

# adhäsion

KLEBEN+  
DICHTEN

Das Fachmagazin für industrielle Kleb- und Dichttechnik

<b>Titel</b> Normentwurf DIN 2304-2 zum Kleben im Schiffbau	<b>Marktübersicht</b> Hilfsstoffe für die Klebstoffformulierung	<b>Anwendungen</b> Epoxidharz-Systeme im Einsatz auf hoher See
---	---	--



Kleben im Schiffbau

**Strategien zur Etablierung der  
Klebtechnik im Schiffbau**

# Titel



© James Steidl - Fotolia

# Normentwurf DIN 2304-2 zum Kleben im Schiffbau

Im Oktober 2020 hat das Deutsche Maritime Zentrum den DMZ-Ausschuss „Kleben im Schiffbau“ ins Leben gerufen, um einen Qualitätsstandard für den Einsatz von Klebtechnologien im Schiffbau zu erarbeiten. In Zusammenarbeit mit den Branchenexperten und dem Deutschen Institut für Normung wird nun auf Basis der geltenden DIN-, CEN- und ISO-Qualitätssicherungsdokumente zur Klebtechnik eine DIN-Norm zum „Kleben im Schiffbau“ erstellt.

Peipei Wang

Neben traditionellen Fügeverfahren wie dem Schweißen wird das Kleben immer mehr als Verbindungstechnik im Schiffbau eingesetzt. Die Klebtechnik ermöglicht auch in diesem Anwendungsbereich unterschiedlichste Materialkombinationen langzeitbeständig und sicher zu fügen und bietet gleichzeitig eine hohe Flexibilität in der Fertigung. Aktuell werden im Schiffbau Klebtechnologien bei Verglasungen, beim Verbinden faserverstärkter Kunststoffbauteile wie Schanzkleider, Verkleidungen oder Decksmöbel, aber auch im Bereich der Fundamentierung von Ausrüstungsgegenständen und im Maschinenraum wie zum Beispiel geklebte Halterungen für Rohr- oder Signalleitungen eingesetzt. Seitens der Werften besteht der Wunsch nach einem höheren Anteil lastübertragender Klebverbindungen an den Herstellungsprozessen, damit diese flexibler gestaltet werden können. Dies erfordert die Definition einheitlicher Standards und Prozesse, um eine verstärkte Anwendung des Klebens als Füge-technologie im Schiffbau zu ermöglichen.

## Vorteile des Klebens für den Schiffbau

Die Klebtechnik bietet auch im Schiffbau gegenüber den herkömmlichen Befestigungsmethoden wie Nieten, Bohren und Gewindeschneiden, Löten oder Schweißen erhebliche Vorteile in Bezug auf Kosten, Ergewicht, Zeit, Leistung und Ästhetik. Dies gilt sowohl für die ersten Bauphasen als

auch für die Renovierung und Modernisierung von Schiffen. Die Klebtechnik führt zu einer Gewichtsreduzierung und bietet einen größeren Gestaltungsspielraum für leichte Schiffskonstruktionen. Klebverbindungen sind zudem auch in hochkorrosiven Umgebungen beständig.

Ein wesentlicher Vorteil der Klebtechnologie liegt in der Vielfalt der verfügbaren Klebstoffe. Damit lassen sich unterschiedlichste Materialkombinationen langzeitbeständig und sicher fügen [1]. So können, anders als beim Schweißen, auch Faserverbundbauteile mit Stahlbauteilen verbunden werden. Durch die große Bandbreite an verfügbaren Klebstoffen ist es zudem möglich, ein Material zu wählen, das nicht nur für Materialkombinationen, sondern auch für andere Aspekte der zu verbindenden Konstruktion wie beispielsweise mechanische Kennwerte oder Prozessparameter wie UV- und Witterungsbeständigkeit besonders geeignet ist [2]. Kleben ist damit eine sogenannte Enabler-Technologie für Leichtbaukonstruktionen im stahlbasierten Schiffbau. Darin liegt einer der Hauptgründe für den Einsatz der Klebtechnologie beim Bau von Schiffen (*Bild 1*).

