

Berger/Kiefer (Hrsg.)

# DICHTUNGS TECHNIK

**JAHRBUCH 2016**

ISGATEC®



# Klebetchnik

Made in Germany  
**ViscoDuo-P 4/4**

>> ViscoTec Pumpen- u. Dosiertechnik GmbH – 1K- und 2K-Dosiertechnologie  
für hohe Reproduzierbarkeit komplexer Produktionsprozesse.

# Qualitätssicherung – die neue DIN 2304 und ihr Nutzen für die Praxis

**Moderne Industrie-Klebstoffe sind vielfach Hightech-Produkte, deren fachgerechter Einsatz eine Null-Fehler-Produktion im Betrieb ermöglicht. Versagen trotzdem Klebungen, ist dieses Verhalten i.d.R. auf Anwendungsfehler zurückzuführen. Genau hier setzt die DIN 2304 an: Sie regelt die organisatorische Qualitätssicherung und sorgt damit für die Beherrschung von Klebprozessen.**

Die Klebtechnik gilt unbestritten als eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Es gibt kaum einen Industrie- oder Handwerkszweig, in dem sie nicht innovativ eingesetzt wird. Deutschland gilt hierbei weltweit als Technologieführer. Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Klebtechnik ist inzwischen unbestritten [1].

Bei den für den industriellen Einsatz bestimmten Produkten der Klebstoffhersteller handelt es sich um hochwertige Qualitätsprodukte, deren Herstellungsverfahren im normgerechten Sinn „beherrschte“ Prozesse sind. Der – von der Planung bis zum geklebten Produkt – fachgerechte Einsatz dieser Klebstoffe führt i.d.R. zu einer Null-Fehler-Produktion in der Anwendung. Dem widerspricht die Tatsache, dass leider noch zu häufig Klebungen nicht die an sie gestellten Anforderungen erfüllen und es im Gebrauch zu Ausfällen kommt. Objektiv betrachtet beruhen etwa 90% der auftretenden Klebfehler auf klebtechnischer Unkenntnis. Dieser objektiven Tatsache steht gegenüber, dass der Anwender in seiner subjektiven Wahrnehmung natürlich alles richtig gemacht hat (Wer macht schon bewusst Fehler?) und daher ebenso automatisch wie fälschlich die Verantwortung für das Versagen der Klebung dem Produkt „Klebstoff“ zuschreibt: „Da hat der Klebstoff schuld!“ >>1. Genau diesen Widerspruch, dass Klebstoffe einerseits eine Null-Fehler-Produktion ermöglichen und Klebfehler andererseits diese verhindern, nimmt die „neue“ DIN 2304 „Klebtechnik – Qualitätsanforderungen an Klebprozesse“ auf: Wenn der wesentliche Grund für Klebfehler nicht Klebstofffehler sondern Anwendungsfehler sind, muss im Bereich der Anwendung nachgebessert werden.

---

Von Professor Dr. Andreas Groß <sup>1</sup>, Dr. Hartwig Lohse <sup>2</sup>  
Fraunhofer IFAM <sup>1</sup> | [www.kleben-in-bremen.de](http://www.kleben-in-bremen.de)  
Klebtechnik Dr. Hartwig Lohse e.K. <sup>2</sup> | [www.how-do-you-glue.de](http://www.how-do-you-glue.de)



>>1: Reihenweises Versagen der Klebverbindungen nach hoher Windbelastung zwischen Solar-Modulen und Aluminium-Unterkonstruktion infolge gravierender Klebfehler  
(Bild: Klebtechnik Dr. Hartwig Lohse e.K.)



>>2: DIN 2304 – eine branchenunabhängige Anwendernorm für Klebungen jeglicher Art  
(Bild: Fraunhofer IFAM)

Folglich handelt es sich bei der DIN 2304 um eine Anwender-Norm. Sie hat zum konkreten Ziel, klebtechnische Anwendungsprozesse organisatorisch so zu gestalten, dass seitens des Anwenders der gesamte Prozess von der Idee über die Entwicklung bis hin zur Fertigung des geklebten Produkts im normentechnischen Sinne „beherrscht“, also robust und reproduzierbar gestaltet wird. Daneben besteht das übergeordnete Ziel der DIN 2304 darin, das in manchen Bereichen immer noch schlechte Image des Klebens zu relativieren und somit durch qualifiziertere Klebstoffanwendungen die Anwendungsgebiete der Schlüsseltechnologie Kleben qualifiziert weiterzuentwickeln.

