

DIN EN ISO 21368



ICS 83.180

Ersatz für
DIN 2304-1:2020-04

**Klebstoffe –
Leitlinien für die Herstellung geklebter Strukturen und
Berichtsverfahren, die für die Risikobewertung solcher Strukturen
geeignet sind (ISO 21368:2022);
Deutsche Fassung EN ISO 21368:2023**

Adhesives –

Guidelines for the fabrication of adhesively bonded structures and reporting procedures
suitable for the risk evaluation of such structures (ISO 21368:2022);
German version EN ISO 21368:2023

Adhésifs –

Lignes directrices pour la fabrication des structures collées par adhésifs et procédures pour
l'établissement de rapports pour l'évaluation des risques liés à ces structures
(ISO 21368:2022);
Version allemande EN ISO 21368:2023

Gesamtumfang 127 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)
DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2024-10-01.
Für DIN 2304-1:2020-04 besteht eine Übergangsfrist bis 2026-08-31.

Nationales Vorwort

Vorausgegangene Norm-Entwürfe: E DIN EN ISO 21368:2023-05 und als Änderung dazu E DIN EN ISO 21368/A100:2024-04

Der Text von ISO 21368:2022 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 193 „Klebstoffe“ als EN ISO 21368:2023 übernommen, dessen Sekretariat von UNE (Spanien) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 092-00-28 AA „Klebtechnik (DVS AG V 8)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

Dieses Dokument enthält in 8.3, zu Tabelle 5, eine Nationale Fußnote, die erläuternde Hinweise zur Anwendung des Dokuments gibt.

In der Deutschen Fassung darf „Klebaufsichtsperson“ (siehe Begriff 3.7) synonym mit „Klebaufsichtspersonal“, also Personen bzw. Organisationseinheiten, welche die Verantwortung für die Klebtechnik und für mit dem Kleben verbundene Tätigkeiten haben und deren Eignung und Kenntnisse z. B. durch Schulung, Ausbildung und/oder entsprechende Erfahrung nachgewiesen worden sind, verwendet werden.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

IEC 62631-3-2	siehe	DIN EN 62631-3-2
ISO 129-1	siehe	DIN EN ISO 129-1
ISO 175	siehe	DIN EN ISO 175
ISO 472	siehe	DIN EN ISO 472
ISO 527-1	siehe	DIN EN ISO 527-1
ISO 527-2	siehe	DIN EN ISO 527-2
ISO 527-3	siehe	DIN EN ISO 527-3
ISO 1183-1	siehe	DIN EN ISO 1183-1
ISO 2555	siehe	DIN EN ISO 2555
ISO 3219 (alle Teile)	siehe	DIN EN ISO 3219 (alle Teile)
ISO 4892-1	siehe	DIN EN ISO 4892-1
ISO 4892-2	siehe	DIN EN ISO 4892-2
ISO 4892-3	siehe	DIN EN ISO 4892-3
ISO 6270-2	siehe	DIN EN ISO 6270-2
ISO 6721-2	siehe	DIN EN ISO 6721-2
ISO 6721-3	siehe	DIN EN ISO 6721-3
ISO 8502-4	siehe	DIN EN ISO 8502-4
ISO 8510-2	siehe	DIN EN ISO 8510-2
ISO 9000	siehe	DIN EN ISO 9000
ISO 9001	siehe	DIN EN ISO 9001
ISO 9142	siehe	DIN EN ISO 9142
ISO 9227	siehe	DIN EN ISO 9227
ISO 9664	siehe	DIN EN ISO 9664
ISO 9712	siehe	DIN EN ISO 9712

ISO 10077 (alle Teile)	siehe	DIN EN ISO 10077 (alle Teile)
ISO 10365	siehe	DIN EN ISO 10365
ISO 11339	siehe	DIN EN ISO 11339
ISO 11343	siehe	DIN EN ISO 11343
ISO 11357 (alle Teile)	siehe	DIN EN ISO 11357 (alle Teile)
ISO 14593	siehe	DIN EN ISO 14593
ISO 14616	siehe	DIN EN ISO 14616
ISO 15785	siehe	DIN EN ISO 15785
ISO 16927	siehe	DIN EN ISO 16927
ISO 22007 (alle Teile)	siehe	DIN EN ISO 22007 (alle Teile)
ISO 21194	siehe	DIN ISO 21194
ISO/IEC 17024	siehe	DIN EN ISO/IEC 17024

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN 2304-1:2020-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) in Abschnitt 1 wurden Dichtprozesse, wenn die Funktion der Dichtung nur in der Sicherung und Unterstützung von Klebverbindungen besteht, aufgenommen;
- b) in Abschnitt 2 wurden die normativen Verweisungen aktualisiert;
- c) in Abschnitt 3 wurden die Begriffe erweitert;
- d) in 5.3.3, Tabelle 2, wurden die wichtigsten Aufgaben für das Klebaufsichtspersonal aufgenommen;
- e) in 5.4.1, Tabelle 3, wurde das Kompetenzlevel für das Klebaufsichtspersonal festgelegt;
- f) in 5.5, Tabelle 4, wurden die Mindestanforderungen an die technologischen Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen in der Klebtechnik für das Klebaufsichtspersonal (KAP) und ihre Stellvertretung überarbeitet;
- g) Bild 1 wurde hinzugefügt;
- h) Anhang A bis Anhang I wurden hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN 2304-1: 2016-03, 2020-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 62631-3-2, *Dielektrische und resistive Eigenschaften fester Isolierstoffe — Teil 3-2: Bestimmung resistiver Eigenschaften (Gleichspannungsverfahren) — Oberflächenwiderstand und spezifischer Oberflächenwiderstand*

DIN EN ISO 129-1, *Technische Produktdokumentation (TPD) — Angabe von Maßen und Toleranzen — Teil 1: Grundlagen*

DIN EN ISO 175, *Kunststoffe — Prüfverfahren zur Bestimmung des Verhaltens gegen flüssige Chemikalien*

DIN EN ISO 472, *Kunststoffe — Fachwörterverzeichnis*

DIN EN ISO 527-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 1: Allgemeine Grundsätze*

DIN EN ISO 527-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen*

DIN EN ISO 527-3, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 3: Prüfbedingungen für Folien und Tafeln*

DIN EN ISO 1183-1, *Kunststoffe — Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen — Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren*

DIN EN ISO 2555, *Kunststoffe — Harze im flüssigen Zustand, als Emulsionen oder Dispersionen — Bestimmung der scheinbaren Viskosität mit einem Rotationsviskosimeter mit Einzelzylinder*

DIN EN ISO 3219 (alle Teile), *Rheologie*

DIN EN ISO 4892-1, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 1: Allgemeine Anleitung*

DIN EN ISO 4892-2, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 2: Xenonbogenlampen*

DIN EN ISO 4892-3, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 3: UV-Leuchtstofflampen*

DIN EN ISO 6270-2, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen Feuchtigkeit — Teil 2: Kondensation (Beanspruchung in einer Klimakammer mit geheiztem Wasserbehälter)*

DIN EN ISO 6721-2, *Kunststoffe — Bestimmung dynamisch-mechanischer Eigenschaften — Teil 2: Torsionspendel-Verfahren*

DIN EN ISO 6721-3, *Kunststoffe — Bestimmung dynamisch-mechanischer Eigenschaften — Teil 3: Biegeschwingung — Resonanzkurven-Verfahren*

DIN EN ISO 8502-4, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit — Teil 4: Anleitung zum Abschätzen der Wahrscheinlichkeit von Taubildung vor dem Beschichten*

DIN EN ISO 8510-2, *Klebstoffe — Schälprüfung für flexibel/starr geklebte Proben — Teil 2: 180-Grad-Schälversuch*

DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe*

DIN EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen*

DIN EN ISO 9142, *Klebstoffe — Auswahlrichtlinien für Labor-Alterungsbedingungen zur Prüfung von Klebverbindungen*

DIN EN ISO 9227, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen*

DIN EN ISO 9664, *Klebstoffe — Verfahren zur Prüfung der Ermüdungseigenschaften von Strukturklebungen bei Zugscherbeanspruchung*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

DIN EN ISO 10077 (alle Teile), *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten*

DIN EN ISO 10365, *Klebstoffe — Bezeichnung der wichtigsten Bruchbilder*

DIN EN ISO 11339, *Klebstoffe — T-Schälprüfung für geklebte Verbindungen aus flexiblen Fügeteilen*

DIN EN ISO 11343, *Klebstoffe — Bestimmung des dynamischen Keil-Schlag-Widerstandes von hochfesten Klebungen unter Keilschlagbelastung — Keil-Schlag-Verfahren*

DIN EN ISO 11357 (alle Teile), *Kunststoffe — Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC)*

DIN EN ISO 14593, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der vollständigen biologischen Abbaubarkeit organischer Substanzen im wässrigen Medium — Verfahren mittels Bestimmung des anorganischen Kohlenstoffs in geschlossenen Flaschen (CO₂-Headspace-Test)*

DIN EN ISO 14616, *Kunststoffe — Wärmeschrumpf-Folien aus Polyethylen, Ethylen-Copolymeren und deren Mischungen — Bestimmung der Schrumpfspannung und Kontraktionsspannung*

DIN EN ISO 15785, *Technische Zeichnungen — Symbolische Darstellung und Angabe von Klebe-, Falz- und Druckfügeverbindungen*

DIN EN ISO 16927, *Beschichtungsstoffe — Prüfung der Überarbeitbarkeit und Überlackierbarkeit einer Beschichtung*

DIN EN ISO 22007 (alle Teile), *Kunststoffe — Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit und der Temperaturleitfähigkeit*

DIN EN ISO/IEC 17024, *Konformitätsbewertung — Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Personen zertifizieren*

DIN ISO 21194, *Elastische Klebstoffe — Prüfung von Klebverbindungen — Raupenschälprüfung*

- Leerseite -

Deutsche Fassung

**Klebstoffe —
Leitlinien für die Herstellung geklebter Strukturen und
Berichtsverfahren, die für die Risikobewertung solcher
Strukturen geeignet sind (ISO 21368:2022)**

Adhesives —

Guidelines for the fabrication of adhesively bonded structures and reporting procedures suitable for the risk evaluation of such structures (ISO 21368:2022)

Adhésifs —

Lignes directrices pour la fabrication des structures collées par adhésifs et procédures pour l'établissement de rapports pour l'évaluation des risques liés à ces structures (ISO 21368:2022)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. August 2023 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	7
Vorwort	8
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	12
3 Begriffe	12
4 Kernelement 1: Klassifizierung von Klebverbindungen nach Sicherheitsanforderungen .	20
4.1 Allgemeines	20
4.2 Definition der Sicherheitsklassen	21
4.3 Dokumentation der Klassifizierung nach Sicherheitsklassen	22
5 Kernelement 2: Klebpersonal — Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Ausführendes Klebpersonal	23
5.2.1 Allgemeines	23
5.2.2 Funktionen	23
5.2.3 Aufgaben	23
5.2.4 Kompetenzen, Wissen und Erfahrungen	23
5.3 Klebaufsichtsperson — KAP	24
5.3.1 Allgemeines	24
5.3.2 Funktionen	24
5.3.3 Aufgaben	24
5.3.4 Kompetenzen	26
5.3.5 Organisatorische Integration der Klebaufsicht	26
5.4 Kompetenzlevels, Wissen und Erfahrungen für Klebpersonal	27
5.4.1 Allgemeines	27
5.4.2 Anforderungen für jedes Level an Kompetenzen, Wissen und Erfahrungen	28
5.5 Zuordnung der drei Kompetenzlevels zu den Sicherheitsklassen in Abhängigkeit vom jeweiligen Arbeitsumfang — Korrelation der Kernelemente	29
5.6 Vergleichbarkeit der Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen	30
5.7 Überwachungs-, Kontroll- und Prüfpersonal	31
6 Kernelement 3: Auslegung und Nachweis von Klebverbindungen	31
6.1 Allgemeines	31
6.2 Zuordnung zu den Sicherheitsklassen	31
6.3 Anforderungen an die Klebverbindungen	31
6.4 Auslegung von Klebverbindungen	31
6.5 Fügeteile	32
6.6 Klebstoff	32
6.7 Oberflächenbehandlung	32
6.8 Einflussfaktoren auf den Klebprozess	32
6.9 Nachweisführung	32
6.9.1 Allgemeines	32
6.9.2 Verfahren 1 — reale Beanspruchung < maximale Beanspruchbarkeit	33
6.9.3 Verfahren 2 — Bauteilprüfung	33
6.9.4 Verfahren 3 — Dokumentierte Erfahrung	34
6.9.5 Verfahren 4 — Kombination der Verfahren 1 bis 3	34
7 Vertragsgestaltung und Unterauftragsvergabe (Outsourcing)	34
7.1 Allgemeines	34
7.2 Unterauftragsvergabe (Outsourcing)	35
7.2.1 Allgemeines	35
7.2.2 Entscheidung über die Vergabe von Unteraufträgen	36
7.2.3 Einzelheiten und Dokumentation der Beschaffung	36

