

Dichten → Die grundlegenden Baustellen sind Dauerbaustellen S. 8

Nachhaltiges Kleben → Viele Facetten und hohes Potenzial S. 24

Polymer → Fluorpolymere unterstützen die Erreichung der EU-Green-Deal-Ziele S. 42

# DICHT!

[www.isgatec.com](http://www.isgatec.com)

Dichten. Kleben. Polymer. verstehen

2.2022

Dichten

**Die Energiewende braucht**

**Großdichtungen** S. 10



28.09.2022 Klebtechnik-Forum, Heidelberg

## Erfolgreiches Kleben ist Teamwork

Effizienz. Qualität. Nachhaltigkeit.

(Bild: Adobestock\_crimson)

**! NEU: Alle Vorträge mit Game-Changer-Lösungen** – jetzt anmelden und alles Wissenswerte erfahren.

### Warum ist Teamwork beim Kleben so wichtig?

Erfolgreiches Kleben basiert auf einer ganzheitlichen Betrachtungsweise im Team, Know-how und den richtigen Lösungspartnern. Das gilt insbesondere für den Einsatz neuer Lösungsansätze. In diesem neuen Forumsformat werden deshalb nicht nur Game-Changer-Lösungen vorgestellt, die einen Quantensprung in der Entwicklung darstellen. Da jede Lösung ihr Potenzial nur dann entfalten kann, wenn sie abteilungsübergreifend betrachtet wird, kombiniert das Forum Impulse zu aktuellen Praxis-Fragestellungen mit neuen Game-Changer-Lösungen.

### Die Themen für Sie:

- Keynote – Nachhaltig Kleben
- Sieben Game-Changer-Vorträge liefern Impulse für effizientes Kleben und zeigen, wie sich neue Lösungen auch durch Teamwork entfalten.
- In der Podiumsdiskussion widmen sich Expert:innen ganz pragmatisch dem Thema „Erfolgreiches Kleben im Team“.

### Warum lohnt sich eine Teilnahme?

Bei diesem Forum erfahren Projektverantwortliche, Konstruierende, Klebspezialist:innen in Anlagenplanung, Fertigung und Qualitätssicherung, nicht nur welches die Stellschrauben für erfolgreiches Kleben sind, sondern auch welche Potenziale moderne Game-Changer-Lösungen in diesem Kontext bieten. Darüber hinaus bietet das neue Format viel Raum zum Netzwerken.

Event-Partner:

**pre<sup>e</sup>flow**  
by ViscoTec

**Für weitere Infos zum Programm und zur Anmeldung – Sprechen Sie mich an:**

ISGATEC GmbH  
Sema Tatlidede  
Telefon: +49 (0) 621-717 68 88-5  
E-Mail: akademie@isgatec.com  
[www.isgatec.com](http://www.isgatec.com) > Forum

# Rethink – nicht nur aus aktuellem Anlass geboten

Blickt man die letzten Jahre zurück, beschleicht einen öfter das Gefühl, dass es „so langsam reicht“. Erst die Pandemie, dann der Krieg in Europa mit seinen (un-)absehbaren Auswirkungen inklusive solcher, die wir im Bereich Dichten. Kleben. Polymer. spüren und noch spüren werden. In diesem Gefühl schwingt auch immer ein bisschen die Sehnsucht nach dem Früher, nach weniger Hektik, weniger Herausforderungen, nach mehr Gewohntem und Vertrautem mit. Und was ist, wenn es das nicht mehr geben wird?