Bei der Schaffung der DIN 2304 war man sich durchaus der Problematik bewusst, so unterschiedliche Bereiche wie die industrielle Fertigung einerseits und z.B. das Handwerk andererseits mit einer Norm erschöpfend abzudecken. In der industriellen Fertigung gibt es alles, von der Losgröße Eins bis zur Großserie mit vielen Tausend identischen Teilen. Im Handwerk dominiert eher die Kleinserie oder die Einzelfertigung. Andererseits ist es aber nicht erklärbar, warum hinsichtlich der sicheren Haltbarkeit einer Klebung, z.B. an einem serienmäßig gefertigten Bauteil andere Anforderungen als an eine Einzelfertigung des gleichen Bauteils gestellt werden sollten.

>>3: Kerngedanke der ISO 9001: Beherrschung der Prozesse durch ein umfassendes Qualitätsmanagementsystem (Bild: Fraunhofer IFAM)



Aus diesem Grund gilt die DIN 2304 bewusst nicht nur für alle Klebstoffklassen – unabhängig von ihren Festigkeits- und Verformungseigenschaften – und Werkstoffkombinationen, sondern auch für alle Branchen und jegliche Klebungen >>2, deren Hauptfunktion in der Übertragung mechanischer Lasten besteht. Um trotzdem den jeweiligen Besonderheiten gerecht zu werden, ist vorgesehen, bei der konkreten Anwendung der Norm spezifische Umsetzungshinweise zu erstellen und zu dokumentieren. Diese ergänzen die DIN 2304 und geben den Betrieben auf ihre jeweiligen Belange zugeschnittene Hilfestellung.

### Kerngedanke der ISO 9001

Die Basis der DIN 2304 bildet die ISO 9001. Ganz abgesehen davon, dass in der Industrie der Ruf der ISO 9001 gelitten hat, ihr Kerngedanke ist und bleibt ebenso einfach wie genial: Wenn ein Fertigungsschritt oder ein fertiges Produkt nicht zerstörungsfrei einhundertprozentig auf etwaige Fehler geprüft werden kann, es sich also um einen „speziellen Prozess“ handelt, müssen auf dem Weg zum fertigen Produkt alle Fehlermöglichkeiten ausgeschlossen und der Prozess dadurch „beherrscht“ werden >>3.

Auf Basis der Prämisse, dass der Klebstoff ein Qualitätsprodukt ist, welches bei fachgerechtem Einsatz von sich aus eine Null-Fehler-Produktion ermöglicht, heißt das nichts anderes, als dass auf dem Weg zum geklebten Produkt alle Anwendungsfehlermöglichkeiten ausgeschlossen werden müssen.



>>4: ISO 9001 - technische und organisatorische Qualitätssicherung als „Umweg“ zur Sicherstellung der Produktqualität bei speziellen Prozessen, weil Qualität nicht zu einhundertprozentig zerstörungsfrei prüfbar ist (Bild: Fraunhofer IFAM)

Folglich hat das oft gescholtene Qualitätsmanagementsystem (QMS) der ISO 9001 vom Grundsatz her zum Ziel, Fehlermöglichkeiten in der Anwendung möglichst auszuschließen. „Fehlerprophylaxe“ bei den „speziellen Prozessen“ durch Umsetzung des QMS heißt die Zauberformel. Spezielle Prozesse gemäß ISO 9001 umfassen genau die Fertigungsschritte bzw. Produkte, die eben nicht einhundertprozentig zerstörungsfrei zu prüfen sind. Und wenn etwaige Fehler nicht nachgewiesen werden können, müssen sie halt vermieden werden.

Ein Gedanke übrigens, der in der im Vergleich zum Kleben wesentlich jüngeren Schweißtechnik längst verinnerlicht ist. Die Schweißtechnik war der eigentliche Grund, den Begriff „spezieller Prozess“ zu kreieren und ihn in die ISO 9001 aufzunehmen.

### Qualitätssicherung auf Basis der ISO 9001

Abstrakt betrachtet setzt sich die Qualitätssicherung von Prozessen und Produkten in einem Betrieb aus den Bereichen „Technische Qualitätssicherung“ und „Organisatorische Qualitätssicherung“ zusammen >>4.