7.2.4	Auswahl des externen Dienstleisters (Unterauftragnehmer/Lieferant) und Vertragsabschluss	36
7.2.5	Management von externen Dienstleistern (Unterauftragnehmern/Lieferanten)	36
8	Fertigung	37
8.1	Allgemeines	37
8.2	Allgemeine Anforderungen an den Prozess	37
8.2.1	Fertigungsplanung	37
8.2.2	Prozessgestaltung	37
8.2.3	Planung des Einsatzes von Fertigungshilfsmitteln und Werkzeugen	38
8.2.4	Fertigungsunterlagen	39
8.2.5	Prozessfreigabe	39
8.2.6	Transport, Lagerung und Logistik für Klebstoffe, Hilfsstoffe und Fügeteile	40
8.2.7	Fertigungsumgebung	41
8.2.8	Materialien	41
8.2.9	Vorbereitung von Arbeitsplätzen und Akklimatisierung von Materialien	42
8.2.10	Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutz	43
8.2.11	Prüfung der Passgenauigkeit hinsichtlich Form, Lage und Abmessung	43
8.2.12	Kontrollen vor dem Beginn der Fertigung	43
8.2.13	Behandlung der Fügeteile	43
8.2.14	Dosieren, Mischen und Auftragen	45
8.2.15	Kontrolle und Prüfung während des Klebens und der Verfestigung des Klebstoffes	45
8.2.16	Fügen der Fügeteile	46
8.2.17	Fixieren	46
8.2.18	Klebstoffverfestigung	47
8.2.19	Inspektion und Prüfung der fertigen Bauteile	48
8.2.20	Verpackung und Transport geklebter Bauteile	48
8.3	Arbeitsanweisungen: Mindestanforderungen	48
8.4	Prozesszuverlässigkeit	50
8.4.1	Allgemeines	50
8.4.2	Qualitätsplanung	50
8.4.3	Kontrolle der Planungs- und Fertigungsunterlagen	51
8.4.4	Prozessvalidierung	51
8.4.5	Fertigungsbegleitende Arbeitsproben als Nachweis der Anwendungsqualität	51
8.4.6	Qualitätskontrolle der Prozesssicherheit/Rückverfolgbarkeit	53
8.4.7	Unterweisung des Klebpersonals	53
8.4.8	Endbearbeitung nach dem Kleben	54
8.5	Nacharbeiten	54
8.6	Qualitätssicherung	54
8.6.1	Allgemeines	54
8.6.2	Qualitätsplanung	54
8.6.3	Qualitätsprüfung	55
8.6.4	Maßnahmen im Falle von Abweichungen	55
8.6.5	Überwachung von Mess- und Prüfmitteln sowie von Fertigungshilfsmitteln und Werkzeugen	56
8.6.6	Mängel in Klebverbindungen	56
8.6.7	Kontrolle nichtkonformer Produkte	56
8.6.8	Vorbeugende und korrigierende Maßnahmen	57
9	Instandhaltung und Reparatur	57
9.1	Allgemeines	57
9.2	Planung der Instandhaltung und Reparatur	57
9.3	Instandhaltungs- und Reparaturanweisungen	58
9.4	Durchführung von Instandhaltungsarbeiten/Durchführungsvorschriften	59
9.5	Dokumentation	59
9.6	Unterauftragsvergabe	60
Anhang A	(informativ) Unterstützung bei der Vermittlung klebtechnischer Kompetenzen	61
A.1	Allgemeines	61
A.2	Unterstützung des Erwerbs und der Vermittlung von Kompetenzen für Klebpersonal	62

A.3	Technologische Mindestkompetenzen für Klebprozesse — detaillierte Definitionen . . .	63
A.3.1	Umfassend: detaillierte Definitionen	63
A.3.2	Spezifisch: detaillierte Definitionen	70
A.3.3	Grundlegend: detaillierte Definitionen	76
Anhang B	(informativ) Anforderungen	80
Anhang C	(informativ) Leitfaden für die Ausführung der Konstruktion von Klebverbindungen und deren Überprüfung	82
C.1	Auslegung und Prüfung von Klebverbindungen — Allgemeines	82
C.2	Konstruktionsprozess	82
C.2.1	Ablaufdiagramm	82
C.2.2	Anforderungen	83
C.2.3	Vorentwurf und allgemeine Entwurfparameter	84
C.3	Konstruktion	84
C.3.1	Allgemeines	84
C.3.2	Risikoanalyse und Sicherheitsklassifizierung	84
C.3.3	Liste der Klebverbindungen	85
C.3.4	Klebstoffqualifizierung	85
C.4	Validierung der Konstruktion	89
C.4.1	General	89
C.4.2	Ermittlung der Einflüsse/Lasten	90
C.4.3	Berechnung	91
C.4.4	Bewährte Konstruktion durch dokumentierte Erfahrung	93
C.4.5	Bauteilprüfung	93
C.4.6	Kombination aus Berechnung/Bauteilprüfung/bewährter Konstruktion	93
C.5	Bestimmung der Beanspruchbarkeit	93
C.5.1	Allgemeines	93
C.5.2	Charakteristische Werte und die maximal zulässige Spannungsgrenze	94
C.5.3	Prüfung von (flexiblen) Klebstoffen mit niedrigem Elastizitätsmodul	95
C.5.4	Prüfung hochmoduliger (sehr steifer) Klebstoffe	99
C.6	Konformitätsnachweis	100
C.7	Baugruppeninformationen in Zeichnungen	101
Anhang D	(informativ) Kriterien für die Auswahl eines Klebsystems	102
Anhang E	(informativ) Beschreibung zerstörungsfreier und zerstörender Prüfungen	106
E.1	Allgemeines	106
E.2	Zerstörungsfreie Prüfung	106
E.2.1	Einleitende Bemerkungen	106
E.2.2	Sichtprüfung	106
E.2.3	Ultraschallprüfung	106
E.2.4	Thermographie	106
E.2.5	Shearographie	107
E.2.6	Klopfschalltest (en: Tap Test)	107
E.2.7	Wassertropfentest	107
E.2.8	Prüfung mit Testtinten	107
E.2.9	Prüfung auf Adhäsion an Kanten oder Flanken	107
E.2.10	Saugnapfprüfung (en: suction cup test)	107
E.2.11	Prüfung mit einer Fühlerlehre	107
E.3	Zerstörende Prüfung	107
E.3.1	Einleitende Bemerkungen	107
E.3.2	Bruchbilder	107
E.3.3	Zugscherversuch (ISO 4587)	108
E.3.4	Rollenschälversuch (ISO 4578)	108
E.3.5	Raupenschälversuch (ISO 21194)	108
Anhang F	(informativ) Beschreibung der beschleunigten Alterungsprüfungen	109
F.1	Allgemeines	109
F.2	Alterungsfaktoren und ihre Wirkungen	109
F.3	Auswahl beschleunigter Alterungsprüfungen	110
F.4	Beispiele beschleunigter Alterungsprüfungen	110

F.4.1	Konstante klimatische Bedingungen	110
F.4.2	Klimawechselstest	111
F.4.3	Salzsprühnebelprüfung (ISO 9227)	111
F.4.4	Kataplasmatest	111
F.4.5	Einwirkung von Licht bzw. UV-Strahlung	111
F.4.6	Einwirkung von Kontaminationen und Medien	111
F.4.7	Kombinierte Prüfung	112
F.4.8	Bewitterung	112
Anhang G (informativ) Beispiele nicht-dekorativer und dekorativer Mängel von Klebverbindungen		113
G.1	Allgemeines	113
G.2	Beispiele nicht-dekorativer Mängel	113
G.3	Beispiele für dekorative Mängel bei Dickschicht-Klebverbindungen	114
Anhang H (informativ) Beispiel für einen Tätigkeitsbericht		116
Anhang I (informativ) Hinweise zur Qualitätsplanung		117
I.1	Allgemeines	117
I.2	Prüfplan	117
I.3	Prüfanweisungen	117
I.4	Prüfbericht	118
Literaturhinweise		119

Bilder

Bild 1	Zusammensetzung des Klebpersonals	22
Bild C.1	Prinzip des Ablaufdiagramms	83
Bild C.2	Beispiel einer 2D-Zeichnung für Klebverbindungen	89
Bild C.3	Nachweis der Validierung — Ablaufdiagramm	89
Bild C.4	Berechnungsprozess	91
Bild C.5	Prüfkörper Typ 2	96
Bild C.6	Prüfkörper zur Prüfung der Festigkeit von Klebverbindungen mit einem niedermoduligen Klebstoff — Beispiel	97
Bild C.7	Prüfprobe einer Druckprüfung	98

Tabellen

Tabelle 1	Klassifizierung von Klebverbindungen in Abhängigkeit von der Ebene der Sicherheitsanforderungen	21
Tabelle 2	Aufgaben der Klebaufsichtsperson- KAP (Beispiele)	25
Tabelle 3	Kompetenzlevel, Wissen und Erfahrung für Klebpersonal	27
Tabelle 4	Mindestanforderungen an die technologischen Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen in der Klebtechnik für die Klebaufsichtsperson (KAP) und ihre Stellvertretung	30
Tabelle 5	Fertigungs-/Prozessdokumentation Klasse S1 und S2	49
Tabelle A.1	Kompetenzlevels — Fertigkeiten und Aufgaben mit den entsprechenden Lernzielen für jedes Level	61
Tabelle A.2	Fachinhalte zu technologischen Mindestkompetenzen für Klebprozesse einschließlich Technik, Fertigung, Instandhaltung und Reparatur	62
Tabelle B.1	Wesentliche in einer Anforderungsliste behandelte Punkte	80
Tabelle C.1	Versagenskriterien in Klebverbindungen (angegeben für zu berechnende Klebverbindungen der Klasse S1 oder S2)	86
Tabelle C.2	Beispiele mechanischer Belastungen	90
Tabelle C.3	Nichtmechanische Einflüsse auf Klebverbindungen	90

Tabelle C.4 — Einseitiges statistisches Toleranzintervall (unbekannte Varianz),
Normalverteilung (nach ISO 16269-6) 94

Tabelle C.5 — Maßnahmen und Dokumentation des Konformitätsnachweises für die Klassen S1,
S2, S3 und S4 100

Tabelle D.1 — Kriterien für die Auswahl eines Klebsystems 102

Tabelle D.2 — Kriterien für die Auswahl eines Klebsystems — Prozessparameter 104

Tabelle G.1 — Beispiele für Mängel von Klebverbindungen 113

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 21368:2022 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 193 „Klebstoffe“ als EN ISO 21368:2023 übernommen, dessen Sekretariat von UNE gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2026 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 21368:2022 wurde von CEN als EN ISO 21368:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist ein weltweiter Zusammenschluss nationaler Normungsgremien (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Ausarbeitung internationaler Normen erfolgt in der Regel durch technische Ausschüsse der ISO. Jede Mitgliedsorganisation, die an einem Thema interessiert ist, für das ein technischer Ausschuss eingerichtet wurde, hat das Recht, in diesem Ausschuss vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. Die ISO arbeitet in allen Fragen der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren zur Erarbeitung dieses Dokuments und zu seiner weiteren Aufrechterhaltung sind in den ISO/IEC-Richtlinien, Teil 1, beschrieben. Insbesondere ist auf die unterschiedlichen Genehmigungskriterien hinzuweisen, die für die verschiedenen Arten von ISO-Dokumenten erforderlich sind. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Redaktionsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2, erstellt (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Gegenstand von Patentrechten sein können. Die ISO übernimmt keine Verantwortung für die Identifizierung derartiger Patentrechte. Einzelheiten zu allen Patentrechten, die während der Entwicklung des Dokuments identifiziert wurden, werden in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der eingegangenen Patentanmeldungen aufgeführt (siehe www.iso.org/patents).