Die Verwendung von Klebstoffen im Schiffbau kann die Übertragung von Schall und Schwingungen in der Gesamtkonstruktion reduzieren. Durch die Verklebung des Decks mit einem Aufbau können beispielsweise die Schwingungen im Aufbau gedämpft werden. Der Einsatz von Klebstoff ermöglicht Veränderungen an der restli-

chen Konstruktion, die zu einer Materialeinsparung führen. Klebverbindungen können oft die Funktion des Verbindens und Abdichtens gleichzeitig übernehmen, während andere Füge-technologien neben der mechanischen Verbindung eine zusätzliche Dichtung erfordern. Nicht zuletzt können durch den Einsatz der Klebtechnologie Korrosionsprobleme vermieden werden, wie sie bei Füge-techniken mit metallischen Verbindungselementen auftreten [3]. Wenn es darum geht, unterschiedliche Materialien zu verbinden, sind Klebstoffe weitaus besser als andere Technologien geeignet, eine sichere und langzeitbeständige Verbindung zu gewährleisten und gleichzeitig die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Komponenten auszugleichen. So können sich beispielsweise die thermischen Ausdehnungen verschiedener Trägermaterialien auf die Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit einer geschweißten oder mechanischen, das heißt geschraubten Befestigung auswirken. Weitere Überlegungen betreffen die Vibrationsfestigkeit der mechanischen Verbindungen, die im Laufe der Zeit abnehmen und zu einer Lockerung der Verbindung oder zu einer möglichen Verschlechterung einer Schweißverbindung durch Ermüdungserscheinungen führen kann. Auch sind geklebte Verbindungen oft wesentlich widerstandsfähiger gegen Feuchtigkeit und Salzkorrosion als solche, die mit mechanischen Befestigungen auf Metallbasis gesichert sind [4].



**Bild 1** Vorteile des Klebens für den Schiffbau

Für den Gesamtprozess der Schiffsfertigung bietet Kleben den Vorteil, dass es anders als Hochtemperaturarbeiten wie das Schweißen eine sogenannte „kalte“ Fügechnik ist. Es werden also beim Kleben allgemein keine Temperaturen erzeugt, die zu einer Beschädigung von Primern, Beschichtungen oder der zu fügenden Werkstoffe führen. Auch besteht kein Risiko einer Entzündung anderer Materialien durch Hitzeentwicklung oder Funkenflug. Somit kann nach dem Abschluss der Hochtemperaturarbeiten mit der Klebtechnologie auf Änderungen in einer späten Herstellungsphase mit reduziertem Aufwand flexibel reagiert werden, ohne dass die genannten negativen Nebeneffekte eintreten. Zudem kann das Fügeverfahren für eine Vielzahl von Substraten verwendet werden, inklusive bereits beschichteter Oberflächen. Folglich sind kurzfristige Änderungen im Innenausbau möglich. Diese Faktoren machen Kleben im Schiffbau zu einer effizienten Fügemethode in jedem Stadium des Fertigungsprozesses.

Ein weiterer Vorteil der Klebtechnik im Schiffbau ist die Fähigkeit, in gewissem Maß toleranzausgleichend zu wirken [5]. Die Klebschichtdicke kann ohne Beeinträchtigung von Sicherheit und Langzeitbeständigkeit in sinnvollen Grenzen variiert werden und somit schwankende Spaltmaße leichter ausgleichen als andere Fügemethoden. Außerdem fällt beim Kleben, anders als beim Schweißen, kein Feinstaub an.