Die „Technische Qualitätssicherung“ dient der Absicherung technischer Unwägbarkeiten im Prozess und umfasst – ob akkreditiert bzw. normiert oder nicht – alle Prüftechniken, Prüfverfahren, Prüfbedingungen, Versuchsdurchführungen, Probekörper etc., die prozessvorgelagert, prozessintegriert und prozessnachgelagert zur Qualitätscharakterisierung des Endproduktes herangezogen werden >>5.

>>5: Prozessvorgelagerte, -integrierte und -nachgelagerte Qualitätssicherung  
(Bild: Fraunhofer IFAM)



Die „Organisatorische Qualitätssicherung“ dient der Absicherung organisatorischer Unwägbarkeiten in der Fertigung und bezieht alle qualitätssichernden Normen, Richtlinien, Vorgaben und Maßnahmen zur Gestaltung und Umsetzung von Prozessen und Fertigungsschritten sowie den notwendigen personellen, geräte- und raumtechnischen sowie organisatorischen Aufbau von Betrieben ein (Klebspersonal und dessen Verantwortungen, Gestaltung der Räumlichkeiten, Gerätetechnik, Beschreibung betrieblicher Abläufe und Schnittstellendefinition, Fehlerlenkung, Dokumentation etc.).

Natürlich hat die ISO 9001 ihre Grenzen, legt sie doch lediglich die Mindestanforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem (QMS) fest. Dieses wird (formal) zertifiziert und nicht (fach-) inhaltlich der dahinterstehende (Anwendungs-) Prozess. Sie legt zwar die Basis der Qualitätssicherung, ist aber als alleiniges Qualitätssicherungsinstrument zu allgemein. Sie muss konkretisiert werden, wozu es fachspezifischer Regelwerke wie z.B. Normen bedarf, die qualifiziert die Strukturen einer „Organisation“ – also eines klebtechnischen Anwenderbetriebes - hinsichtlich einer fachgerechten Technologieanwendung organisatorisch festlegen.

### DIN 2304 – eine Norm für Anwender

Genau an dieser Stelle, wo es die ISO 9001 für die klebtechnische Anwendung zu konkretisieren gilt, setzt die neue DIN 2304 „Klebtechnik – Qualitätsanforderungen an Klebprozesse“ inhaltlich an. Sie legt den im Produktsicherheitsrecht verbindlichen derzeitigen Stand der Technik für die Organisation der fachgerechten Umsetzung klebtechnischer Prozesse im Betrieb fest und ist dabei branchen- und produktübergreifend auf die Herstellung von Klebungen mit der Hauptfunktion der Übertragung mechanischer Lasten ausgerichtet.

- 1 Anwendungsbereich: alle Klebungen – bei denen die Übertragung mechanischer Lasten eine Hauptfunktion darstellt**
- 2 Normative Verweisungen**
- 3 Begriffe**
- 4 Auswahl der klebtechnischen Anforderungen (Sicherheitsanforderungen)**
- 5 Anforderungen an die Prozesskette**
  - 5.1 Infrastruktur: Fertigungsumgebung, Ausstattung der Fertigungsstätte, Transport, Infrastruktur, Instandhaltung und Anpassung**
  - 5.2 Personal: Klebaufsicht (KAP)**
  - 5.3 Vertragsprüfung**
  - 5.4 Entwicklungsprozess und Konstruktion: Allgemeines, Einteilung in die Stufen, Anforderungen an Klebverbindungen, Gestaltung von Klebverbindungen, Fügeteile, Klebstoff, Oberflächenbehandlung, Klebablauf, Nachweisführung**
  - 5.5 Unterauftragsvergabe: Grundsätze. Entscheidung über Unterauftragsvergabe, Beschaffungsangaben/-dokumentation, Lieferantenauswahl und Vertragsverhandlung, Lieferantenmanagement**
  - 5.6 Prozessplanung: Einbindung in den Gesamtfertigungsprozess, Arbeitsumgebung, Arbeitsfolge und Fertigungstechnologie, Planen von Fertigungshilfsmitteln (FHM), Prozessfreigabe**
  - 5.7 Lagerung und Logistik (Fügeteile, Kleb- und Klebhilfsstoffe): Wareneingangskontrolle, Lagerung, innerbetrieblicher Transport**
  - 5.8 Fertigung: Vorbereitung, Vorbehandlung, Applikation, Kleben, Verfestigung, Überwachung**
  - 5.9 Nacharbeit, Reparatur und (vorbeugende) Instandsetzung**
  - 5.10 Überwachung von Mess-, Prüf-, und Fertigungshilfsmitteln**
  - 5.11 Arbeitssicherheit und Umweltschutz**
  - 5.12 Qualitätsmanagement**