Alle in diesem Dokument verwendeten Markennamen sind Informationen, die den Nutzern zur Verfügung gestellt werden und stellen keine Empfehlung dar.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61, *Kunststoffe*, Unterkomitee SC 11, *Produkte*, erstellt.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 21368:2005), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Ausweitung der Begriffe und Definitionen auf relevante Verarbeitungs- und Herstellungsbegriffe;
- Klassifizierung von Klebverbindungen nach Sicherheitsanforderungen;
- Klärung der Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen des Personals im Bereich Kleben;
- umfassende Erläuterung der Auslegung von Klebverbindungen;
- gründliche Beschreibung der Verfahren zur Oberflächenbehandlung;
- ausführliche Darstellung der Montage/Herstellung von Klebverbindungen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an die nationale Normungsorganisation des Benutzers gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Stellen finden Sie unter www.iso.org/members.html.

Einleitung

Die Klebtechnik ist international weit verbreitet und wird zur Herstellung vieler Strukturen in der klebstoffverarbeitenden Industrie eingesetzt. In einigen Unternehmen ist sie das Schlüsselement der Produktion. Diese Strukturen reichen von mikroelektronischen Verkapselungen bis hin zur Struktur und Verstärkung von Flugzeugflügeln und Brücken. Die Klebtechnik ist für die Industrie branchen- und anwendungsübergreifend interessant, weil sie Flexibilität bei der Materialauswahl, dem Produktdesign und der Produktherstellung bis hin zur Endmontage ermöglicht. Die Klebtechnik als solche hat einen großen Einfluss auf die Herstellungskosten und die Qualität des Produkts und ermöglicht so erhebliche Produktionseinsparungen und einen Wettbewerbsvorteil im Vergleich zu herkömmlichen Herstellungsverfahren. Daher ist es wichtig, dass die Klebtechnik so effizient wie möglich eingesetzt wird und dass alle Aspekte des Vorgangs angemessen kontrolliert werden. Bei sach- und fachgerechter Anwendung ist die Klebtechnik zweifellos in der Lage, die Anforderungen der Kreislaufwirtschaft und des Ökodesigns zu erfüllen.

Im Rahmen der Normenreihe ISO 9000 für Qualitätssysteme ist die Klebtechnik als „spezieller Prozess“ zu behandeln, da Klebverbindungen durch nachträgliche Inspektion und Prüfung des Produkts nicht vollständig verifiziert werden können, um sicherzustellen, dass die geforderten Qualitätsstandards eingehalten wurden.

Soweit wir heute wissen, können Klebverbindungen in einem Produkt nicht überprüft werden. Die Aufgabe besteht darin, sie von vornherein fehlerfrei herzustellen. Auch die umfangreichsten und anspruchsvollsten zerstörungsfreien Prüfungen verbessern die Qualität von Klebverbindungen nicht.

Damit geklebte Strukturen im Betrieb effektiv und zweckmäßig sind, müssen Kontrollen von der Entwurfsphase über die Materialauswahl bis hin zur Herstellung und anschließenden Prüfung vorgesehen werden. Eine unzureichende Planung von Klebverbindungen führt zu ernsthaften Risiken und kostspieligen Schwierigkeiten in der Werkstätte, auf der Baustelle oder im Betrieb. Eine unzureichende Berücksichtigung der zu klebenden Werkstoffe und der Wahl des Klebstoffes kann zu Problemen beim Kleben führen, wie z. B. mangelnde Adhäsion oder unzureichende Spaltfüllung der Struktur. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, dass die Verfahren zum Kleben korrekt formuliert und genehmigt werden, um Unzulänglichkeiten zu vermeiden. Eine umfassende und qualifizierte Überwachung stellt sicher, dass die vorgegebene Qualität erreicht wird.

Um die Qualität geklebter Strukturen auf internationalem Niveau zu sichern und international vergleichbar zu machen, ist es die Aufgabe des Managements:

- mögliche Fehlerquellen zu identifizieren;
- Organisationsstrukturen zu schaffen, die diese Fehlerquellen von vornherein ausschließen; und
- geeignete Qualitätsverfahren einzuführen.

Aus diesen Gründen stellt dieses Dokument den Stand der Technik für die fachgerechte Gestaltung von Klebprozessen in allen Bereichen von Industrie und Handwerk in einer ganzheitlichen und internationalen Betrachtung dar. Es gilt analog dazu auch für Dichtprozesse, wenn die Funktion der Dichtung nur in der Sicherung und Unterstützung von Klebverbindungen besteht. Die Betrachtung der Klebtechnik im Sinne dieses Dokumentes umfasst, ausgehend von der ersten Idee, die Entwicklung von Klebverbindungen (Pre-Production), über die Produktion, d. h. die Herstellung von Klebverbindungen (In-Production), bis hin zum fertig geklebten Produkt einschließlich dessen Instandhaltung, Reparatur und Entsorgung (Post-Production).

Dieser ganzheitliche Ansatz umfasst auch die Qualitätssicherung der Fertigung, Inspektion und Instandhaltung, einschließlich der Reparatur und Entsorgung von Klebverbindungen. Die Vorgehensweise nach diesem Dokument ist ausnahmslos und in jedem Fall unabhängig von der Losgröße sowie dem jeweiligen Anwendungsbereich.

Dieses Dokument etabliert Definitionen und legt organisatorische, verwaltungstechnische, vertragliche und technische Grundsätze fest, die bei der Herstellung von Klebverbindungen zu beachten sind. Dies wird durch die Definition von drei wesentlichen Kernelementen erreicht:

- Kernelement 1: die Klassifizierung jeder Klebverbindung nach den Sicherheitsanforderungen (siehe Abschnitt 4);
- Kernelement 2: die Benennung von Aufsichtspersonal [Klebaufsichtsperson (KAP) / en: Adhesive Bonding Coordinator (ABC)] und Ausführungspersonal [(ausführendes Klebpersonal / en: Adhesive Bonding Operator (ABO))], die beide in der Lage sind, die jeweils erforderlichen und geforderten Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen im Bereich des Klebens objektiv zu verifizieren (siehe Abschnitt 5);
- Kernelement 3: der Nachweis, dass die tatsächliche Beanspruchung der jeweiligen Klebverbindung bei der Verwendung und Anwendung des geklebten Produkts in jedem Fall geringer ist als die maximale Beanspruchbarkeit (siehe Abschnitt 6).

Die oben erwähnte, notwendige weltweite Vergleichbarkeit in Qualität und Umsetzung wird durch eine einheitliche Umsetzung dieser drei Kernelemente auf internationaler Ebene erreicht.

Da es sich bei allen in diesem Dokument beschriebenen Zahlenwerten um Referenzwerte handelt, ist es ratsam, dass die Anwender bei deren Umsetzung selbst entscheiden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält Leitlinien zur Beschreibung der Qualitätsanforderungen an das Kleben, die für Anwenderunternehmen geeignet sind, die Kleben als Fertigungsverfahren einsetzen. Insbesondere werden in den Leitlinien verschiedene Ansätze zur Erfüllung der Qualitätsanforderungen an die Herstellungs- und Berichtsverfahren sowohl in den Betrieben als auch auf der Baustelle definiert. Diese Leitlinien sollen vermitteln, wie wichtig es ist, Qualitätsstandards bei der Herstellung und bei der Berichterstattung einzuhalten, Aufzeichnungen zu führen und so eine Dokumentation zu ermöglichen, die die Grundlage für die Risikobewertung geklebter Strukturen im Betrieb und in der Anwendung bildet.

Diese Leitlinien wurden so erstellt, dass:

- a) sie unabhängig von der Art der geklebten Struktur sind;
- b) sie unabhängig von den Produktempfehlungen der Klebstoffanwender und -lieferanten sind;
- c) sie die Qualitätsanforderungen für Klebverbindungen in Bezug auf die Herstellungs- und Berichtsverfahren, sowohl in Betrieben als auch auf der Baustelle definieren;
- d) sie als Grundlage für die Risikobewertung geklebter Strukturen im Betrieb und in der Anwendung verwendet werden können;
- e) sie als Grundlage für die Beurteilung der Fähigkeit eines Anwenders dienen können, geklebte Strukturen herzustellen, die die festgelegten Qualitätsanforderungen erfüllen, wenn sie in einem oder mehreren der folgenden Punkte aufgeführt sind:
 - ein Vertrag zwischen den beteiligten Parteien;
 - ein Anwendungsstandard;
 - eine Erklärung zur Regulierung.

Die in diesem Dokument enthaltenen Leitlinien können vollständig übernommen oder vom Klebstoffanwender je nach Struktur selektiv ausgewählt werden. Die Leitlinien bieten einen flexiblen Rahmen für die Kontrolle von Klebarbeiten in den folgenden Fällen.

Fall 1

Die Festlegung spezifischer Anforderungen für Klebverbindungen in Verträgen, die vom Klebstoffanwender ein anderes Qualitätssystem als ISO 9001 verlangen.

Fall 2

Die Festlegung spezifischer Anforderungen für das Kleben als Anleitung für einen Klebstoffanwender, der ein Qualitätssystem entwickelt.

Fall 3

Die Festlegung spezifischer Anforderungen für Verweise in Anwendungsnormen, die Kleben als Teil ihrer Anforderungen oder in einem Vertrag zwischen relevanten Parteien verwenden.

Fall 4

Die Festlegung eines Rahmens für Herstellungs- und Berichtsverfahren nach einem Qualitätsstandard, der insbesondere als Grundlage für die Risikobewertung geklebter Strukturen geeignet ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 472, *Plastics — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die in ISO 472 und im Folgenden aufgeführten Begriffe und Definitionen.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Fügeteil Substrat

Objekt oder halbfertiges Erzeugnis (z. B. Metallblech, Draht, extrudiertes Metall, Formkunststoff, Gewebe, Glas usw.), auf das der Klebstoff aufgetragen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In Klebprozessen wird der Begriff „Fügeteil“ oftmals als Synonym für „Substrat“ verwendet.

3.2

Adhäsion

Wechselwirkungen zwischen dem Klebstoff und der Oberfläche des *Fügeteils/Substrats* (3.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wechselwirkungen, die die Adhäsion ausmachen, beruhen auf Kräften zwischen der Oberfläche des Fügeteils/Substrats und dem Klebstofffilm und umfassen physikalische Wechselwirkungen, chemische Bindungen und mikromechanische Verzahnungen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Adhäsion findet in Nanometer-Dimensionen statt.

3.3

Haftvermittler Primer

Flüssigkeit, die zur Oberflächenbehandlung verwendet wird, um die Adhäsion des Klebstoffes an dem *Fügeteil/Substrat* (3.1) zu verbessern

Anmerkung 1 zum Begriff: Haftvermittler werden oftmals als Primer, Beschleuniger oder Aktivator bezeichnet.

3.4

Klebstoff

Nichtmetall, das zwei *Fügeteile/Substrate* (3.1) durch Adhäsion und Kohäsion miteinander verbindet

3.5

Kleben

spezieller Prozess zum Fügen von *Fügeteilen/Substraten* (3.1) unter Verwendung eines Klebstoffes

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Fügeteile/Substrate können sowohl aus demselben als auch aus verschiedenen Werkstoffen bestehen und unterschiedliche Oberflächeneigenschaften aufweisen.

3.6

Klebläche

Fläche, die verwendet wird, um zwei *Fügeteile/Substrate* (3.1) mit einem Klebstoff zu verbinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Klebläche ist üblicherweise das Produkt aus der Überlappungslänge und der Überlappungsbreite der Fügeteile/Substrate.

3.7

Klebaufsichtsperson

KAP, en: ABC (adhesive bonding coordinator)

verantwortliche Klebaufsichtsperson

vKAP, en: rABC (responsible adhesive bonding coordinator)

kompetente Person mit nachgewiesenen Fachkenntnissen in der Klebtechnik, die für die Überwachung und Freigabe der Klebprozesse und für alle damit verbundenen Tätigkeiten einschließlich der Freigabe verantwortlich ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die verantwortliche Klebaufsichtsperson — vKAP ist der ernannte Leiter aller Klebprozesse einschließlich deren Freigabe und mit entsprechender Entscheidungsbefugnis für die Klebtechnik im Unternehmen.

3.8

ausführendes Klebpersonal

en **ABO (adhesive bonding operator)**

Ausführungspersonal mit nachgewiesenen entsprechenden Kenntnissen, dass den Klebprozess zur Herstellung, Instandhaltung oder Instandsetzung von Bauteilen nach genehmigten Arbeitsanweisungen selbständig anwendet oder durchführt

3.9

klebtechnisches Personal

en **ABP (adhesive bonding personnel)**

Personal, das an der Gestaltung, Planung, Herstellung, Qualitätssicherung und Instandhaltung/Instandsetzung in Verbindung mit dem Klebprozess beteiligt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Arbeitnehmergruppe besteht in der Regel aus KAPs (3.7) und ausführendem Klebpersonal (en: ABO) (3.8).

