Manuelles Verfahren zur Prüfung der Bruchenergie von Klebeverbindungen mittels bistabiler Vorrichtung

Die Erfindung beschreibt ein neuartiges, einfach zu handhabendes Prüfverfahren zur zerstörenden Überprüfung von Klebeverbindungen durch den Einsatz einer bistabilen mechanischen Struktur. Die Vorrichtung ermöglicht die mobile, kostengünstige und realitätsnahe Beurteilung der Klebefähigkeit, insbesondere in industriellen Umfeldern mit eingeschränktem Zugang zu klassischen Prüfmaschinen.

Vorteile

- Einfache und kostengünstige Prüfung ohne aufwendige Prüfanlagen
- Reproduzierbare Energieeinleitung durch bistabile Mechanik
- Mobiles, kompaktes System mit vielseitigen Einsatzmöglichkeiten

Fachbereich:

Maschinenbau
Werkstoffprüfung
Leichtbau

Technologie-Reifegrad (TRL):

Idee

Schutzrechtssituation:

Patentanmeldung (DE)
DE 102023133860 A1
[06/2025]
WO 2025119831 A1
[06/2025]

Angebot:

Lizenzierung
Entwicklungskooperation
Verkauf

Literatur:

Einleitung

Klebverbindungen sind heute aus vielen technischen Anwendungen nicht mehr wegzudenken – sie kommen in der Automobil- und Luftfahrttechnik, im Maschinen- und Schiffbau sowie in der Windenergie und dem Bauwesen zum Einsatz. Die Vorteile solcher Verbindungen – etwa Gewichtseinsparung, Designfreiheit oder die Möglichkeit, unterschiedliche Materialien stoffschlüssig zu verbinden – führen zu einer stetig steigenden Nachfrage. Damit einhergehend wächst jedoch auch der Bedarf an effektiven Methoden zur Qualitätssicherung und Prüfung solcher Verbindungen.

Die gängigen Prüfverfahren wie Zug-, Schäl- oder Schubtests setzen zumeist auf teure, stationäre Prüfanlagen und erfordern gut geschultes Personal. Sie liefern quantitative Daten, sind jedoch häufig unflexibel, zeitintensiv und wenig geeignet für den Vor-Ort-Einsatz, etwa zur schnellen Qualitätsprüfung in der Produktion oder im Feld. Zudem sind sie oft nicht repräsentativ für reale Belastungssituationen, da viele Tests auf idealisierten Probekörpern unter Laborbedingungen durchgeführt werden.
Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen sowie Anwender im Feld – z. B. bei der Wartung von Offshore-Anlagen oder mobilen Reparaturen – verfügen häufig nicht über die nötige Infrastruktur, um eine verlässliche Aussage zur Haftfestigkeit einer Klebeverbindung treffen zu können. Der Wunsch nach einer kompakten, intuitiv bedienbaren, mechanisch robusten Prüflösung, die ohne Spezialmaschinen auskommt und dennoch praxisnahe Aussagen über die Bruchzähigkeit einer Klebeverbindung liefern kann, ist daher groß.

Innovation

Die vorliegende Erfindung stellt ein vollkommen neues Konzept zur Prüfung der Bruchzähigkeit von Klebeverbindungen vor, das ohne konventionelle Prüfmaschinen auskommt und dennoch eine definierte mechanische Belastung erzeugt. Der zentrale Innovationskern ist der Einsatz einer bistabilen oder multistabilen mechanischen Struktur zur Erzeugung einer Prüfkraft, die in Form eines kontrollierten Schnappvorgangs auf die Klebeverbindung einwirkt. Die Prüfvorrichtung besteht im Wesentlichen aus zwei Elementen:

- **Eine bistabile Struktur (z. B. ein faserverstärktes Laminat)**, die zwischen zwei stabilen geometrischen Zuständen wechseln kann – etwa zwischen einer konvexen und einer konkaven Krümmung. Durch manuelles oder mechanisch ausgelöstes Umschalten (z. B. durch Fingerkraft oder einfache Aktuatoren) entsteht eine abrupte Formänderung mit lokaler Spannungsumverteilung im verklebten Bereich.
- **Ein Trägerkörper**, der mit der Oberfläche der bistabilen Struktur über einen Klebstoff verbunden wird. Diese Klebestelle bildet die zu prüfende Klebeverbindung. Durch das Umschalten der Struktur wird eine definierte Bruchenergie (kritische Energiefreisetzungsrate) auf die Fügezone aufgebracht.

Die Funktionsweise beruht auf der gezielten Erzeugung von Schäl- und Schubkräften im Klebstoffspalt, die realen Belastungsprofilen ähneln. Die bistabile Struktur wirkt dabei als kompakter „Energiespeicher“, der mechanische Energie freisetzt, sobald er in den zweiten stabilen Zustand überführt wird. Die Prüfergebnisse lassen sich visuell oder durch einfache Messung bewerten – eine Delamination zeigt unzureichende Bruchzähigkeit, während ein intakter Verbund auf eine belastbare Klebung hinweist.