>>6: Inhalte der DIN 2304 „Prozesskette Kleben“ [2]

Ihrer Konkretisierungswirkung kommt die DIN 2304 exakt nach, indem sie die Anforderungen an eine qualitätsgerechte Ausführung von Klebverbindungen entlang der gesamten Prozesskette Kleben von der Entwicklung über die Fertigung bis zur Instandhaltung festschreibt und allgemeine organisatorische, vertragliche und fertigungstechnische Grundlagen für die Herstellung klebtechnischer Verbindungen festlegt >>6.

Neben den im Folgenden weiter erläuterten drei Kernelementen der DIN 2304:

- der Klassifizierung der Klebungen nach Sicherheitsanforderungen
- der Einsetzung von Klebaufsichtspersonal (KAP)
- der Nachweisführung, dass über den gesamten Lebenszyklus einer Klebverbindung die auftretenden Beanspruchungen stets kleiner als ihre Beanspruchbarkeit sind

wird – außerhalb der Norm – mit

- der Betriebszertifizierung nach DIN 2304

den Klebstoff verarbeitenden Betrieben eine Perspektive eröffnet, die normgerechte Qualität ihrer klebtechnischen Anwendung nachweisen und dokumentieren zu lassen. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass derartige Kernelemente und Betriebszertifizierungen kein Novum sind. Beispiele dafür sind u.a. die DIN 6701 für das Kleben (s.u.) und die EN 15085 für das Schweißen jeweils im Schienenfahrzeugbau.

### **Kernelement 1: Klassifizierung der Klebungen**

Gemäß DIN 2304 werden grundsätzlich alle Klebungen in die Sicherheitsklassen S 1 bis S 4 eingeteilt:

- S 1 – hohe Sicherheitsanforderungen
- S 2 – mittlere Sicherheitsanforderungen
- S 3 – geringe Sicherheitsanforderungen
- S 4 – keine Sicherheitsanforderungen

Vereinfacht gesagt erfolgt die Einstufung, die der verantwortliche Konstrukteur bzw. Bauteilverantwortliche vorzunehmen hat, auf Basis der Folgenabschätzung, sollte die Klebung versagen. Anders ausgedrückt heißt das, die Einstufung der Klebung erfolgt hinsichtlich potenzieller Auswirkungen auf das Versagen der Hauptfunktion der Übertragung mechanischer Lasten, unabhängig von den Festigkeits- und Verformungseigenschaften des im jeweiligen Fall eingesetzten Klebstoffs.

Weitere Anforderungen wie z.B. Lebensmitteltauglichkeit, Brandschutzbestimmungen, Einhaltung von Emissionsvorschriften und auch hinsichtlich der Arbeitssicherheit bei der Ausführung der Klebung werden für die Klassifizierung innerhalb dieser Norm nicht betrachtet. Hierfür existieren bereits andere Normen, Vorschriften und Regelwerke.

Die Sicherheitsanforderungen hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf die o.g. Funktionen sind wie folgt definiert [2]:

- S1 – hohe Sicherheitsanforderung – das Versagen der Klebverbindung bedeutet mittel- oder unmittelbar eine unabwendbare Gefahr für Leib und Leben und führt zu einem Ausfall der Funktionalität, deren Auswirkungen höchstwahrscheinlich eine unabwendbare Gefahr für Leib und Leben darstellen.
- S2 – mittlere Sicherheitsanforderung – das Versagen der Klebverbindung kann Leib und Leben gefährden, führt zu einem Ausfall der Funktionalität, deren Auswirkungen wahrscheinlich mit Schäden gegenüber Personen oder großen Umweltschäden verbunden sind und verursacht einen Ausfall der Funktionalität, deren Auswirkungen höchstwahrscheinlich mit weitreichenden Vermögensschäden verbunden sind.
- S3 – geringe Sicherheitsanforderung – das Versagen der Klebverbindung führt zu einem Ausfall der Funktionalität, deren Auswirkungen wahrscheinlich nicht mit Schäden gegenüber Personen oder großen Schäden an der Umwelt verbunden sind. Oder es führt zu einem Ausfall der Funktionalität, deren Auswirkungen maximal mit Komfort- oder Leistungseinbußen verbunden sind. Bei einem Ausfall der Funktionalität sind die Auswirkungen wahrscheinlich nicht mit größeren Vermögensschäden verbunden.
- S4 – keine Sicherheitsanforderung – das Versagen der Klebverbindung führt zu einem Ausfall der Funktionalität, bei deren Auswirkungen unter vorhersehbaren Bedingungen nicht mit Schäden gegenüber Personen oder der Umwelt verbunden sind. Oder sie führt zu einem Ausfall der Funktionalität, deren Auswirkungen ausschließlich mit Komfort- oder Leistungseinbußen verbunden sind bzw. zu einem Ausfall der Funktionalität, deren Auswirkungen nicht mit größeren Vermögensschäden verbunden sind.