3.10

Klebverfahren

alle Prozesse, die mit dem Kleben zu tun haben, wie Oberflächenbehandlung, Verarbeitung des Klebstoffes, Auftragen des Klebstoffes, Fügen der *Fügeteile/Substrate* (3.1) und Verfestigung (Aushärtung/Härtung)

3.11

Klebläche

Fläche, die zum Kleben vorbereitet ist oder auf die der Klebstoff aufgetragen wird, oder die Oberfläche des zu verklebenden Teils mit Klebstoff zwischen zwei zu verklebenden Teilen [Überlappungslänge × Überlappungsbreite mm]

3.12

Klebverbindung

Verbindung von zwei oder mehr Substraten (Fügeteilen) aus dem gleichen Werkstoff oder verschiedenen Werkstoffen mithilfe eines Klebstoffes

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Klebverbindung kann als starre Verbindung, flexible Verbindung oder als Fugenabdichtung definiert werden. Alle drei Arten von Verbindungen beruhen auf den gleichen Funktionsprinzipien.

3.13

geklebte Struktur **Struktur**

Struktur, die für ein teilweise oder vollständig fertiggestelltes Bauteil oder eine andere Form von geklebten Gegenständen verwendet wird und hauptsächlich zur Übertragung mechanischer Lasten bestimmt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die lasttragende Funktion ist die Hauptaufgabe des geklebten Gegenstandes, die Zuverlässigkeit und Gebrauchstauglichkeit während des gesamten Lebenszyklus des Endproduktes sicherzustellen.

3.14

Klebeband

flexibles Trägermaterial, das mit einem druckempfindlichen, feuchte- oder wärmeaktivierbaren Klebstoff beschichtet ist

3.15

Alterung

Gesamtheit aller irreversiblen chemischen und physikalischen Prozesse, die in einem Material im Laufe der Zeit ablaufen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies kann sich beziehen auf:

- Entwicklung der Eigenschaften von Klebverbindungen im Laufe der Zeit;
- Nachbildung der realen Lebensdauer durch beschleunigte (zeitreduzierte) Alterungsprüfung in geeigneter Umgebung (chemisch und mechanisch).

3.16

Auftragen

Aufbringen eines Klebstoffes auf ein Füge teil während des Klebvorgangs

3.17

Baugruppe

Gruppe von Teilen, die zum Kleben zusammengefügt oder geklebt worden sind

3.18

Klammern

Halten einer Klebverbindung unter Druck mit Klammern während der Verfestigung des Klebstoffes zwischen den Füge teilen

3.19

Kohäsion

innere Festigkeit, die z. B. die Moleküle eines Klebstoffes zusammenhält

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Kräfte beruhen auf anziehenden physikalischen Kräften zwischen den Polymerketten, der Verschränkung der Polymerketten und chemischen Bindungen innerhalb und zwischen den Klebstoffpolymerketten.

3.20

Komponente

ein Teil des Klebsystems

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Klebtechnik werden die Teile eines Klebsystems (Harz und Härter) als Komponenten (Komponente A und Komponente B) bezeichnet.

3.21

Konditionierung

Exposition von *Komponenten* (3.20) und Füge teilen, die für den Klebprozess erforderlich sind, für einen angemessenen Zeitraum unter Einhaltung der festgelegten Anforderungen

3.22

Aushärtung

chemische Verfestigung eines Klebstoffes

Anmerkung 1 zum Begriff: Chemische Reaktionen, die zur Verfestigung des Klebstoffes in Form von thermoplastischen, elastomeren oder duromeren Polymeren führen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dies bezieht sich auf chemisch härtende Klebstoffe.

3.23

Aushärtezeit

erforderlicher Zeitraum zur Verfestigung eines chemisch *härtenden* Klebstoffes (3.22)

3.24

zerstörende Prüfung

Analysen, Prüfungen und Erhebungen, die zur Bestimmung qualitativer/quantitativer Informationen über spezifische Eigenschaften des analysierten Systems durchgeführt werden, die nach der Zerstörung des Systems selbst ermittelt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Prüfprobe wird während der Prüfung zerstört und kann anschließend nicht mehr verwendet werden.

3.25

Expositionszeit

Zeitdauer, während der Klebverbindungen bestimmten Bedingungen ausgesetzt sind

3.26

Verarbeiter

Kleb-Werkstätten und/oder -Standorte, die demselben technischen Management und Qualitätsmanagement unterliegen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe *Anwenderbetrieb* (3.59).

3.27

Abluftzeit

Mindestwartezeit bei der Verwendung von Reinigern, Aktivatoren oder Grundierungen, bis das Lösemittel vollständig verdunstet ist

3.28

hochmoduliger Klebstoff

lastübertragender Klebstoff

struktureller Klebstoff

Klebstoff, bei dem Festigkeit und Steifigkeit die wichtigsten Eigenschaften nach der Verfestigung sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Gegensatz dazu gibt es niedrigmodulige Klebstoffe.

Anmerkung 2 zum Begriff: Nach der Verfestigung konzentrieren sich die hochmoduligen Klebstoffe auf ihre Festigkeit und Steifigkeit und weniger auf ihre Verformbarkeit.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Eigenschaftsübergänge zwischen hochmoduligen und niedrigmoduligen Klebstoffen sind fließend und nicht genau definiert [siehe *niedrigmoduliger Klebstoff* (3.37)].

Anmerkung 4 zum Begriff: Der Begriff „strukturelle Klebstoffe“ wird häufig für hochmodulige Klebstoffe verwendet. Für die Zwecke dieses Dokumentes wird der Begriff „strukturelle Klebstoffe“ durch „lasttragende Klebstoffe“ ersetzt (analog: „lasttragende Klebverbindungen“ anstelle von „strukturelle Klebungen“).

3.29

Hotspot

kleine Region oder kleiner Bereich mit einem hohen Wert einer Messgröße

BEISPIEL Spannung, Dehnung, Energie.

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Hotspot kann mit FEM berechnet werden.

3.30

Fügen

Zusammensetzen von *Komponenten* (3.20) zu einem Ganzen

BEISPIEL Kleben ist nur eines der Verbindungsverfahren. Andere Beispiele sind Schweißen, Schrauben und Nieten.

3.31

Einfluss

nichtmechanische Parameter, die auf ein Material einwirken und seine Eigenschaften verändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Art der nichtmechanischen Parameter beeinflusst das Materialverhalten (Belastung) und die zu wählende Belastbarkeit.

Anmerkung 2 zum Begriff: Weitere Einflüsse können sich auf die Klebstoffauswahl auswirken.

3.32

Fertigung

en **in-production**

alle Klebtätigkeiten nach der Vorbereitung, die mit der Ausführung der jeweiligen Klebverbindung/des jeweiligen Bauteils bis zu deren Fertigstellung verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe *Vorproduktion* (3.42).

3.33

Last

mechanische Parameter, die auf ein Material einwirken und zu Spannungen und Dehnungen (Verformungen) im Material führen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Art der mechanischen Parameter beeinflusst das Materialverhalten (Spannung, Dehnung und/oder Dehnungsenergie) und die zu wählende *Beanspruchbarkeit* (3.34).

3.34

Beanspruchbarkeit

Belastbarkeit

Grenze der Klebverbindung für die Aufnahme von Spannung, Dehnung und Dehnungsenergie

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Tragfähigkeit kann ein zulässiger Wert sein.

3.35

Lastfall

Kombinationen von Belastungen und Einflüssen, die gleichzeitig auf eine Klebverbindung einwirken

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Regel gibt es mehrere Lastfälle, die unterschiedliche Zustände im Fahrzeugbetrieb sowie im Herstellungs-/Instandsetzungsprozess beschreiben. Herstellungs-/Instandsetzungslastfälle sind immer in Kombination mit dem Verfestigungszustand des Klebstoffes in der Klebverbindung zu bewerten und bilden die Grundlage für die Bestimmung der Handhabungsfestigkeit oder der Inbetriebnahmezeiten.

3.36

Belastung

physikalische Ergebnisse in der Klebverbindung aufgrund der im *Lastfall* (3.35) definierten Last- und Einflusskombinationen

Anmerkung 1 zum Begriff: Physikalische Ergebnisse der Berechnung können z. B. Spannung, Dehnung und/oder Dehnungsenergie sein.

3.37

niedrigmoduliger Klebstoff

Klebstoffe, die nach der Verfestigung eine Bruchdehnung von mindestens 100 % und einen Elastizitätsmodul von höchstens 10 MPa aufweisen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition wurde von ISO 21194 übernommen. Es gibt keine wissenschaftlich exakte Definition. Bei diesen Klebstoffen stehen die Verformungseigenschaften im Vordergrund und weniger ihre Festigkeit und Steifigkeit. Ihr Gegenstück sind die hochmoduligen Klebstoffe. Diese Klebstoffe konzentrieren sich auf ihre Festigkeit und Steifigkeit nach der Verfestigung. Die Verformungseigenschaften treten in den Hintergrund. Die Eigenschaftsübergänge zwischen hochmoduligen und niedrmoduligen Klebstoffen sind fließend.

3.38

mechanische Eigenschaften

Eigenschaften in Verbindung mit dem Verhalten eines Klebstoffes oder einer Klebverbindung unter der Einwirkung externer physikalischer Kräfte (Zugkräfte, Schubkräfte, Abriebkräfte, Druckkräfte, Torsionskräfte, Zugscherkräfte usw.)

3.39

zerstörungsfreie Prüfung

ZFP, en: non-destructive testing, NDT

Analysen, Prüfungen und Messungen auf der Grundlage von Verfahren, die den Werkstoff nicht verändern und die Proben in dem Prüfsystem nicht beschädigen oder zerstören und dazu dienen, die Strukturmängel selbst zu untersuchen und zu identifizieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Jede Prüfprobe kann anschließend ohne Beeinträchtigung der Funktion des Produkts verwendet werden.

3.40

der Fertigung nachgelagerte Phase

en **post-production**

alle Klebtätigkeiten nach der Ausführung der Klebverbindung

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu diesen Tätigkeiten gehören unter anderem die Prüfung und Bewertung von Arbeitsproben während der Fertigung, die Anpassung des Klebprozesses, falls erforderlich, die zerstörungsfreie Prüfung (z. B. visuell) der hergestellten Klebverbindungen, die Durchführung von Reparaturen und Instandsetzungsarbeiten sowie die Entsorgung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe *Fertigung* (en: in-production) (3.32).

3.41

Verarbeitungszeitraum

Topfzeit, en: pot life

Zeitspanne, in der ein reaktiver Klebstoff nach dem Mischen aufgetragen werden muss (maximale Verarbeitungszeit)

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Zeit ist abhängig von der Geschwindigkeit der für die Polymerbildung verantwortlichen chemischen Reaktionen (Aushärtengeschwindigkeit) und auch von den äußeren Randbedingungen (Temperatur, Menge der angesetzten Mischung). Um qualitativ hochwertige Klebverbindungen herzustellen, wird die Topfzeit streng eingehalten. Chemisch härtende Klebstoffe, die ihre Topfzeit überschritten haben, sind als Abfall zu behandeln und für

die Anwendung auf Fügeflächen ungeeignet. Die Topfzeit variiert mit dem Volumen und der Temperatur des gemischten Klebstoffes und der Umgebung.

3.42

Vorproduktion

en **pre-production**

alle Klebtätigkeiten vor der Ausführung der Klebeverbindung

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Tätigkeiten umfassen die Entwicklung und Planung (einschließlich Arbeitsvorbereitung und Arbeitsplatzvorbereitung) des jeweiligen Klebens und der jeweiligen Klebprozesse, darüber hinaus den Nachweis, dass die tatsächliche Beanspruchung der Klebeverbindung immer kleiner ist als die maximale Beanspruchbarkeit im Anwendungsfall (siehe Abschnitt 6). Danach kann der Klebprozess auch in der jeweiligen Fertigung planmäßig umgesetzt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe *Fertigung* (en: in-production) (3.32).

3.43

Haftklebstoff

en **pressure-sensitive adhesive**

Klebstoff, der im trockenen Zustand bei Raumtemperatur dauerhaft klebrig ist und unter leichtem und kurzem Druck leicht auf Oberflächen haftet

Anmerkung 1 zum Begriff: Haftklebstoffe werden z. B. für die Herstellung von Haftklebebändern verwendet.