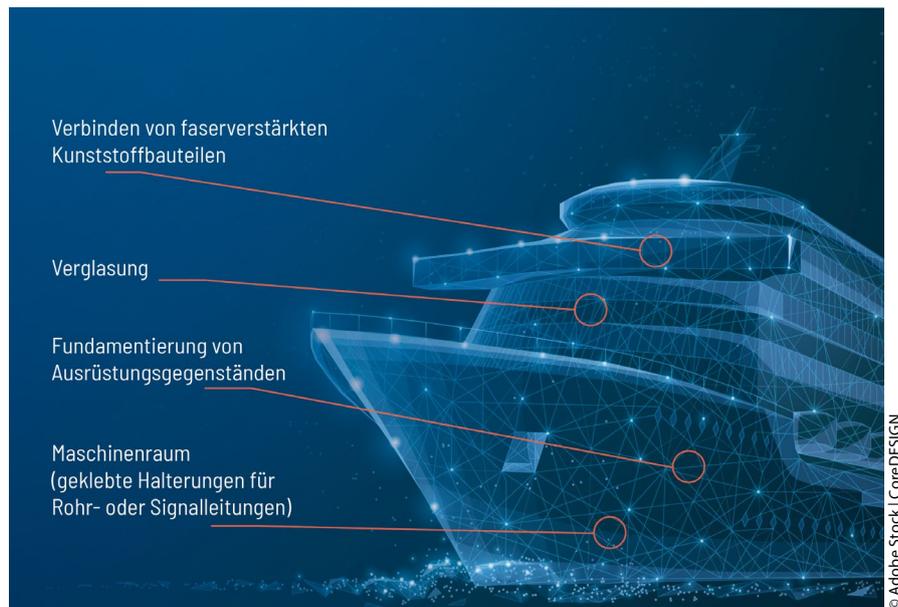
**Auswahl aktueller Klebanwendungen im Schiffbau**

Inspiziert durch die erfolgreiche Anwendung der Klebtechnik als Füge-technologie in anderen Branchen wie Automobil-, Schienenfahrzeug-, Windkraftanlagen- oder Flugzeugbau sind die Beteiligten im Schiffbau daran interessiert, Klebtechnologie verstärkt einzusetzen. Immer häufiger wird die Klebtechnik bei der Ausrüstung und im Innenausbau eingesetzt, vor allem bei Spezialanfertigungen wie Jachten, Kreuzfahrt- und Passagierschif-

fen (Bild 2). Auch im Schiffbau findet sie produktübergreifend als „kalte Lösung“ Anwendung, bei der keine thermischen Verformungen oder sonstigen Beeinträchtigungen der Füge-teile entstehen.

Das Kleben von Fensterscheiben ist bereits fest etabliert. Für verschiedene Verbindungen im Ausrüstungsbereich wird die Klebtechnik bereits eingesetzt, es besteht hier jedoch noch Potenzial für eine Erweiterung der Einsatzfelder. Insbesondere bei lastübertragenden Verbindungen ist die Technologie im Schiffbau bislang eher Gegenstand von Forschungsprojekten als in praktischer Anwendung. Im Schiffbau ist der Einsatz der Klebtechnologie anders als beispielsweise bei der Schweißtechnologie wenig automatisiert, denn üblicherweise sind Schiffe Einzelanfertigungen. Spezielle Anwendungen der Klebtechnologie, wie beispielsweise die Montage von Halterungen, kommen jedoch auch bei unterschiedlichen Schiffen wiederholt vor, so dass der Prozess in gewissem Maß standardisiert werden könnte.

Deshalb wurden alternative Basisbefestigungen für Installationssysteme entwickelt, die die Klebmontage auf unbeschichteten und beschichteten Oberflächen erlauben (Bild 3). Dies ermöglicht die schnelle und kosteneffiziente Installation einer Vielzahl von Komponenten wie Rohrleitungen, Kabelhalterungen sowie Verkleidungen und bietet sich als nachträgliche Installationslösung auf bereits endbeschichteten Oberflächen an. Der Anwender profitiert von einem enormen Zeitgewinn