Die DIN 2304 ersetzt dabei keine anerkannten und bestehenden Regelwerke zur bisherigen Klebstoffanwendung. Im Zweifelsfall wird grundsätzlich immer die höchste geforderte Sicherheitsstufe angenommen.

### **Kernelement 2: Klebaufsichtspersonal (KAP)**

Bei dem seitens des Anwenderbetriebes zu benennenden Klebaufsichtspersonals (KAP) handelt es sich um Mitarbeiter, die im Betrieb Verantwortung für die Klebtechnik und damit verbundene Tätigkeiten tragen. Ihre Eignung und ihre fachspezifischen Kenntnisse z.B. durch Schulungen, Ausbildung und/oder entsprechende Erfahrung müssen nachgewiesen werden und dokumentiert sein. Das Klebaufsichtspersonal (KAP) ist im Betrieb die zentrale Ansprechstelle für alle qualitätsbeeinflussenden Faktoren des „speziellen Prozesses“ Kleben – von der Planung über die Fertigung bis zur Instandhaltung und Reparatur. Der Anwenderbetrieb

muss gemäß DIN 2304 ausreichendes und befähigtes Personal für die genannten Aufgaben vorhalten und ihre Benennung dokumentieren. Als Nachweis klebspezifischer Qualifikation zur Rechtfertigung der Benennung als KAP kann in Abhängigkeit zur Klebungsklassifizierung (Kernelement 1) die berufliche Ausbildung (Schreiner, Bodenleger, Maler o.a.) oder berufsbegleitende Weiterbildungen (z.B. Klebpraktiker, Klebfachkraft, Klebfachingenieur) herangezogen werden.

### **Kernelement 3: Nachweisführung**

Dass eine Klebverbindung so zu bemessen ist, dass ihre Beanspruchung stets kleiner ist als die Beanspruchbarkeit, ist Stand der Technik - nicht nur beim Kleben, sondern bei allen anderen Verbindungstechniken und darüber hinaus. Neu im Rahmen der DIN 2304 ist, dass dieses unter Mitwirkung des Klebaufsichtspersonals (KAP) sichergestellt und die Nachweisführung nachvollziehbar dokumentiert werden muss. Die Nachweisführung selbst kann auf folgenden vier Wegen erfolgen.

#### **Bemessung**

Auf Basis des zu erstellenden Anforderungsprofils wird die Beanspruchung durch Versuche, Berechnungen, Standards, Realdaten oder einer Kombination daraus ermittelt und dokumentiert. Die Beanspruchbarkeit ist versuchstechnisch in angemessener Statistik unter Berücksichtigung von Alterungen, Testmedien, Wirkkombinationen u.a. zu ermitteln. Dabei ist sicherzustellen, dass Laborergebnisse den unter realen Fertigungsbedingungen erreichbaren Ergebnissen entsprechen. Die Versuche können an Probekörpern, als Bauteilversuche oder am Realteil erfolgen. Realistisch im Bauteil auftretende Spannungen und Dehnungen werden für jede Klebverbindung berechnet und mit zulässigen Spannungen bzw. zulässigen Dehnungen verglichen. Die Datenermittlung muss nachvollziehbar sein und ebenfalls dokumentiert werden. Gleiches gilt für den Vergleich Beanspruchung/Beanspruchbarkeit.