3.44

Qualifizierung eines Klebstoffes

Verfahren zum Nachweis, dass der Klebstoff die an ihn gestellten Anforderungen erfüllt

3.45

kompetentes Personal

Mitarbeiter, die über die geforderten Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen in der Klebtechnik verfügen, diese durch eine Weiterbildung mit anerkanntem Abschluss, eine Berufsausbildung oder vergleichbare klebtechnische Tätigkeiten erworben haben und dies durch anerkannte Dokumente objektiv und zweifelsfrei nachweisen können

3.46

Qualitätsplan

Plan zur Festlegung und Dokumentation, wie die Kundenanforderungen erfüllt werden müssen

3.47

Reproduzierbarkeit

Übereinstimmung zwischen den einzelnen Ergebnissen, die nach demselben Verfahren bei identischen Prüfungen erzielt wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies gilt hier für Klebungen, die unter verschiedenen Bedingungen (verschiedene Bediener, verschiedene Instrumente, verschiedene Labors) und/oder zu verschiedenen Zeiten hergestellt wurden.

3.48

Sicherheitsklasse

Leistungsanforderungen der Klebeverbindung, die auf der Grundlage der potenziellen Schadenswirkung des Ausfalls der Verbindung festgelegt werden

3.49

Sicherheitsdatenblatt

SDS, en: safety data sheet

produktspezifisches Datenblatt mit wichtigen Sicherheitsinformationen zu diesem Produkt

3.50

spezieller Prozess

Herstellungsprozess oder Prozessschritt, der nicht mit zerstörungsfreien Mitteln mit hundertprozentiger Sicherheit auf Fehler geprüft werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Grundgedanke ist, durch die Überwachung des gesamten Fertigungsprozesses alle möglichen Fehler bereits während des gesamten Herstellungsprozesses auszuschließen. Dies wird durch die Einführung und Umsetzung eines angepassten Qualitätsmanagementsystems (z. B. ISO 9001) erreicht, das mit Hilfe dieses Dokumentes speziell auf das Kleben ausgerichtet ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die kontinuierliche Überwachung und/oder die Einhaltung der dokumentierten Verfahren sind Grundvoraussetzungen, um sicherzustellen, dass die festgelegten Anforderungen erfüllt werden.

3.51

Spannungsrisssbildung

Rissbildung in Kunststoffen als Folge der gleichzeitigen Einwirkung von Chemikalien (z. B. Lösemittel) und mechanischer Belastung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Eigenspannung eines Materials reicht oft aus, um Spannungsrisse entstehen zu lassen.

3.52

Spannungsverteilung

Verteilung der Kräfte über eine geklebte Fläche

3.53

Oberflächenbehandlung

Bearbeitung der Oberflächen der zu verbindenden Teile zur Optimierung der Benetzbarkeit und Adhäsion und zur Erzielung reproduzierbarer Klebverbindungen mit einer guten Langzeitstabilität

3.54

Klebrigkeit

en **tack**

Eigenschaft eines Materials, die es ihm ermöglicht, bei Kontakt mit einer anderen Oberfläche, bei der es sich um ein Füge teil oder eine andere Klebschicht handeln kann, sofort eine Verbindung einzugehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Klebrigkeit beschreibt die Fähigkeit der Klebfläche, sich zu verformen und zu fließen, so dass sie die zweite Fläche sofort bei Kontakt benetzt und so eine Klebverbindung eingeht. Die Prüfung der Klebrigkeit mit dem Finger ist eine subjektive Beurteilung der Klebrigkeit.

3.55

technisches Datenblatt

TDS, en: technical data sheet

vom Klebstoffhersteller erstelltes technisches Informationsblatt zu dem Produkt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es enthält Informationen über die Eigenschaften des Klebstoffes und darüber, wie der Klebstoff zu verarbeiten und aufzutragen ist.

3.56

Zugversuch

Bestimmung der Festigkeit eines Festkörpers, z. B. eines Klebstoffes oder eines geklebten Bauteils

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Prüfkörper wird in einer Prüfmaschine einer zunehmenden Belastung ausgesetzt.

3.57

Thermoplast

Klasse von Kunststoffen, deren Polymere nicht chemisch miteinander vernetzt sind und die daher innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs beliebig verformt werden können, ohne eine chemische Veränderung zu erfahren

3.58

Duromer

Kunststoffart mit chemisch vernetzten Polymerketten in einem engmaschigen Netz, das nicht beliebig verformt werden kann, ohne eine chemische Veränderung zu erfahren

3.59

Anwenderbetrieb

Klebstoffanwender

klebstoffanwendender Betrieb

Unternehmen, das Klebstoffe und Klebtechnik für ihre Produktion, Instandhaltung und Reparatur verwendet

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe *Verarbeiter* (3.26).

3.60

Benetzung

Fähigkeit einer Flüssigkeit (z. B. eines Klebstoffes), sich auf einer festen Oberfläche zu verteilen und an einer festen Oberfläche zu haften

Anmerkung 1 zum Begriff: Obwohl die Adhäsion auch von anderen Faktoren abhängt, ist die Benetzung der Oberfläche eine notwendige, aber nicht die einzige Bedingung, um eine Adhäsion zwischen Füge­teil und Klebstoff zu erreichen.

4 Kernelement 1: Klassifizierung von Klebverbindungen nach Sicherheitsanforderungen

4.1 Allgemeines

Eine geklebte Struktur im Sinne dieses Dokumentes ist ein Werkstoffverbund, der unter Verwendung von Klebstoff(en) hergestellt wird und hauptsächlich zur Übertragung mechanischer Lasten bestimmt ist, wobei seine tragende Funktion seine Zuverlässigkeit und Gebrauchstauglichkeit während des gesamten Lebenszyklus des Produktes sicherstellt. Als Teil einer technischen Einheit trägt die Klebverbindung in dieser Baugruppe zur Festigkeit und Stabilität der Einheit als Ganzes oder eines Teiles der Einheit oder eines Bauteils bei. Sie soll entsprechend ihrem Anforderungsprofil allen auftretenden Belastungen standhalten, unabhängig davon, ob es sich um statische, dynamische oder eine Kombination aus beiden handelt und ob Umwelteinflüsse zu berücksichtigen sind oder nicht.

Die Anforderungen an die hochwertige Ausführung dieser Klebverbindungen müssen durch die Einteilung in Sicherheitsklassen festgelegt werden. Diese Einteilung in Sicherheitsklassen orientiert sich allein an der Beantwortung der Frage, was passiert, wenn die Klebverbindung versagt: Mit welchen Folgen für Mensch und Umwelt gerechnet werden kann und ob die Folgen direkt oder indirekt auftreten können bzw. wie die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens zu bewerten ist. Diese Frage und ihre Beantwortung gilt für jede Klebverbindung in allen Anwendungsbereichen in Industrie und Handwerk für jeden verwendeten Klebstoff, unabhängig von:

- den Festigkeits- und Verformungseigenschaften des verwendeten Klebstoffes (d. h. es werden alle Arten von Klebstoffen abgedeckt, von niedrigmoduligen, hochelastischen bis zu hochmoduligen, sehr steifen Klebstoffen);
- dem Mechanismus der Verfestigung des verwendeten Klebstoffes (z. B. chemische Aushärtung, physikalische Aushärtung, kombinierte Verfestigungsmechanismen oder mit Klebstoff beschichtetes Material wie Klebeband); und

— dem Bereich oder dem Zweck, in dem oder für den die geklebte Baugruppe verwendet werden soll.

Die sicherheitstechnische Klassifizierung von Klebverbindungen in diesem Dokument berücksichtigt keine Aspekte wie Lebensmitteleignung, Feuerbeständigkeit, Einhaltung von Immissionsschutzvorschriften, oder jeglicher Bestimmungen bezüglich Arbeitssicherheit oder Umweltschutz, da diese in anderen Normen, Merkblättern oder technischen Regeln behandelt werden.

4.2 Definition der Sicherheitsklassen

Der Konstrukteur oder der Bauteilverantwortliche muss [in Zusammenarbeit mit der Klebaufsichtsperson — KAP siehe Abschnitt 5] jede Klebverbindung unter Berücksichtigung der möglichen Auswirkungen des Versagens der Klebverbindung in eine der folgenden Sicherheitsklassen einstufen (siehe Tabelle 1). Die Sicherheitsklasse der relevanten Sicherheitsanforderungen an eine Klebverbindung muss spätestens vor deren Ausführung festgelegt werden oder vom Anwender der Klebverbindung in Abstimmung mit der Klebaufsichtsperson (KAP) festgelegt und dokumentiert werden (siehe 5.1 und 5.3).

Tabelle 1 stellt die Klassifizierung von Klebverbindungen in Abhängigkeit der jeweiligen Ebene der Sicherheitsanforderungen dar.

Tabelle 1 — Klassifizierung von Klebverbindungen in Abhängigkeit von der Ebene der Sicherheitsanforderungen

S1 hoch	Ein Versagen der Klebverbindung führt
	— direkt oder indirekt zu einer unvermeidlichen Gefahr für Leib und Leben; — zu einem Versagen der Funktion, dessen Auswirkung meist zu einer offensichtlichen Gefahr für Leib oder Leben führen wird.
S2 mittel	Ein Versagen der Klebverbindung
	— kann zu einer Gefahr für Leib und Leben führen; — führt zu einer Funktionsstörung, die wahrscheinlich Personenschäden oder größere Umweltschäden zur Folge hat; — führt zu einer Störung der Funktionsfähigkeit, die höchstwahrscheinlich einen großen Sachschaden zur Folge hat.
S3 gering	Ein Versagen der Klebverbindung führt zu einem Funktionsverlust, der wahrscheinlich
	— nicht zu Personenschäden oder größeren Umweltschäden führt; — höchstens den Komfort oder die Leistung beeinträchtigt; — keine größeren Sachschäden verursacht.
S4 keine	Ein Versagen der Klebverbindung führt zu einer Funktionsstörung, die
	— unter vorhersehbaren Umständen keine Personenschäden oder Umweltschäden zur Folge hat; — nur den Komfort oder die Leistung beeinträchtigt; — keine Sachbeschädigung beinhaltet.

Eine Klebverbindung kann z. B. aus ökonomischen, ökologischen und/oder funktionalen Gründen in eine höhere Sicherheitsklasse eingestuft werden.

Für bestimmte Anwendungen können in anderen bestehenden internationalen Normen, Zulassungen oder anderswo bereits Sicherheitsklassen festgelegt sein. In Zweifelsfällen muss die höchstmögliche Klasse angenommen werden.

Ein Bauteil darf verschiedene Arten von Klebverbindungen enthalten, die je nach den festgelegten Anforderungen unterschiedlichen Sicherheitsklassen zugeordnet werden können.

Wenn eine Klebverbindung nicht mindestens eine geringe Sicherheitsanforderung erfüllt, kann diese Klebverbindung der Klasse S4 zugeordnet werden.

Alle Anforderungen dieses Dokumentes gelten für Klebverbindungen, die als S1, S2 oder S3 klassifiziert sind. Wird eine Klebverbindung als S4 klassifiziert, so sollte dies begründet und dokumentiert werden, jedoch müssen keine weiteren Anforderungen dieses Dokumentes erfüllt werden.

4.3 Dokumentation der Klassifizierung nach Sicherheitsklassen

Die Einstufung der jeweiligen Klebverbindung muss von den verantwortlichen Personen schriftlich dokumentiert werden (siehe 4.2).

5 Kernelement 2: Klebpersonal — Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen

5.1 Allgemeines

Je nach Einstufung der Sicherheitsanforderungen an die jeweilige Klebverbindung (siehe Abschnitt 4) erfordern Klebarbeiten Personal mit nachweisbaren Fähigkeiten, Kenntnissen und Erfahrungen in der Klebtechnik.

Das Anwenderunternehmen muss über ausreichend fachkundiges Personal entsprechend den jeweils festgelegten Anforderungen an das Kleben verfügen. Dies gilt für alle Mitarbeiter, die direkt oder indirekt an der Klebtechnik beteiligt sind. Das Kompetenzniveau, die Kenntnisse und die Erfahrungen, die für das Klebpersonal (siehe Bild 1 sowie 5.2 und 5.3) erforderlich sind, sind in 5.4 festgelegt.

Klebpersonal ist in diesem Zusammenhang der übergreifende Begriff und umfasst alle Mitarbeiter, die mit der Konstruktion, Planung, Herstellung, Qualitätssicherung und Instandhaltung/Reparatur von geklebten Bauteilen und der Prüfung befasst sind. Diese Gruppe besteht aus den folgenden Mitarbeitern, wie in Bild 1 dargestellt.