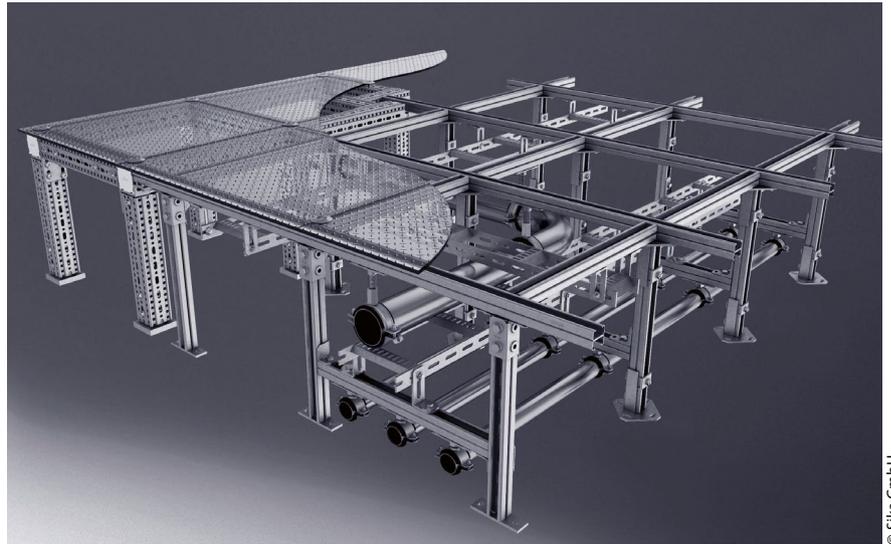
**Bild 2** Aktuelle Anwendungsbeispiele im Schiffbau

und einer Flexibilität in der Ausrüstung im Innen- und Außenbereich von Schiffen und anderen maritimen Strukturen.

### Der Anfang – der Ruf der Branchenmitglieder

Bereits im Vorlauf zum eingangs erwähnten Arbeitsausschuss hatte das Deutsche Maritime Zentrum e. V. (DMZ) eine Studie [6] zum Thema „Kleben im Schiffbau“ in Auftrag gegeben. In dieser Studie zum aktuellen internationalen Stand der Technik, Entwicklung und Anwendung von Klebverbindungen in der Schiffsfertigung wurde von der befragten Fachgruppe die geltende deutsche und internationale Vorschriftenlage als größtes Hindernis für den verstärkten Einsatz der Klebtechnologie im Schiffbau identifiziert.

Die Definition einheitlicher Qualitätsstandards und Prozesse ist notwendig, um das Kleben als Fügetechnologie im Schiffbau stärker etablieren zu können. In der oben genannten Studie wurden bereits eine erste Struktur und Inhalte für ein Qualitätsdokument „Kleben im Schiffbau“ vorge-



**Bild 3** Installationsraster (Systemunterbau) im Schiff

© Sika GmbH

schlagen, basierend auf relevanten Richtlinien, Normen und Standards zum Thema Verklebung und Fertigung, wie zum Beispiel den Vorschriften von Klassifikationsgesellschaften zum „Schweißen im Schiffbau“ oder dem „Fertigungsstandard des

deutschen Schiffbaus“ des Verbandes für Schiffbau und Meerestechnik (VSM). Ein allgemeines Dokument als Leitfaden für den Schiffbau soll die Akzeptanz der Fügetechnologie erhöhen und mehr Prozesssicherheit bringen, unter anderem