#### **Bauteilprüfung**

Die Bauteilprüfung kann durch Prüfen eines Gesamtsystems oder eines Teilsystems unter Realbedingungen oder unter Bedingungen, die der Realität nachempfunden sind, erfolgen. Hierbei müssen die Testbedingungen in Bezug auf ihre Wirkung auf die Klebverbindung nachweislich eine vergleichbare Wirkung auf das Gesamtsystem zeigen. Bei Teilsystem-Prüfungen ist zusätzlich die gegenseitige Beeinflussung zwischen Teilsystem und Gesamtsystem zu betrachten und nachzuweisen, dass diese das Ergebnis nicht unzulässig verfälscht. Ein Versagenskriterium zur Versuchsauswertung inklusive eines integrierten Sicherheitsfaktors ist zu definieren. Der gesamte Prozess ist nachvollziehbar zu dokumentieren.

### Dokumentierte Erfahrung

Ein Nachweis aufgrund von Erfahrungswerten ist grundsätzlich genauso möglich. Dafür ist nachvollziehbar nachzuweisen, dass sich die Konstruktion bewährt hat. Die Übertragbarkeit auf die im Betrieb befindliche Klebverbindung ist – ebenfalls nachvollziehbar – zu dokumentieren.

### Kombination aus den obigen Nachweismethoden

Der Nachweis der Kombination oben beschriebener Wege stellt sicher, dass alle Anforderungen in geeigneter Weise zu bewerten sind und dass die einzelnen Bestandteile des Nachweises kompatibel zueinander sind. Der Prozess ist ebenfalls nachvollziehbar zu dokumentieren.

### Perspektive: Zertifizierung gemäß DIN 2304

Grundsätzlich verschafft die DIN 2304 Anwenderbetrieben die Möglichkeit, sich gemäß dieser Norm zertifizieren zu lassen. Im Gegensatz zu einer Betriebsauditierung, einem Prozessreview oder einer Begutachtung verschafft die Zertifizierung nach DIN 2304 dem Betrieb gegenüber Auftraggebern den Vertrauensvorschuss, Klebungen grundsätzlich wie in der DIN 2304 festgelegt, und damit nach dem derzeitigen Stand der Technik, fachgerecht auszuführen. Dies ist der grundsätzliche Unterschied zu den genannten Audits, Reviews oder Begutachtungen, die ohne Zertifizierung abschließen und lediglich Momentaufnahmen sind. Sie bestätigen, dass am Audittermin der Anwenderbetrieb nach DIN 2304 gearbeitet hat, geben aber definitiv keine Auskunft darüber, was vorher geschah oder nachher geschehen wird. Dagegen dokumentiert die Betriebszertifizierung nach DIN 2304, dass der Anwenderbetrieb auch in den Zeiten zwischen Erst-Zertifizierung, Überwachungsaudit und Re-Zertifizierungen nach den in der DIN 2304 festgelegten Regularien klebtechnisch arbeitet. Dieser fundamentale Unterschied zwischen Auditierung und Zertifizierung wiegt umso schwerer, da der Klebstoffhersteller im Anwenderbetrieb hinsichtlich des fachgerechten Einsatzes seiner Produkte keine Entscheidungskompetenz besitzt und lediglich beratend tätig sein kann.

Diese Betriebszertifizierungen, die derzeit noch ausschließlich auf zivilrechtlicher Basis erfolgen, können von Zertifizierungsstellen durchgeführt werden, die von der Deutschen Akkreditierungsgesellschaft (DAkkS) nach DIN EN ISO 17065 offiziell für Zertifizierungen nach DIN 2304 akkreditiert sind.

Sicher ist, dass es auch in Zukunft definitiv keine Klebstoffzertifizierung nach DIN 2304 geben wird. Der Klebstoff stellt lediglich nur ein Glied in der Prozess-

kette Kleben dar und die Qualität einer Klebung wird anwendungsspezifisch von einer Vielzahl von weiteren Parametern >>5 bestimmt. Die Praxis zeigt immer wieder, dass Klebungen an nahezu identischen Bauteilen mit identischen Anforderungen durchaus mit sehr unterschiedlichen Klebstoffsystemen erfolgreich durchgeführt werden können.

### **DIN 6701 – ein Erfolgsmodell**

Die Entwicklungsperspektive des Klebens im Schienenfahrzeugbau für das 21. Jahrhundert und ihre notwendige Strukturierung hat das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) um die Jahrtausendwende veranlasst, nach der erfolgreichen Fertigstellung der DIN 6700 für das Schweißen im Schienenfahrzeugbau die Entwicklung der DIN 6701 „Kleben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen“ zu initiieren. Mit Ausnahme des Holzverarbeitungsbereichs wurde mit dieser Norm erstmalig eine verbindliche DIN zur Qualitätssicherung der klebtechnischen Anwendung geschaffen.