Durch Variation der Geometrie (z. B. Krümmungsradius, Schichtaufbau des Laminats, Trägerform) kann die aufzubringende Energiefreisetzungsrate exakt angepasst werden. Damit ist sowohl ein qualitativer Soforttest (z. B. vor Ort) als auch eine semiquantitative Kalibrierung über abgestufte Testkörper möglich. Ebenso kann ein initial definierter Riss in die Klebschicht integriert werden, um eine quantitative Analyse nach gängigen Prüfstandards zu ermöglichen.

Universität Rostock Service GmbH

+49 (0)381 498-9803
patente-vvb@uni-rostock.de
www.verwertungsverbund-mv.de

Postadresse:
Universität Rostock Service GmbH
18051 Rostock

Vorteile

- Einfache und kostengünstige Prüfung ohne aufwendige Prüfanlagen
- Reproduzierbare Energieeinleitung durch bistabile Mechanik
- Mobiles, kompaktes System mit vielseitigen Einsatzmöglichkeiten

Fachbereich:

Maschinenbau
Werkstoffprüfung
Leichtbau

Technologie-Reifegrad (TRL):

Idee

Schutzrechtssituation:

Patentanmeldung (DE)
DE 102023133860 A1
[06/2025]
WO 2025119831 A1
[06/2025]

Angebot:

Lizenzierung
Entwicklungskooperation
Verkauf

Literatur:

Zusätzliche mechanische Elemente – wie ein Versatzmechanismus zur Übertragung der Bewegung auf das Fügeteil oder spezielle Trägerprofile (H- oder T-Form) – erlauben die Anpassung an verschiedenste Anwendungen, Materialien und Oberflächenformen. Das System ist zudem skalierbar, portabel und auch ohne elektrische Versorgung einsetzbar – ein entscheidender Vorteil in abgelegenen oder industriellen Umgebungen.

Vorteile und Anwendungspotenziale

- **Intuitive Anwendung:** Keine Schulung erforderlich, manuelle Auslösung möglich
- **Reale Belastungssimulation:** Kombination aus Schäl-, Zug- und Biegespannungen
- **Mobil einsetzbar:** Kompakte Bauweise erlaubt Vor-Ort-Prüfung ohne Laborumgebung
- **Kosteneffizient:** Geringe Herstellungskosten im Vergleich zu stationären Prüfanlagen
- **Anpassbar:** Prüfintensität durch Geometrie und Materialwahl skalierbar
- **Branchenübergreifend:** Bauwesen, Windkraft, Schiffbau, Maschinenbau, Qualitätssicherung, Wareneingangsprüfung, Ausbildung

Insbesondere die wiederkehrende Prüfung der Klebefähigkeit in Produktionslinien (z. B. Wareneingang) oder die Feldprüfung vor Installationen (etwa bei Windkraftanlagen) lassen sich mit der Vorrichtung effizient und standardisierbar realisieren.

Relevanz und Marktpotential

Die Erfindung schließt eine zentrale Lücke zwischen aufwendiger Labormesstechnik und dem Bedarf an praxisnahen, mobilen Prüfverfahren. Im Gegensatz zu bestehenden stationären Systemen ermöglicht sie eine direkte, zerstörende Prüfung von Klebeverbindungen unter realen Einsatzbedingungen – schnell, flexibel und ohne Spezialausrüstung. Damit eröffnet sie insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen sowie Anwendungen im Feld einen Zugang zur verlässlichen Klebequalitätsprüfung. Auch für Hersteller konventioneller Prüftechnik bietet die Lösung Potenzial als ergänzendes Modul für mobile oder integrierte Anwendungen.

Aktueller Stand

Für die vorliegende Erfindung wurde eine deutsche Patentanmeldung eingereicht **(DE 102023133860 A1)**, die den Schutz der Vorrichtung und des Verfahrens zur Prüfung von Klebeverbindungen umfasst. Die Anmeldung befindet sich derzeit im Prüfungsverfahren beim Deutschen Patent- und Markenamt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, nationale und regionale Nachanmeldungen in weiteren Ländern durchzuführen, um den Patentschutz weltweit auszuweiten und strategisch wichtige Märkte abzudecken.

Kontakt:

Service GmbH der Universität Rostock
patente-vvb@uni-rostock.de

Tel.: +49 (0)381 498-9803

Universität Rostock Service GmbH

+49 (0)381 498-9803
patente-vvb@uni-rostock.de
www.verwertungsverbund-mv.de

Postadresse:
Universität Rostock Service GmbH
18051 Rostock