### NEU: VIPRO-PUMP - MEHR FEATURES, MEHR PERFORMANCE

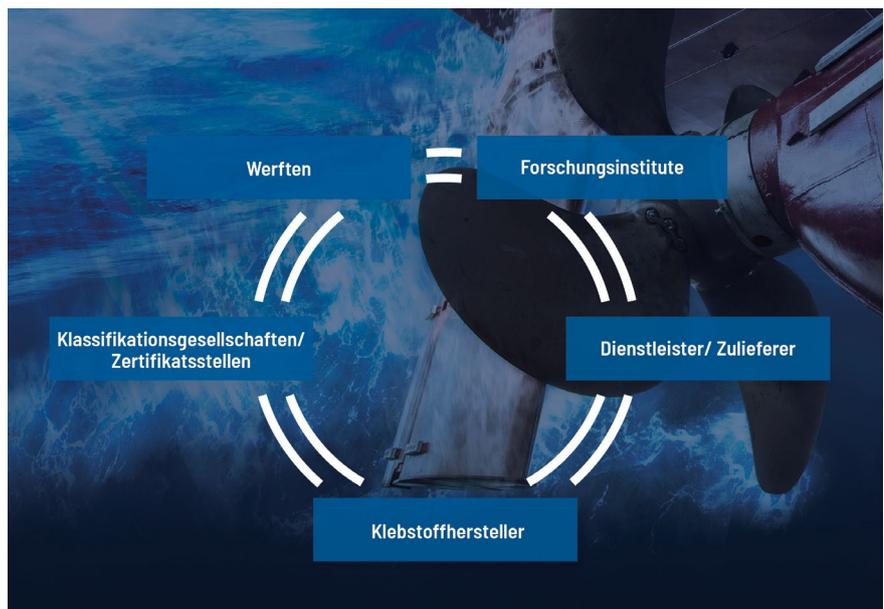
- Intuitive und sichere Montage
- Reduktion des Druckverlusts am Pumpeneinlass
- Steigerung der Dosierqualität durch optimierte Getriebeanbindung
- Bis zu 50 % Reduzierung der Ersatzteilkosten
- Gewappnet für jegliche Anwendungen

Weiteres Plus: Die Option den Materialausgang mit dem flowplus-SPT M6 Druck- und Temperatursensoren für mehr Prozesssicherheit.



Zum Video.

[www.viscotec.de](http://www.viscotec.de)



**Bild 4** Zusammensetzung des DMZ-Ausschusses „Kleben im Schiffbau“

© Shutterstock| Victor Ivin

und Projekttreffen. Die Erkenntnisse wurden vom DMZ aufgenommen und anhand der Diskussionsergebnisse als QS-Dokument ausgearbeitet. Für eine erfolgreiche strategische Positionierung auf nationaler und internationaler Ebene ist das DMZ bereits frühzeitig an das Deutsche Institut für Normung (DIN) herangetreten.

**DIN 2304-2 – die Besonderheiten für den Schiffbau**

Um das Dokument in den nationalen Kontext zu überführen und mittel- bis langfristig eine internationale Standardisierung zu realisieren, arbeitet das DMZ als Expertenmitglied gemeinsam mit dem DIN an einer DIN-Norm zum „Kleben im Schiffbau“. Im März 2021 wurde das Vorhaben positiv vom DIN-Arbeitsausschuss Klebtechnik begrüßt und beschlossen, das Dokument analog zu den geltenden QS-Klebnormen als eine eigenständige Norm der Normenreihe DIN 2304 als DIN 2304-2 – „Klebtechnik – Qualitätsanforderungen an Klebprozesse/Teil 2: Kleben im Schiffbau“ umzusetzen. Der Normentwurf DIN 2304-2 wurde dabei inhaltlich und strukturell analog zur DIN EN ISO 21368 gestaltet, weil die DIN EN ISO 21368 die bisherige DIN 2304-1 ablöst, die in 10/2026 komplett zurückgezogen wird, und die DIN EN ISO 21368 die dann weltweit geltende QS-Basisnorm zur Klebtechnik darstellt. Grundlage der DIN 2304-2 für den Schiffbau ist folglich die DIN EN ISO 21368 [7], auf die in den branchenübergreifenden Bereichen direkt Bezug genommen wird. Daher legt die DIN 2304-2 lediglich die über die DIN EN ISO 21368 hinausgehenden schiffbau- und offshore-spezifischen Qualitätsanforderungen fest.

bei der Planung, Auslegung, Durchführung, Qualitätssicherung und Überprüfung. Gleichzeitig bietet es eine Orientierung bei der Organisation und Umsetzung geeigneter Methoden und Annahmen sowie bei der Ermittlung der Lasten und verschafft somit mehr Klarheit und Konsistenz in der Anwendung. Der Einsatz von Klebtechnologien in der Schiffsfertigung bietet das Potenzial, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen maritimen Branche zu steigern und ihre Technologieführerschaft zu festigen.