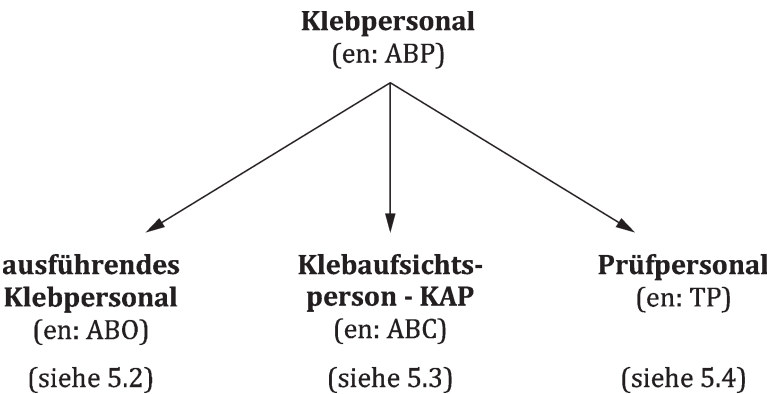


Bild 1 — Zusammensetzung des Klebpersonals

Alle Klebarbeiten, die von Unterauftragnehmern ausgeführt werden, müssen in gleicher Weise nach den Anforderungen dieses Dokumentes ausgeführt werden. Der Unterauftragnehmer muss das KAP zur Überwachung der Klebarbeiten zur Verfügung stellen.

Für jeden Klebprozess muss die erforderliche Klebkompetenz des Personals ermittelt werden. Für alle unmittelbar mit der Klebtechnik befassten Mitarbeiter muss vor Fertigungsbeginn sichergestellt sein, dass für alle durchzuführenden Klebarbeiten ein kompetentes Personal zur Verfügung steht.

Für Klebverbindungen der Sicherheitsklasse S4 (keine Sicherheitsanforderungen) werden in diesem Dokument keine Anforderungen an die Klebkompetenz, Kenntnisse und Erfahrungen des Personals gestellt. Dies kann in technischen Spezifikationen oder in der Vertragsgestaltung außerhalb dieses Dokumentes festgelegt werden (siehe 5.5, Tabelle 4).

Für Klebverbindungen der Sicherheitsklasse S1 und S2 müssen zusätzlich folgende Anforderungen erfüllt werden (siehe 5.5, Tabelle 4):

- der gesamte Klebprozess (vom Beginn der Oberflächenbehandlung bis zur Fertigstellung der jeweiligen Klebverbindung) darf nur von fachkundigen ABP nach 5.2 und 5.3 durchgeführt werden;
- bei Klebarbeiten muss eine KAP erreichbar sein, die qualifiziert und befugt ist, bei Prozessabweichungen die notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, oder es existiert ein von der KAP freigegebener Prozess, der die notwendigen Maßnahmen regelt, wenn die KAP nicht vor Ort anwesend ist;
- Abweichungen vom Klebprozess und die ergriffenen Maßnahmen müssen dokumentiert werden.

5.2 Ausführendes Klebpersonal

5.2.1 Allgemeines

Das Anwenderunternehmen muss über nachweislich kompetentes und geschultes Personal als ausführendes Klebpersonal verfügen, das in der Lage ist, Klebarbeitsprozesse selbstständig und sachgerecht auszuführen.

5.2.2 Funktionen

Das ausführende Klebpersonal im Betrieb sind die Personen, die selbstständig und fachgerecht die Klebprozesse zur Herstellung, Instandhaltung oder Reparatur von Bauteilen nach anerkannten Arbeitsanweisungen durchführen.

5.2.3 Aufgaben

Das ausführende Klebpersonal des Unternehmens verfügt über ausgewiesene Kompetenz, Wissen und Erfahrung in der Klebtechnik. Diese Basis des Verständnisses ermöglicht es ihm:

- den Inhalt der genehmigten Arbeitsanweisungen technisch kompetent zu verstehen;
- ihre Tätigkeiten selbstständig und professionell in den jeweiligen Arbeitskontext einzuordnen; und
- ihre Arbeitsverfahren entsprechend anzupassen.

5.2.4 Kompetenzen, Wissen und Erfahrungen

Bei Klebverbindungen der Klassen S1 und S2 müssen alle Arbeitnehmer, die mit Klebarbeiten befasst sind, über nachweisbare Kompetenzen der Stufe 3 verfügen (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4/5.4 und 5.5 sowie Anhang A zur Unterstützung).

Eine Berufsausbildung im Bereich Kleben oder Dichten (z. B. Tischler, Bodenleger und Tapezierer) kann von der KAP (siehe 5.3) als Nachweis ausreichender Kenntnisse akzeptiert und dokumentiert werden, wenn in diesen Bereichen Klebarbeiten durchgeführt werden. Die Teilnahme an Produktschulungen stellt keinen ausreichenden Nachweis dar.

Die KAP ist für die Bestätigung der Kompetenz des Klebpersonals für Klebeverbindungen der Klasse S3 verantwortlich. Voraussetzung ist, dass die KAP mindestens die Kompetenzstufe 2 nachweisen kann (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4 sowie die Hilfestellung in Abschnitt A.1). Die KAP muss die Qualifikation des ausführenden Klebpersonals nachweisen.

Das ausführende Klebpersonal muss in Abständen von höchstens zwei Jahren an überprüfbaren, regelmäßigen (internen oder externen) Schulungen teilnehmen, wobei es Aufgabe der KAP ist, über Umfang und Inhalt dieser Schulungen zu entscheiden (siehe 5.4.2.5).

Die Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen für das ausführende Klebpersonal Stufe 3 sind in 5.4.2.4 und — zur Unterstützung — sowohl in Tabelle A.1 als auch in Abschnitt A.3 definiert.

5.3 Klebaufsichtsperson — KAP

5.3.1 Allgemeines

Die Überwachung des Klebens liegt in der Verantwortung des Anwenderunternehmens. Im Anwenderunternehmen müssen je nach Umfang des Klebens und Größe des Anwenderunternehmens eine oder mehrere Personen die Klebüberwachung durchführen.

Der Anwenderbetrieb muss jedoch mindestens eine KAP beauftragen, wenn mindestens Klebverbindungen der Klasse S3 dimensioniert, geplant, hergestellt, in Betrieb genommen, gewartet oder repariert werden.

Die Benennung muss von einer führenden oder legitimierten Person durchgeführt und dokumentiert werden.

Sind mehrere Personen als KAP benannt, kann das Anwenderunternehmen eine KAP als verantwortliche Klebaufsichtsperson — vKAP benennen, die befugt ist, alle Arbeiten im Zusammenhang mit Klebarbeiten in den verschiedenen Fertigungsbereichen zu koordinieren.

Wurden mehrere Personen als KAP beauftragt, so müssen die Aufgaben, der Verantwortungsbereich und die Schnittstellen für jede KAP separat festgelegt werden.

In jedem Fall muss das Anwenderunternehmen für jede einzelne KAP oder die vKAP eine Stellvertreterregelung organisieren. Wird kein gleichwertiger Stellvertreter für die einzelne KAP oder die vKAP benannt, so muss sichergestellt werden, dass in Abwesenheit der entsprechenden KAP keine klebtechnischen Entscheidungen getroffen werden.

Die KAP darf nicht auch mit Klebarbeiten als ausführende Klebperson beauftragt werden.

5.3.2 Funktionen

Die KAP hat die Funktion der verantwortlichen Klebentwicklung, Planung und Prozessorganisation und -durchführung. Darüber hinaus ist die Person für die Überwachung der Klebprozesse und aller damit verbundenen Aktivitäten verantwortlich. Diese Person ist der ernannte Leiter aller Klebprozesse (Vorproduktion, Fertigung, der Herstellung nachgelagerte Phase) einschließlich deren Freigabe. Die KAP hat damit die entsprechende Entscheidungskompetenz über die Klebtechnik im Unternehmen und ist unabhängig von betrieblichen, wirtschaftlichen und zeitlichen Restriktionen. Aus diesem Grund werden nur solche Mitarbeiter zur KAP ernannt, die in der Lage sind:

- die Klebprozesse ganzheitlich und technisch korrekt zu betrachten, d. h. von der Idee über die Planung und Ausführung bis zur Instandhaltung/Reparatur und Entsorgung; und
- die jeweiligen Aufgaben und Pflichten nach Maßgabe dieses Dokumentes ohne Einschränkung wahrzunehmen.

5.3.3 Aufgaben

Bei der Klebverbindung müssen alle besonderen Anforderungen an den Klebprozess berücksichtigt werden. Dies muss für alle relevanten Bereiche des Werkes des Anwenderunternehmens sichergestellt sein. Dies beinhaltet unter anderem:

- die Entwicklung der Klebverbindung einschließlich der Gestaltung und konstruktiven Auslegung der Klebverbindung sowie der Gestaltung des Klebprozesses;

- die Umsetzung des Klebprozesses in der Fertigung;
- die Berücksichtigung der Reparaturfähigkeit;
- sowohl Einkauf als auch Vertrieb;
- Montage; und
- Unterauftragsvergabe.

Die wichtigsten Aufgaben der KAP sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2 — Aufgaben der Klebaufsichtsperson- KAP (Beispiele)

Lfd. Nr.	Aufgabenbeschreibung
1	Vertragsprüfung — Prüfung der Eignung des Unternehmens, das den Auftrag für das Kleben und die damit verbundenen Arbeiten annimmt.
2	Konstruktionsprüfung — Einhaltung einschlägiger Normen für Klebverbindungen, Merkblätter und Gebrauchsanweisungen; — Analyse von Spannungen; — Auslegung von Klebverbindungen unter Berücksichtigung der konstruktiven Anforderungen; — Festlegung des Klebsystems; — Festlegung der Füge Teile in Kooperation mit dem verantwortlichen Konstruktionsingenieur; — Zugänglichkeit für das Kleben; — Analyse der Spannungsfestigkeit von Klebverbindungen; — Auslegung der Fugen zwischen den Füge teilen.
3	Prüfung der Verifizierung von Klebverbindungen nach Abschnitt 6
4	Prüfung der Lagerung und des Transportes von Füge teilen und anderen Komponenten des Klebsystems — Liefer- und Transportbedingungen; — Kennzeichnung, Lagerung, innerbetrieblicher Transport und Handhabung; — Nachverfolgbarkeit.
5	Prüfung der Fertigungsplanung — Zeichnungen und Teilelisten, Spezifikationen für Klebsysteme und weitere Materialien, Hilfsstoffe und verwendete Geräte; — Arbeits- und Instandsetzungsanweisungen, deren Eignung sowie deren Validierung; — erforderliche Kleb- und Spannvorrichtungen, überprüfbare Qualifikationen des ausführenden Klebpersonals (en: ABO); — Arbeits- und Montageabläufe für Bauteile; — erforderliche Umgebungsbedingungen.
6	Untersuchung auf Mängel, Schäden oder Fehler
7	Prüfung der Einrichtung

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Lfd. Nr.	Aufgabenbeschreibung
	— Eignung der Klebvorrichtungen; — Einhaltung der erforderlichen Fertigungsbedingungen; — Bereitstellung, Kennzeichnung und Handhabung von Hilfsmitteln und Einrichtungen.
8	Überwachung der Klebarbeiten — Vorbereitende Tätigkeiten; — Kleben; — Aushärten, Abbinden (Verfestigung); — Prüfen der Umgebungsbedingungen einschließlich der vor- und nachgelagerten Prozessparameter.
9	Prüfung des Klebprozesses — Überprüfung der gleichmäßigen Fertigungsqualität.
10	Prüfung der Klebverbindungen — Sichtprüfung; — zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen; — Bewertung von Kleb- und Dichtnähten.
11	Prüfung von Unterauftragsnehmern — Eignung im Hinblick auf die Personalqualifikation, die Verfügbarkeit von Personal, Ausrüstung, Fertigungseinrichtungen und das Klebverfahren.
12	Dokumentation — Vorbereitung, Erstellung und Aufbewahrung aller erforderlichen Berichte, einschließlich derjenigen von Unterauftragnehmern und Lieferanten.

5.3.4 Kompetenzen

Die Mindestanforderungen an die technologischen Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen in der Klebtechnik der Klebaufsichtsperson – KAP sind in 5.5, Tabelle 4, verbindlich festgelegt. Diese werden ergänzt durch Tabelle 3 (siehe 5.4.1). Anhang A beschreibt die Inhalte im Detail als Hilfestellung.

KAP müssen regelmäßig nachweisen, dass sie ihre Kompetenz erhalten oder erweitert haben, siehe 5.4.2.5.