**„Rethink ist mehr als R2 im Rahmen der R-Strategien – es ist die Grundlage für verändertes Mindset.“ –**

**Holger Best,  
Content Manager**



Unser Kanzler bemühte, wenn auch erst einmal vordergründig auf den aktuellen Kontext bezogen, den Begriff der „Zeitenwende“. Eine „Zeitenwende“ erfordert immer ein Umdenken, ein „Rethink“. Ich habe die Befürchtung, dass dieser Begriff zu eindimensional, zu sehr auf die aktuelle Kriegssituation fokussiert verstanden wird, aber doch weitreichendere Auswirkungen nach sich zieht. Denn auch wenn ein „Rethink“ gerade bei unserer zukünftigen Energie- und Rohstoffversorgung einsetzt, dürfen aktuelle, „schnelle“ Lösungen nicht den Blick auf die Komplexität längerfristig zu lösender Fragestellungen verdecken. Denn unabhängig vom derzeitigen Konflikt und seinen Folgen müssen wir im Sinne eines „Rethink“ eigentlich schon aus rein ökologischen Gründen von einer linearen Wirtschaft („Wegwerfwirtschaft“) zu einer Kreislaufwirtschaft wechseln. Dieser Gedanke wird unter den aktuellen und weiter absehbaren Ressourcen- und Energieengpässen nochmals attraktiver. So folgt bei den R-Strategien auf R2 (Rethink) das Strategieelement R3 (Reduce) – und das aus gutem Grund. Oder anders rum – vielleicht kommen wir beim Rethink darauf, dass wir Produkte entweder nicht mehr benötigen oder sie anders denken und anders

produzieren können, damit sie z.B. weniger Energie und Ressourcen verbrauchen. Auch das ist aktuell und zukünftig ein Schritt in die richtige Richtung.

Allein im Wechsel von einer linearen Wirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft steckt sehr viel Veränderung und es wird deutlich, dass wir ein neues Mindset brauchen. Wird bei uns z.B. unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten gerne bevorzugt über Recycling gesprochen, zeigt ein Blick auf die R-Strategien, dass dort Recycling an letzter Stelle steht und dass wir – wie so oft – am Thema vorbeidiskutieren. Wenn wir notwendige Veränderungen jetzt angehen wollen bzw. müssen und nicht nur – wie die letzten 60 Jahre – wohlfeil darüber „philosophieren“, wird aus dem Gewohnten Geschichte und die Herausforderungen werden größer. Mit der inzwischen gebotenen Eile ist automatisch auch mehr Hektik angesagt. Leider haben wir uns nicht nur beim Klima- und Umweltschutz in eine Lage manövriert, dass wir die „Zeitenwende“ unter Druck gestalten müssen.

„Rethink“ entfaltet seine Wirkung als Mindset allerdings nur, wenn es sich in vielen Köpfen vollzieht: Indem jede:r im eigenem Rahmen und/oder Aufgabenbereich reflektiert, überdenkt und dann die Kraft zu sinnvollen Veränderungen aufbringt, lässt sich vieles bewegen. Die Kraft werden wir nicht nur brauchen, um uns selbst in Bewegung zu setzen, sondern auch, um u.U. andere zu überzeugen, welches Potenzial in „Rethink“ steckt. Bequeme, ausgetretene Pfade zu verlassen, kostet anfangs immer Kraft. Allerdings ist ein: „Das haben wir schon immer so gemacht“ immer seltener eine Perspektive und kostet mittel- bis langfristig noch mehr Kraft. Im Bereich Dichten. Kleben. Polymer. sind wir zwar schon in viele Veränderungen involviert. Rethink schadet aber auch hier nicht. Wer z.B. auf die aktuellen Ergebnisse der Dichten.- Umfrage blickt, stellt fest, dass sich auch hier grundsätzliche Missstände zum Status quo verfestigt haben. „Rethink“ ist also auch im Bereich Dichten. Kleben. Polymer. mehr als eine Option. Es ist eine Chance.

 DICTdigital: Infos der EU zur R-Strategie

 DICTdigital: Ergebnisse der aktuellen Umfrage

## FiPur® 201 Hochleistungspolyurethan

Der „Gamechanger“  
für die Lebensmittel-  
prozessindustrie



**FiPur® 201 ist ein ausschließlich in Deutschland hergestelltes, speziell für die Lebensmittelprozessindustrie entwickeltes, Hochleistungspolyurethan.**

Der hydrolysebeständige Werkstoff verfügt über folgende Zulassungen:

**EC 1935/2004**

**US FDA 21 CFR.177.2600**

**China's Food Contact Legislation,  
Cat 1 GB.4806.7-2016**

**konform nach 3-A Sanitary Standards**

Mit dem Einsatz von FiPur® 201 profitieren Sie neben den technischen Leistungsmerkmalen auch von Kosteneinsparungen durch:

- **Zuverlässig in der Anwendung**
- **Weltweite Lebensmittelzulassung**
- **Einfache Bedarfsbündelung**
- **Vereinfachte Lagerhaltung**



 **Fietz GmbH** • Industriestr. 9-11  
51399 Burscheid • Tel.: 0 21 74 674 155  
www.fietz.com

**www.fipur.de**

Digitale Prototypen sind die Zukunft der Produktentwicklung – wo stehen wir heute? Mehr auf S. 12  
(Bild: Dätwyler)



## Dichten

- 10 Die Energiewende braucht leistungsfähige Großdichtungen**  
Neue Spezialmaschinen zur Herstellung von großformatigen Verbunddichtungen
- 11 Aus dem Dichten-Netzwerk**
- 12 Wie entwickeln wir heute und morgen Dichtstellen?**  
Digitale Prototypen – die Zukunft der Produktentwicklung
- 14 Dichtstellen: Komplexität verantwortungsbewusst beherrschen**  
Worauf Konstruierende achten sollten oder: Die hohe Kunst des Kompromisses
- 16 Sichere Dichtverbindungen aus Sicht der Schraubtechnik**  
Konstruktive Hinweise und deren Historie
- 20 Beschichtung im „Rubber Valley“**  
Ein technischer Reisebericht
- 22 Technische Zeichnungen nach aktuellen Normen erstellen**  
Die Funktionsbeschreibung von Oberflächen richtig umsetzen

## Kleben

- 30 Wenn Technologien zur Haftungsverbesserung an Grenzen kommen**  
Neue Möglichkeiten bei der Plasma-vorbehandlung durch nachhaltige Oberflächenfunktionalisierung
- 32 „Handpressen sind viel zu teuer“**  
Effizient und prozesssicher manuell dosieren
- 34 Zerstörungsfrei prüfen**  
Teil 3: Moderne Methoden zur Überwachung der Aushärtung von Klebstoffen und Dichtmassen
- 36 Effektiv manuell dosieren**  
Teil 4: Akku-Kartuschenpressen – für den nachhaltigen Dauereinsatz
- 37 Aus dem Kleben-Netzwerk**
- 38 „Preis und Klebfestigkeit sind keine ausreichenden Kriterien für die Klebstoffauswahl.“**  
Ansätze zur praxisgerechten Klebstoffevaluation aus diesem Jahrtausend

## Polymer

- 42 Fluorpolymere unterstützen die Erreichung der EU-Green-Deal-Ziele**  
Neue Anwendungsbereiche und Herausforderungen für Fluorpolymere
- 44 Das Ende der Unsicherheit**  
KTW-BWGL-zertifiziertes Elastomermaterial für Trinkwasseranwendungen
- 46 Höhere Fertigungsqualität durch bessere Oberflächenmesstechnik**  
Optische Messverfahren: 3D versus 2D
- 48 Prüfverfahren praxisgerecht anwenden**  
Teil 2a: Druck- und Zugverformungsrestprüfung (DVR/ZVR) in Luft und Medien – eine einfache Prüfmethode mit hoher Aussagekraft
- 49 Aus dem Polymer-Netzwerk**
- 50 Preisindex von Kautschuk**

## Standpunkte

- 3 Editorial**
- 7 Kommentar**
- 8 Die grundlegenden Baustellen der Dichtungstechnik sind Dauerbaustellen**  
Aktuelle Einschätzungen zu alten und neuen Herausforderungen rund um Dichtungssysteme
- 24 Nachhaltiges Kleben: Viele Facetten und hohes Potenzial**  
Wo stehen wir heute und wohin geht die Entwicklung?
- 40 Das Modell „Ferengi“ hat ausgedient**
- 41 „FIPG und FIPFG sind spannende Akronyme“**

## Service

- 6 Panorama**
- 50 Impressum**
- 52 „Lösungen finden“**
- 59 Das Letzte**



Lösungskompetenz für neue Technologien – Die alternative Gewinnung und Verteilung von Energie erfordert neue Produktionskonzepte und ganzheitliche Lösungen von der Verfahrensentwicklung bis zur Serienproduktion Mehr auf S. 10  
(Bild: Klöckner DESMA Elastomertechnik GmbH)

