jeweiligen Anwendungsfall optimalen Methode richtet sich nach den fertigungstechnischen Randbedingungen, die mit der jeweiligen Methode verbunden sind. Das überwiegend angewendete Verfahren ist die Fixiermethode. Nachfolgend sind verfahrensspezifische Hinweise angeführt:

Fixiermethode

(Klebeband, Klebstoffolie und pastöse Klebstoffe)

- Lagegenaue Fixierung der Fügeteile vor dem Aushärten des Klebstoffs => keine zusätzliche Fixierung notwendig
- Schnelle Weiterverarbeitung des Bauteils möglich; Möglichkeit zur Klebstoffaushärtung in einem späteren Fertigungsschritt => kurze Taktzeiten
- Beeinflussung der Fügeelementausbildung (z. B. Hinterschnitt, Klebschichtdicke)
- Gefahr der Bauteil-, Werkzeug- oder Personenkontamination durch aus der Fuge heraustretenden, nicht ausgehärteten Klebstoff

Injektionsmethode

(pumpbare, pastöse Klebstoffe)

- Fügen von mehreren Profilen (z. B. bei der Herstellung geklebter Rahmensträger)
- Injektion des Klebstoffs z. B. durch eine Bohrung unter erhöhtem Druck in den Klebspalt der zueinander positionierten bzw. zusammengesteckten und mechanisch fixierten Fügeteile
- Kein Abschleifen des Klebstoffes beim Zusammenschieben der Profile

Überwachung der vollständigen Spaltfüllung durch definierten Klebstoffaustritt (z. B. Austrittsöffnung)

Sequenzmethode

(Klebeband, Klebstoffolie und pastöse Klebstoffe)

- Keine Verschmutzung der Werkzeuge beim mechanischen Fügen

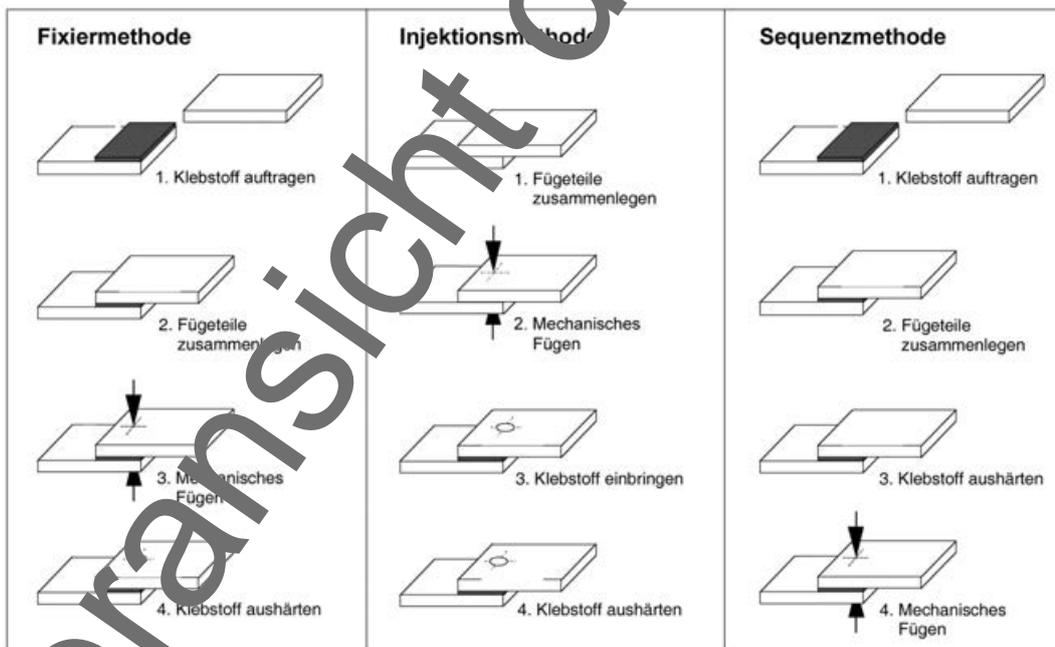


Bild 1. Verfahrensvarianten beim Hybridfügen.