**Der Ausschuss und das Deutsche Maritime Zentrum**

Zur Erarbeitung des genannten Dokuments hat das DMZ einen Ausschuss gebildet. Er besteht aus etwa 25 Fachexperten und Vertretern von Industrie, Klassifikationsgesellschaften und aus der Wissenschaft. Vertreten sind Werften, Forschungsinstitute, Dienstleistungsunternehmen, Klebstoffhersteller und Klassifikationsgesellschaften.

Sie repräsentieren die gesamte Wertschöpfungskette im Bereich Schiffbau, wobei im Zentrum die Erfahrungen der Werften stehen, die bereits Klebtechnologien anwenden oder sie als Fremdleistung vergeben. Die Erfahrungen der Reedereien, Zulieferer, Klebstoffhersteller, Klassifikationsgesellschaften und Forschungseinrichtungen erweitern das Expertenwissen der Gruppe, wodurch die notwendige Expertise wie auch der in-

dustrielle Anwenderkreis frühzeitig beteiligt werden (Bild 4). Das zu erstellende Dokument soll einen einheitlichen Qualitätsstandard für den Einsatz von Klebtechnologien im Schiffbau schaffen und den gesamten Produktlebenszyklus abdecken – von Design, Auslegung und Fertigung über Qualitätssicherung bis hin zu Prüfung und Reparatur.

Bei diesem Vorhaben übernimmt das DMZ die organisatorische und fachliche Leitung und die Übermittlung des Arbeitsstandes gegenüber anderen Gremien wie dem DIN-Ausschuss Klebtechnik. Das DMZ übernimmt ebenfalls die Steuerung, um die zu definierenden Meilensteine und die Konsensbildung zu erreichen. Dazu gehören die Durchführung von Workshops zur Erarbeitung von Inhalten sowie die Organisation von Diskussionsrunden

**Das Deutsche Maritime Zentrum e. V.**

Das DMZ wurde 2017 gegründet. Es ist eine unabhängige Institution mit Sitz in Hamburg. Die Mitglieder sind der Bund als maßgeblicher Finanzierer, fünf Bundesländer und die großen maritimen Verbände, unter anderem der Verband für Schiffbau und Meerestechnik. Die Arbeitsbereiche umfassen die gesamten Wertschöpfungsketten in den Bereichen Schiffbau und Meerestechnik, Schifffahrt sowie Häfen und maritime Logistik.

Der Zweck des Vereins ist es, die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft des gesamten deutschen maritimen Standorts zu erhöhen und das Know-how sowie die Berufsperspektiven in der maritimen Wirtschaft zu stärken. Dazu gehören auch die Bearbeitung und Koordinierung maritimer Querschnittsthemen, die eine branchenübergreifende Betrachtung erfordern. Das DMZ versteht sich als Bindeglied zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlicher Hand.

Es sind Anforderungen an die qualitätsgerechte Organisation und Umsetzung konstruktiver, das heißt lastübertragender Klebungen, die sowohl den Neu- und Umbau als auch die Reparatur von Schiffen und Offshore-Bauwerken umfassen und strukturelle Elemente wie auch Ausrüstungsmontagen beinhaltet. Somit ist die Kompatibilität zu allen geltenden QS-Klebnormen [8] [9] sichergestellt, und die grundsätzlichen Qualitätsanforderungen und deren Erfüllungsnachweise werden nicht nur im Schiffbau, sondern branchenübergreifend vergleichbar sein.

Das Entscheidende beim Kleben ist neben dem Klebstoff und den zu verklebenden Materialien die sichere Beherrschung der Prozesse. Die Norm wird wie die anderen QS-Klebnormen [10] [11] [12] [13] in organisatorischer und umsetzungstechnischer Hinsicht alle relevanten Prozessschritte von der Entwicklung bis zur Fertigung festlegen. Dies beinhaltet auch die Instandsetzung von Klebungen, Informationen zu Lagerung und Logistik und definierten Anforderungen an die nachweisbare Qualifikation des Personals.