## Unternehmen finden

AFERA	40	Kopf und Pfaff GbR	54
Alwin Höfert	52	Kremer GmbH	6
APO GmbH	58	Kroll & Ziller GmbH & Co. KG	11
Asahi Kasei Europe GmbH	6	Lohmann GmbH & Co. KG	28, 57
Atlas Copco IAS GmbH	6, 56	merz+benteli ag	60
bdtronic GmbH	6, 53, 56, 58	Messe Düsseldorf GmbH	27
Beinlich Pumpen GmbH	54, 56	Meter Mix Systems (Deutschland)	54, 57
Berger S2B GmbH	5, 14, 52, 55, 58	MICHELFEELDER GmbH	53, 54
C.S.I. (Centro Servizio Industriali)	21	Molecular Plasma Group	30
CeraCon GmbH	55, 57	MONTERO FyE	49, 53
C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG	47	O-Ring Prüflabor Richter GmbH	48, 53
Compounds AG	58	OVE Plasmatec GmbH	58
Cooper Standard Technical Rubber GmbH	44	Panacol-Elosol GmbH	29
Dana Incorporated	6	perfecdos GmbH	6, 17
Dätwyler	12	Peter Thomsen-Industrie-Vertretung	16
DECHEMA e.V.	39	Polyprocess GmbH	57
DELO	26, 37	Polytec GmbH	46
DMH Dichtungs- und Maschinenhandel GmbH	52	pro-K Industrieverband Halbzeuge und Konsumprodukte aus Kunststoff e.V.	6
DoBoTech AG	54	PTFE NÜNCHRITZ GmbH & Co. KG	53
DONIT TESNIT GmbH	52	Rado Gummi GmbH	56
DOYMA GmbH & Co.	6	RAMPF Production Systems GmbH & Co. KG	52
Drei Bond GmbH	37, 54, 55, 56	RAMPF Polymer Solutions GmbH & Co. KG	55
E. Epple & Co. GmbH	56, 57	Ruderer Klebetechnik GmbH	26
ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH	52	scharf automation gmbh	58
Epoxy Technology Europe GmbH	54, 56	Scheuengpflug GmbH	11, 29, 57
Ernst Ammon	22	SCHLÖSSER GmbH & Co. KG	53
Fietz-Gruppe	3, 49	SEC Compounds GmbH	54, 56
Flux-Geräte GmbH	15	SKZ - KFE gGmbH	34
FPS GmbH	42	TEADIT International Produktions GmbH	53
Fracture Analytics	38	Three Bond GmbH	55
Fraunhofer IFAM	24	Trygonal Group GmbH	53, 55
Freudenberg Sealing Technologies	11	VDMA	18
GFD-Gesellschaft für Dichtungstechnik mbH	52	Vieweg GmbH	31
Gummiwerk KRAIBURG GmbH & Co. KG	55	ViscoTec Pumpen- u. Dosiertechnik GmbH	19, 54
Henkel GmbH & Co. KG	25, 37	VITO Irmen GmbH & Co. KG	57
Hermann Otto GmbH	56	VSE Volumenteknik GmbH	57, 58
HEUTE + COMP. GmbH + Co.	52	W. KÖPP GmbH & Co. KG	41, 53, 55, 57
HEXPOL Compounding GmbH	55	Walther Trowal GmbH & Co. KG	20, 33
Hilger u. Kern GmbH	54, 57	WEICON GmbH & Co. KG	26
HPF The Mineral Engineers Group	55	Wekem GmbH	37
i.GLUESYSTEMS GmbH	28	WEVO-CHEMIE GmbH	49, 56
IDG-Dichtungstechnik GmbH	43, 52	xpress seals gmbh	53
IMTS Interims Management	41		
Inficon GmbH	11		
Infotech AG	25		
Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH	32, 36		
iNTEC SAMES-KREMLIN GmbH	6, 57		
Interseals s.r.l.	20		
ISGATEC GmbH	2, 7, 8, 14, 50, 51, 58		
ISO-Chemie GmbH	49		
ITA GmbH + Co. KG	52		
Jurima Dichtungen GmbH	52		
Kastas Sealing Technologies Europe GmbH	53		
Kisling AG	27		
KLINGER GmbH	21		
Klöckner DESMA Elastomertechnik GmbH	1, 10		