Mit der Normenreihe DIN 6701 „Kleben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen“ und ihrer Verknüpfung mit der ISO 9001 liegt ein von Klebstoffanwendern, deren Kunden, Klebstoffherstellern und dem Eisenbahnbundesamt als Initiator gleichermaßen akzeptiertes Erfolgsmodell vor. Es zeigt, wie die eingangs dargestellte organisatorische Qualitätssicherung erfolgreich umgesetzt werden kann. Das wird dadurch unterstrichen, dass die ursprünglich auf Deutschland ausgerichtete Normenreihe DIN 6701 mittlerweile international als Grundlage für Klebprozesse dient und derzeit durch Überführung in eine Europäische Norm (EN) internationalisiert wird. Die klebtechnischen Anwenderbetriebe im Schienenfahrzeugbau haben sich auf Basis der ISO 9001 personal-, geräte- und raumtechnisch sowie organisatorisch entsprechend der DIN 6701 aufgestellt. Die inzwischen langjährige – und internationale – Erfahrung mit der DIN 6701 zeigt, dass die oben genannten Aufwändungen, die der Anwenderbetrieb anfangs tätigen muss, zweifelsohne leistbar sind und sich bereits mittelfristig sowohl technologisch als auch ökonomisch auszahlen. Mittlerweile sind 469 Betriebe – rund um die Welt – nach DIN 6701 zertifiziert – Tendenz steigend (Stand: 31.05.2015). Bei der Erstellung der DIN 2304 wurde daher der prinzipielle Aufbau mit den drei genannten Kernelementen „Klassifizierung der Klebverbindungen“, „Klebaufsichtspersonal“ und „Nachweisführung“ sowie als Perspektive eine freiwillige „Betriebszertifizierung“ übernommen.

### Fazit

Die Qualität der heutigen Klebstoffprodukte ermöglicht bei fachgerechtem Einsatz der Klebstoffe eine Null-Fehler-Produktion. Die Tatsache, dass es trotzdem immer wieder zu Klebfehlern kommt, führt zu der Schlussfolgerung, dass das Optimierungspotenzial eindeutig im Bereich der Klebstoffanwendung liegt. Anders ausgedrückt: Die Qualität des Klebstoffanwendungsprozesses muss der Qualität des Klebstoffherstellungsprozesses angepasst werden.

Solange es jedoch für klebtechnische Anwendungsprozesse keine einhundertprozentige zerstörungsfreie Prüftechnik gibt und es sich somit beim Kleben gemäß ISO 9001 um einen „speziellen Prozess“ handelt, ist der in ISO 9001 gelegte und in der DIN 2304 konkretisierte Weg der Fehlerprophylaxe über ein umfassendes QMS zur „Beherrschung der Klebprozesse“ alternativlos. Klebtechnische Qualitätssicherung in der Anwendung – fachgerecht eingesetzt und durch Zertifizierungen dokumentiert – minimiert Fehler, spart Geld, schafft Vertrauen, erhöht dadurch den erfolgreichen Einsatzumfang der Klebtechnik und verbessert gleichzeitig das Image des Klebens nachhaltig. Die angesprochene DIN 6701 beweist das.

### Literatur

[1] Handbuch Klebtechnik 2014, <http://www.springer.com/gpbook/9783658069735>

[2] DIN 2304, Beuth Verlag, 2015

## Mit uns kommen Sie schneller ans Ziel – Technisches Consulting



**Stets informiert über aktuelle Entwicklungen,  
erarbeiten wir die technisch und wirtschaftlich optimierte Lösung.**

### **Konstruktions- und Entwicklungsbereiche**

- ❑ Teilekonstruktion und -modifikation
- ❑ Werkstoffspezifikation
- ❑ Verarbeitungstechnik, Prozessoptimierung
- ❑ Lieferantenqualifizierung,  
Qualitätsmanagement

### **u.a. für**

- ❑ Statische Dichtsysteme
- ❑ Dynamische Dichtsysteme
- ❑ Klebtechnik und  
Flüssigdichtsysteme
- ❑ Formteile und Profile

**Rufen Sie uns an! Telefon: +49 (0) 621-717 68 88-0**

**DICHTEN KLEBEN ELASTOMER**

**WWW.ISGATEC.COM**