### Ausblick

Das Normungsverfahren wird voraussichtlich Ende 2024 abgeschlossen sein. Die DIN 2304-2 „Kleben im Schiffbau“ mit ihrem direkten Bezug zur DIN EN ISO 21368 wird dann als weltweit erste umfassende QS-Norm für den Schiffbau auf Deutsch und Englisch veröffentlicht und auf nationaler wie internationaler Ebene den Anwendernbetrieben zur Verfügung stehen. //

### Literaturhinweise

[1] Andreas Gross, Kontrollierte Langlebigkeit – eine Vision für die Klebtechnik im 21. Jahrhundert, in: Karl-Friedrich Berger und Sandra Kiefer (Hrsg.), Jahrbuch Dichten.Kleben.Polymer 2023, Mannheim: Silber Druck 2023, S. 238-278.

[2] Bernd Mayer und Andreas Gross (Hrsg.), Kreislaufwirtschaft und Klebtechnik – Studie des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen: Fraunhofer Verlag 2020, S. 34-38, Kleben – eine Einordnung der Verbindungstechnik.

[3] Bernd Mayer und Andreas Gross (Hrsg.), Kreislaufwirtschaft und Klebtechnik, S. 39-40.

[4] Bernd Mayer und Andreas Gross (Hrsg.), Kreislaufwirtschaft und Klebtechnik, S. 34-40.

[5] Ebd.

[6] Wibke Mayland, Stéphane Paboeuf, Lars Molter, Untersuchungen zum aktuellen internationalen Stand der Technik bezüglich Entwicklung und Anwendung von Klebeverbindungen in der Schiffsfertigung, Studie im Auftrag des Deutschen Maritimen Zentrums 2020.

[7] DIN EN ISO 21368:2023, Klebstoffe – Richtlinien für die Herstellung geklebter Strukturen und Berichtsverfahren, die für die Risikobewertung solcher Strukturen geeignet sind, Berlin: Beuth-Verlag 2023.

[8] Andreas Gross, Erik Meiss und Frank Stein, DIN-Normen werden international, in: Maschinenbau/Das Schweizer Industriemagazin 9 (2023), S. 18-21.

[9] Bernd Mayer und Andreas Gross, Adhesive Bonding Technology in the 21st century - Sy-

nergy of Technological and Ecological Potentials, Brüssel/Bremen: FEICA/Fraunhofer IFAM (Hrsg.), S. 36f.

[10] DIN 2304-1:2020-04, Klebtechnik - Qualitätsanforderungen an Klebprozesse, Berlin: Beuth-Verlag 2020.

[11] DIN EN ISO 21368:2023

[12] Normenreihe DIN 6701, Kleben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen, Berlin: Beuth-Verlag 2015.

[13] DIN EN 17460:2022:10, Bahnanwendungen – Kleben von Schienenfahrzeugen und deren Komponenten, Berlin: Beuth-Verlag 2022.

### Die Autorin

#### Peipei Wang

(wang@dmz-maritim.de)

Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Deutsches Maritimes Zentrum e. V.

Hamburg

www.d mz-maritim.de

 Springer Professional

Klebnormen



Prof. Dr. Andreas Groß, Dr. Erik Meiß, Frank Stein: DIN-Normen werden international  
<https://sn.pub/W56zP6>

# LOOK FOR THE ORIGINAL!

Achten Sie auf die typischen Farben Grün und Weiss



Vermeiden Sie Sicherheitsrisiken, Ausschuss und vor allem Nachbesserungen. Die Original-Qualität von QUADRO überzeugt Sie mit sauberem und präzisiertem Workflow auf den ersten Blick.

 Swiss Technology



Erfahren Sie mehr!

 medmix

INDUSTRY 