## Branchen finden

Automotive	10, 12	Energietechnik	10
Branchenübergreifend	8, 14, 16, 20, 22, 24, 30, 32, 34, 36, 38, 42, 46, 48, 50	Lebensmitteltechnik	44
Consumer	44	Maschinen- und Anlagenbau	44

## Produkte und Dienstleistungen finden

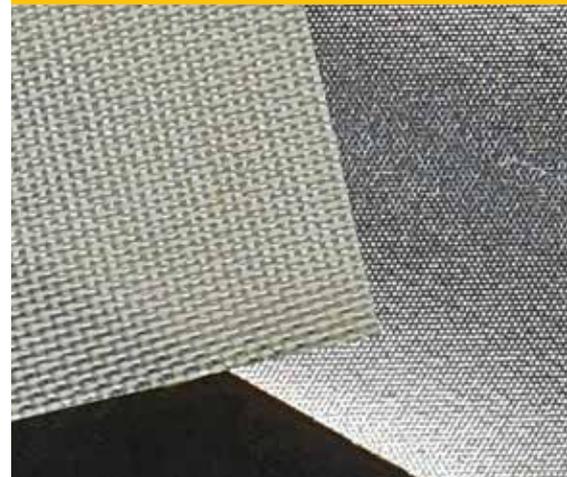
Dichtungstechnik Allgemein	12, 14, 22, 42	Maschinen und Anlagen	10, 20
Dienstleistungen	38	Mess- und Prüftechnik	34, 38, 46, 48
Dynamische Dichtsysteme	8	Rohstoffe/Mischungen/Halbzeuge	42, 44, 50
Flüssigdichtsysteme	8, 32	Statische Dichtungen	8, 16
Formteile/Profile	8	Werkstoffe	12
Klebstoffe/Klebebänder	24		
Klebtechnik	30, 32, 36		

## Beilagenhinweis

Dieser Ausgabe liegt eine Beilage des VDMA bei. Wir bitten unsere Leser:Innen um Beachtung. Information und Beratung: Bärbel Schäfer, Tel.: 0621.717 68 88-3 • bschaefer@isgatec.com



**Wir bieten Lösungen, wenn Standards Ihre Anforderungen nicht erfüllen. Multilayer ermöglichen Innovationen.**



**85 Spezialmischungen werden anwendungsbezogen mit derzeit 23 verschiedenen Geweben, Metallgeflechten und anderen Materialien kombiniert.**

Nutzen Sie unsere 90-jährige Erfahrung bei der Belieferung von OEMs vom Prototyp bis zur Serienlieferung, auch als Single-Source.

**Fragen Sie uns an!  
0621-41 003-0  
info@bergers2b.com**

 DICHT!digital: Wir liefern Formdichtungen und -teile aus Elastomeren, TPES

 DICHT!digital: **Zum Lösungspartner**

**BERGER**  
**S2B**



Carsten Müller hat mehr als 20 Jahre internationale Vertriebserfahrung im Bereich der Automobil- und Industrielacke (Bild: iNTEC SAMES-KREMLIN GmbH)

**Neuer Vertriebsleiter bei iNTEC SAMES-KREMLIN** – Seit dem 1. April 2022 ist Carsten Müller weltweiter Vertriebsleiter der iNTEC SAMES-KREMLIN GmbH sowie Leiter des DACH-Vertriebs von SAMES KREMLIN.

[DICHT!digital: Zur Meldung](#)

[DICHT!digital: Zum Lösungspartner](#)

**Marktstudien zum Thema PFAS gestartet** – Der pro-K Industrieverband Halbzeuge und Konsumprodukte aus Kunststoff e.V. hat jetzt zwei Beratungsunternehmen beauftragt, die Folgen eines potenziellen Verbots von Fluorkunststoffen im Rahmen der PFAS-Regulierung zu untersuchen.