Nimmt eine KAP bestimmte Aufgaben nicht wahr, dürfen diese Aufgaben an Mitarbeiter mit gleicher oder geringerer Klebkompetenz vergeben werden. Es ist Aufgabe der KAP, diese stellvertretenden Mitarbeiter auszuwählen, ihre Kompetenzen zu prüfen und sie hinsichtlich der auszuführenden Arbeiten zu unterweisen. Alle Einzelheiten einer solchen Beauftragung müssen detailliert dokumentiert werden (siehe Tabelle 4).

5.3.5 Organisatorische Integration der Klebaufsicht

Zu KAP dürfen nur Personen aus dem Personal des Anwenderunternehmens oder eines externen Beraters ernannt werden, die in der Lage sind, ihre jeweiligen Aufgaben und Verantwortlichkeiten im Sinne dieses Dokumentes uneingeschränkt zu erfüllen. Zu diesem Zweck müssen sie mit den erforderlichen Leitungs- und Entscheidungsbefugnissen ausgestattet sein, die es ihnen ermöglichen, frei von betrieblichen und zeitlichen Zwängen zu handeln.

Nur Personen, die über dieselben (oder höhere) Kompetenzen verfügen und offiziell ernannt wurden, sind berechtigt, ohne Einschränkung als Stellvertreter der KAP zu handeln.

Bei Klebarbeiten in kleinem Umfang und bei Klebverbindungen der Klassen S1, S2 und S3 dürfen der Firmeninhaber, der Geschäftsführer, der Betriebsleiter oder der Produktionsleiter als KAP eingesetzt werden. Sie dürfen auch als stellvertretende Aufsichtspersonen eingesetzt werden.

Unter Klebarbeiten in kleinem Maßstab sind Fälle zu verstehen, in denen innerhalb von 12 Monaten nicht mehr als 50 geklebte Baugruppen hergestellt werden. Dies muss am gleichen Standort, für die gleiche Baugruppe und mit der gleichen Klebtechnik erfolgen. Unterscheiden sich mindestens zwei Baugruppen in ihrer Art, so muss der Fertigungsumfang nicht mehr als Kleinserie betrachtet werden.

Im Organigramm des Anwenderbetriebes müssen die Arbeitsbereiche und Zuständigkeiten aller Personen mit Leitungs-, Führungs- oder Aufsichtsfunktion, die Einfluss auf die Qualität der Klebarbeiten haben, sowie die Beziehungen zwischen ihnen schriftlich festgelegt sein. Dies gilt insbesondere für:

- die Aufgaben der KAP (die Arbeitsbereiche und Zuständigkeiten müssen abgegrenzt werden, wenn mehrere Koordinatoren beteiligt sind);
- Arbeiten, die die Anwesenheit der KAP erfordern;
- Maßnahmen, die bei Abwesenheit der KAP zu treffen sind (z. B. Benennung von Stellvertretern; Festlegung der erlaubten oder verbotenen Klebarbeiten; Festlegung des Zeitpunktes, zu dem die Klebarbeiten eingestellt werden müssen).

5.4 Kompetenzlevels, Wissen und Erfahrungen für Klebpersonal

5.4.1 Allgemeines

Für das Klebpersonal, das sich aus KAP und ausführendem Klebpersonal zusammensetzt, werden in diesem Dokument drei hierarchieübergreifende Kompetenz-, Wissens- und Erfahrungsstufen definiert (siehe Tabelle 3):

- Level 1: umfassend (Entscheidungsebene);
- Level 2: spezifisch (Überwachungsebene);
- Level 3: grundlegend (Ausführungsebene).

Tabelle 3 — Kompetenzlevel, Wissen und Erfahrung für Klebpersonal

Level	Umfang der Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen
1	Umfassende technologische Kompetenzen, das Wissen und die Erfahrungen in der Klebtechnik werden durch den neuesten Stand der Technik erfüllt (siehe zur Unterstützung A.3.1: Erläuterung der umfassenden Kompetenzen) und fortgeschrittene Kenntnisse (mindestens einjährige geeignete Erfahrung in der Klebtechnik).
2	Spezifische technologische Kompetenzen, das Wissen und die Erfahrungen in der Klebtechnik werden durch den Stand der Technik erfüllt (siehe zur Unterstützung A.3.2: Erläuterung der spezifischen Kompetenzen) und fortgeschrittene Kenntnisse (mindestens einjährige geeignete Erfahrung in der Klebtechnik).
3	Grundlegende technologische Kompetenzen, das Wissen und die Erfahrungen in der Klebtechnik werden durch den neuesten Stand der Technik erfüllt (siehe zur Unterstützung A.3.3: Erläuterung der grundlegenden Kompetenzen). Die Ausbildung und Qualifizierung dieses Niveaus können von der KAP genehmigt werden. In diesem Fall muss die KAP den Qualifikationsbereich festlegen.

5.4.2 Anforderungen für jedes Level an Kompetenzen, Wissen und Erfahrungen

5.4.2.1 Allgemeines

Die Schwerpunkte für die Überprüfung der Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen sind für alle drei Kompetenzniveaus gleich (siehe Tabelle 3). Darin enthalten sind die in den Hauptkategorien (siehe Liste unten) zusammengefassten Fachinhalte, die in ihrer Gesamtheit den gesamten Bereich der modernen Klebtechnik nach aktuellem Wissensstand repräsentieren:

- Adhäsion und Klebstoffe;
- Werkstoffe als Substrate/Fügeteile;
- Konstruktion (einschließlich Dauerhaftigkeit, Alterung, Ermüdung und ihre Validierung);
- Klebprozess – vor der Fertigung;
- Klebprozess – während der Fertigung;
- Klebprozess – nach der Fertigung;
- Instandhaltung;
- Prüfung und Analyse;
- Gesundheit und Sicherheit;
- Qualitätsmanagement.

Die drei in Tabelle 3 genannten Levels entsprechen im Prinzip den Hierarchieebenen/Tätigkeitsfeldern der klebtechnischen Tätigkeiten im Anwenderunternehmen (Level 1: Entscheidungsebene/Level 2: Überwachungsebene/Level 3 Ausführungsebene). Diese drei Kompetenzstufen legen fest, welche fachlichen Inhalte (siehe 5.4.2.2 bis 5.4.2.4 und als Hilfestellung Anhang A) nachweislich beherrscht werden müssen und in welchem Umfang eine bestimmte Kompetenz für einen bestimmten Arbeitsumfang in Abhängigkeit von der Sicherheitsklasse nach diesem Dokument (siehe 5.5) erforderlich ist.

Die einzelnen Inhalte für den Nachweis von Kompetenzen, Kenntnissen und Erfahrungen jeder Stufe entsprechend den Hauptfachinhalten (siehe 5.4.2.2 bis 5.4.2.4) sind in Anhang A als Hilfestellung im Detail aufgeführt.

Die Zuordnung der einzelnen Levels zum jeweiligen Arbeitsumfang ist in 5.5 festgelegt.

Die Mindestanforderungen an die technologischen Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen in der Klebtechnik für die KAP und ihre Stellvertreter sind in 5.5/Tabelle 4 dargestellt.

Bei Prozessen, die der Vorproduktion oder der Herstellung nachgelagerter Phase zugeordnet werden können (siehe Einleitung), müssen mindestens zwei Mitarbeiter mit entsprechender und nachweisbarer Kompetenz eingesetzt werden, z. B. eine ausführende Klebperson und eine KAP (siehe 5.5/Tabelle 4 zur Beschreibung des Kompetenzniveaus).

Falls erforderlich, muss eine Vertretung der KAP in geeigneter und nachvollziehbarer Weise erfolgen.

5.4.2.2 Level 1: Umfassend

Umfassende technologische Kompetenzen, Wissensanwendung, praktische Anwendung und Erfahrungen in der Klebtechnik beinhalten die Fähigkeit, das gesamte Spektrum der Klebarbeiten in der Vorproduktion, in der Produktion und in der Herstellung nachgelagerter Phase (siehe Einleitung und Anwendungsbereich), also von der Produktentwicklung über die Produktion bis hin zu Instandhaltungs- und Reparaturtätigkeiten, zu überwachen. Für die fachlich korrekte Anwendung der Klebtechnik erfordern diese umfassenden Kompeten-

zen interdisziplinäres Denken, verantwortliches Entscheiden und Handeln sowie die Fähigkeit, den gesamten Produktlebenszyklus zu überblicken und verantwortungsvoll zu berücksichtigen. Diese Kompetenzen befähigen Personen umfassend, die Aufgaben und Verantwortungen der KAP in einem Unternehmen zu übernehmen.

Umfassende technologische Kompetenzen, Wissensanwendung, praktische Anwendung und Erfahrungen in der Klebtechnik werden in A.3.1 zur Unterstützung definiert.

5.4.2.3 Level 2: Spezifisch

Spezifische technologische Kompetenzen, Wissensanwendung, praktische Anwendung und Erfahrungen in der Klebtechnik umfassen die Fähigkeit, Arbeitsanweisungen zu erstellen und ausführendes Klebpersonal und andere Mitarbeiter in der Klebtechnik in theoretischen und praktischen Fragen des Klebens zu beaufsichtigen. Zu diesen Kompetenzen gehört auch die Fähigkeit, Klebprozesse zu planen, zu organisieren und zu überwachen, Prozessparameter zu kontrollieren und ggf. anzupassen. Dazu gehört auch die Kompetenz, Unregelmäßigkeiten in Fertigungs-, Instandhaltungs- und Reparaturprozessen zu erkennen und entsprechend zu reagieren. Spezifische technologische Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen befähigen die Personen in ihrem jeweiligen Verantwortungsbereich in der Vorproduktion, in der Produktion und in der Herstellung nachgelagerten Phase, die Aufgaben und Verantwortlichkeiten der KAP in einem Unternehmen zu übernehmen.

Spezifische technologische Kompetenzen, Wissensanwendung, praktische Anwendung und Erfahrungen in der Klebverbindungstechnik werden in A.3.2 zur Unterstützung definiert.

5.4.2.4 Level 3: Grundlegend

Grundlegende technologische Kompetenzen, Wissensanwendung, praktische Anwendung und Erfahrungen in der Klebtechnik umfassen ein grundlegendes Verständnis des Klebens, das es ermöglicht, die speziellen Aspekte von Klebprozessen zu verstehen und in Fertigung, Instandhaltung und Reparatur zu berücksichtigen. Der relevante Zusammenhang und die Bedeutung von Arbeitsanweisungen sind damit klar. Technologische Basiskompetenzen befähigen die Mitarbeiter, Klebarbeiten in der Produktion und in der Herstellung nachgelagerten Phase nach den vorgegebenen Arbeitsanweisungen selbständig und fachlich kompetent durchzuführen und bei Unregelmäßigkeiten Rückmeldung zu geben.

Die grundlegenden technologischen Kompetenzen, Wissensanwendung, praktische Anwendung und Erfahrungen in der Klebtechnik sind in A.3.3 zur Unterstützung A.3 definiert.

5.4.2.5 Fortbildung

Die KAP muss sich mindestens alle zwei Jahre durch Maßnahmen (z. B. Teilnahme an Klebkonferenzen, Seminaren o. ä.) von rechtlich und wirtschaftlich vom Anwenderunternehmen unabhängigen Anbietern fortbilden. Innerbetriebliche Schulungen durch eigenes Personal und Produktschulungen dürfen nicht als Schulung für KAP im Sinne dieses Dokumentes berücksichtigt werden.

Mindestens alle zwei Jahre muss das ausführende Klebpersonal (en: ABO) auch an Weiterbildungsmaßnahmen teilnehmen. Diese Maßnahmen können intern oder extern durchgeführt werden. Der Inhalt und die Dauer dieser Kurse müssen in Absprache mit der KAP festgelegt werden.

Jede Fortbildungsmaßnahme muss dokumentiert werden (z. B. Datum, Dauer, Inhalt, Schulungsunterlagen, Teilnehmer).

5.5 Zuordnung der drei Kompetenzlevels zu den Sicherheitsklassen in Abhängigkeit vom jeweiligen Arbeitsumfang — Korrelation der Kernelemente

Das Level der technologischen Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen in der Klebtechnik (siehe Tabelle 3) steht im Zusammenhang mit der Sicherheitsklasse der Klebverbindungen (siehe Tabelle 1) sowie mit dem in Tabelle 4 dargestellten Arbeitsumfang.

Tabelle 4 — Mindestanforderungen an die technologischen Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen in der Klebtechnik für die Klebaufsichtsperson (KAP) und ihre Stellvertretung

Umfang der Arbeiten	Anmerkungen	Klasse S1	Klasse S2		Klasse S3	Klasse S4
Freigabe des Produkt- und Prozessentwurfes in der Entwicklungsphase (Vorproduktion)		Level 1	Level 1 für Produktgestaltung mit Berechnung/Validierung	Level 2 für Produkte ohne Berechnung/Validierung	Level 2	vom Anwenderbetrieb festzulegen
Überwachung der Produktion/Fertigung (in der Produktion und Instandhaltung/ Reparatur ohne Prozessänderungen außerhalb der definierten Prozessdefinition	Bei Neu- oder Umgestaltung und/oder neuen Prozessen oder Prozessänderungen ist zur ersten Zeile dieser Tabelle zurückzugehen	Level 2	Level 2		Level 3	vom Anwenderbetrieb festzulegen
Einbeziehung der KAP in Einkauf, Verkauf, Montage und Unterauftragsvergabe von geklebten Bauteilen und Klebarbeiten	Die Lieferkette muss ein geschlossener, nachvollziehbarer Kreislauf sein, um sicherzustellen, dass jeder Vertragspartner über die erforderlichen Kompetenzen verfügt.	Level 2	Level 2		in den technischen Spezifikationen festzulegen	vom Anwenderbetrieb festzulegen

5.6 Vergleichbarkeit der Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen

Innerhalb der drei Kernelemente dieses Dokumentes (siehe Abschnitt 4, Abschnitt 5 und Abschnitt 6) spielen die Kompetenz, das Wissen und die Erfahrung des Personals für das Kleben (Kernelement 2) die Schlüsselrolle. Die fachgerechte Planung und Ausführung der Klebtechnik sowie die Prüfung von Klebverbindungen (siehe Abschnitt 6) basieren auf diesem Kernelement 2.

Um dieser besonderen Bedeutung gerecht zu werden, werden in diesem Dokument die Anforderungen an die Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen des mit dem Kleben befassten Personals definiert, indem die geforderten Klebkompetenzen beschrieben werden, wobei zwischen umfassenden Kompetenzen (siehe 5.4.2.2), spezifischen Kompetenzen (siehe 5.4.2.3) und Grundkompetenzen (siehe 5.4.2.4) unterschieden wird.

Um die Qualität von Klebverbindungen auf internationaler Ebene mit dem in der Einleitung definierten Anspruch vergleichbar zu machen, verlangt dieses Dokument eine zuverlässige Vergleichbarkeit der Kompetenzen, Kenntnisse und Erfahrungen des mit dem Kleben und seinen Prozessen befassten Personals auf allen Ebenen.

ANMERKUNG Um Kunden, Auftraggebern, Behörden, Zulassungsstellen und anderen interessierten Kreisen gegenüber mit einem Höchstmaß an Sicherheit Fachkompetenzen zu dokumentieren, eröffnet die ISO/IEC 17024 eine Möglichkeit der Vergleichbarkeit des Kompetenznachweises auf nationaler und internationaler Ebene.

5.7 Überwachungs-, Kontroll- und Prüfpersonal

Das Anwenderunternehmen muss über ausreichend fachkundiges Personal für die Planung und Durchführung der Überwachung, Qualitätskontrolle, Prüfung und Inspektion von Klebarbeiten entsprechend den festgelegten Anforderungen verfügen. Die Auswertung der Prüfergebnisse muss in der Regel in der Verantwortung der KAP liegen.

ANMERKUNG Personal, das nach ISO 9712 zertifiziert ist, gilt als ausreichend.

6 Kernelement 3: Auslegung und Nachweis von Klebverbindungen

6.1 Allgemeines

Die Funktionsfähigkeit einer Klebverbindung ist gegeben, wenn alle genannten Anforderungen erfüllt sind. Dies ist nur sichergestellt, wenn alle folgenden Aspekte aufeinander abgestimmt sind und unter Berücksichtigung der Anforderungen angemessen behandelt werden.

ANMERKUNG Eine detaillierte Beschreibung ist in Anhang B bis Anhang F enthalten.

6.2 Zuordnung zu den Sicherheitsklassen

Jede Klebverbindung muss entsprechend den möglichen sicherheitstechnischen Folgen eines Versagens, die in diesem Dokument in 4.1/Tabelle 1 festgehalten sind, einer Sicherheitsklasse zugeordnet werden. Die Sicherheitsklasse muss in Absprache mit der KAP festgelegt und dokumentiert werden.

6.3 Anforderungen an die Klebverbindungen

Die Anforderungen an die Klebverbindungen müssen eingeführt sein und in Abstimmung mit der KAP in allen Organisationsbereichen dokumentiert werden.

Für Klebverbindungen der Sicherheitsklassen S1 und S2 müssen außerdem folgende Anforderungen erfüllt werden:

- es muss ein Verfahren entwickelt und dokumentiert werden, das sicherstellt, dass die Anforderungen aus allen betroffenen Abteilungen ermittelt werden;
- die festgelegten Anforderungen müssen dokumentiert werden (z. B. in einem Lastenheft);
- es muss der Nachweis erbracht werden, dass die KAP die Anforderungen an die Klebverbindung überprüft hat.

ANMERKUNG Die Themen, die bei der Erstellung eines Anforderungsprofils zu berücksichtigen sind, sind in Anhang B und Anhang D aufgeführt.

6.4 Auslegung von Klebverbindungen

Die Größe der Klebflächen, ihre Lage, die Verteilung und die Maße des Klebstoffes zwischen den Fügeteilen nach der Verfestigung des Klebstoffes müssen angegeben und dokumentiert werden.

Für Klebverbindungen der Sicherheitsklassen S1 und S2 müssen außerdem folgende Anforderungen erfüllt werden:

- die Toleranzen der Verbindungen müssen angegeben werden;
- die Einhaltung der Mindest- oder Höchstdicke der Klebschicht muss sichergestellt sein;

- die Lage der Fügeteile zueinander muss eindeutig festgelegt sein, und es müssen Toleranzen angegeben werden;
- die Toleranzen müssen in Abhängigkeit von den Anforderungen an das Klebstoffsystem und das Bauteil oder die Gesamtkonstruktion festgelegt werden.

ANMERKUNG 1 Beispiele für Gestaltungsprinzipien sind in ISO 15785 beschrieben.

ANMERKUNG 2 Ein umfassender Leitfaden für die Auslegung von Klebverbindungen ist in Anhang C enthalten.

6.5 Fügeteile

Die Eigenschaften der Fügeteile und ihr Anlieferungszustand müssen angegeben werden.

Für Klebverbindungen der Sicherheitsklassen S1 und S2 muss außerdem folgende Anforderung erfüllt werden:

- die Konstruktion der Fügeteile, insbesondere ihr Verhalten bei den zu erwartenden Beanspruchungen, muss so spezifiziert und dokumentiert sein, dass sie reproduzierbar hergestellt werden können.

6.6 Klebstoff

Die Art des Klebstoffes, seine Bestandteile, sein Anwendungsbereich und sein Verwendungsort müssen angegeben und aufgezeichnet werden.

ANMERKUNG Die Kriterien für die Auswahl eines Klebsystems sind in Anhang D beschrieben. Die zu definierenden und spezifizierenden Anforderungen (siehe Anhang B) bilden die Grundlage für die Auswahl des Klebstoffes.

6.7 Oberflächenbehandlung

Die Oberflächenbehandlung mit all ihren Phasen, die verwendeten Materialien, der Einsatzort und der Arbeitsablauf müssen angegeben und aufgezeichnet werden.

6.8 Einflussfaktoren auf den Klebprozess

Alle Faktoren, die das Kleben beeinflussen (z. B. Umgebungsbedingungen, Verarbeitungszeiten, Belastungen im Herstellungsprozess), müssen in Zusammenarbeit mit der KAP und der Abteilung für Prozessplanung ermittelt und aufgezeichnet werden.

6.9 Nachweisführung

6.9.1 Allgemeines

Die Nachweisführung ist ein Verfahren, mit dem der Nachweis erbracht werden soll, dass eine Baugruppe oder ein Bauteil den Anforderungen entspricht.

Bei Klebverbindungen der Sicherheitsklassen S1 und S2 muss mindestens eine der folgenden Nachweisverfahren angewendet werden:

- 1) den Nachweis erbringen, dass die Spannungen geringer sind als der Spannungswiderstand;
- 2) Baugruppen-/Bauteilprüfung;
- 3) dokumentierte Erfahrung;
- 4) Kombination der Verfahren 1 bis 3.

Die Verifizierung darf sich nicht nur auf die Festigkeit oder Stabilität unter Betriebsbedingungen beziehen. Sie muss auch Aspekte wie Adhäsion, chemische Beständigkeit und Beanspruchung während der Herstellung umfassen.

6.9.2 Verfahren 1 — reale Beanspruchung < maximale Beanspruchbarkeit

6.9.2.1 Allgemeines

Je nach Qualität der erhaltenen Informationen über Belastung und Tragfähigkeit muss ein Sicherheitsfaktor festgelegt werden; dies muss in transparenter Weise dokumentiert werden. Werden zur Beurteilung der Klebverbindung Laborwerte herangezogen, so muss der Nachweis erbracht werden, dass diese Ergebnisse unter realen Fertigungsbedingungen erzielt wurden (Prozessvalidierung).

Für Klebverbindungen der Sicherheitsklasse S1 muss außerdem die folgende Anforderung erfüllt sein:

Die Prozessvalidierung muss während des gesamten Herstellungszeitraumes in angemessenen, festgelegten Abständen mit geeigneten Verfahren wiederholt werden. Diese Maßnahmen und ihr Umfang müssen von der KAP festgelegt und dokumentiert werden.

6.9.2.2 Beanspruchung

Die Lasten können aus der Liste der Spezifikationen abgeleitet werden. Sie müssen durch Versuche oder Berechnungen ermittelt oder aus Normen oder empirischen Daten oder aus einer Kombination davon entnommen werden. Bei den Belastungen müssen stets Höchstwerte, Expositionszeiten, Umgebungsbedingungen und mögliche kombinierte Wirkungen berücksichtigt werden. Es müssen statistisch gesicherte Informationen über die Qualität, Intensität, Dauer und Häufigkeit der Belastungen während des gesamten Lebenszyklus vorliegen. Das Verfahren, mit dem diese Informationen gewonnen wurden, muss transparent sein und dokumentiert werden.

6.9.2.3 Beanspruchbarkeit

Die Tragfähigkeit von Klebverbindungen muss ausschließlich durch Prüfungen ermittelt werden. Die Prüfungen müssen anhand von Mustern, Testbauteilen oder einem im Betrieb befindlichen Bauteil durchgeführt werden. Sofern nicht ausdrücklich anders angegeben, müssen Klebverbindungen bei der zerstörenden Prüfung ein kohäsives Versagen aufweisen. Das Versagen des Untergrundes muss gesondert betrachtet werden. Wird die Prüfung nicht an einem realen Bauteil wie im Betrieb durchgeführt, so muss in nachvollziehbarer Weise nachgewiesen werden, dass Abweichungen von den Betriebsbedingungen (z. B. beschleunigte Alterung, verwendete Prüfmittel und Kombinationen von Mitteln) geeignet sind, die Klebverbindung für den vorgesehenen Einsatz zu qualifizieren. Die Prüfergebnisse müssen stets ausreichend statistisch ausgewertet werden. Bei den ermittelten Parametern muss es sich um charakteristische Werte mit einer bestimmten Überlebenswahrscheinlichkeit handeln. Die Daten (z. B. Prüfverfahren, Ergebnisse) müssen auf transparente Weise gewonnen und aufgezeichnet werden.

6.9.3 Verfahren 2 — Bauteilprüfung

Unter Bauteilprüfung wird die Prüfung des gesamten Systems oder eines Teiles davon unter tatsächlichen oder den Betriebsbedingungen nachgebildeten Bedingungen verstanden. Die Prüfbedingungen müssen in ihrer Wirkung auf die geklebte Verbindung vergleichbar sein, was nachgewiesen werden muss. Bei der Prüfung von Teilsystemen muss die Wechselwirkung zwischen diesen und dem Gesamtsystem berücksichtigt und überprüft werden, um sicherzustellen, dass die Wechselwirkung die Ergebnisse nicht unangemessen beeinflusst. Für die Bewertung muss ein Versagenskriterium angegeben werden. Die Prüfergebnisse müssen statistisch hinreichend ausgewertet werden. Je nach Kenntnis der Klebverbindung, der Realitätsnähe der Prüfbedingungen und der angewandten statistischen Auswertung muss ein Sicherheitsfaktor in das Versagenskriterium oder die Prüfbedingungen integriert werden. Der gesamte Prozess muss dokumentiert werden. Alle getroffenen Entscheidungen und deren Begründungen müssen dokumentiert werden.