[DICHT!digital: Zur Meldung](#)

**Atlas Copco übernimmt Lewa und Geveke** – Die Lewa GmbH und ihre Tochtergesellschaften sowie die Geveke B.V. und ihre Tochtergesellschaften werden von Atlas Copco zu einem kombinierten Unternehmenswert von 670 Mio. € übernommen.

[DICHT!digital: Zur Meldung](#)

[DICHT!digital: Zum Lösungspartner](#)



Neue metallische Bipolarplatten-Technologie, die es erlaubt, emissionsfreie Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb zu einem Preis anzubieten, der die Markteinführung bereits heute ermöglicht (Bild: Dana Power Technologies | REINZ-Dichtungs-GmbH)

**Dana investiert in die Bipolarplatten-Produktion** – Am Standort der Reinz-Dichtungs-GmbH errichtet Dana Incorporated bis 2023 die größte Produktionslinie für metallische Bipolarplatten in Europa. In der Spitze wird das Unternehmen bis zu 16 Mio. metallische Bipolarplatten im Jahr fertigen.

[DICHT!digital: Zur Meldung](#)

[DICHT!digital: Zum Lösungspartner](#)

Im „Saatgutresor Spitzbergen“ wird Saatgut aus aller Welt verwahrt. Dieses Gebäude ist für das Überleben der Menschheit von essenzieller Bedeutung (Bild: Statsbygg/Jaro Hollan)



**Riesige Dichtungseinsätze für das Svalbard Global Seedvault** – Mit seinen Dichtungseinsätzen trägt Doyma im Saatgutresor Spitzbergen dazu bei, dass das Saatgut der Menschheit erhalten bleibt. Die Sonderkonstruktion erfüllt hohe Anforderungen.

[DICHT!digital: Zur Meldung](#)



Langjährige Erfahrungen im Bereich der berührungslosen Mikrodosierung – Julian Greiner (Bild: perfectdos GmbH)

**Perfectdos verstärkt sich in Marketing und Sales** – Seit April 2022 verantwortet Julian Greiner bei der perfectdos GmbH alle Sales- und Marketingaktivitäten.

[DICHT!digital: Zur Meldung](#)

[DICHT!digital: Zum Lösungspartner](#)

**Asahi Kasei Europe eröffnet Schaumstofflabor in Deutschland** – In seinem Düsseldorfer Forschungs- und Entwicklungszentrum hat Asahi Kasei Europe ein Labor für geschäumte Kunststoffe eröffnet. Die Lokalisierung des technischen Supports und der Produktentwicklung in Europa ist der nächste Schritt des Unternehmens bei der Geschäftsexpansion seiner SunForce™-Familie von Hochleistungs-Partikelschaumstoffen.

[DICHT!digital: Zur Meldung](#)

**Produktionsanlagen für Fahrerassistenzsysteme** – Mit einem führenden internationalen Automobilzulieferer hat bdtronic einen Rahmenvertrag für die Lieferung von Produktionsanlagen für Fahrerassistenzsysteme geschlossen. Der Auftrag umfasst 15 vollautomatische Heißnietanlagen und liegt im niedrigen einstelligen Millionenbereich.

[DICHT!digital: Zur Meldung](#)

[DICHT!digital: Zum Lösungspartner](#)

**DICHT!digital – Diese Icons öffnen neue Informationen und Kontakte**

Kontakt zu Autoren per Mail

Links zu externen Inhalten

Links zu Videos

Links zu Audiodateien

Vergrößerte Ansicht

Hintergrundinfos zum Beitrag

Weitere Bilder zum Beitrag

**DICHTUNGEN – nach Zeichnung oder Muster**

- ✓ individuelle Fertigung und Know-how
- ✓ schnelles Angebot, schnelle Lieferung
- ✓ höchste Qualitätsstandards

[kremer-tec.de](https://kremer-tec.de)

**Kremer**

**JETZT ONLINE ANFRAGEN!**

# Das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz – europäische Hybris, die am Ziel vorbeigeht

Am 1. Januar 2023 tritt das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG) in Kraft. Dies soll zunächst nur für Unternehmen ab 3.000 und später ab 1.000 Mitarbeitenden gelten. Da diese Unternehmen aber eine Vielzahl kleinerer Lieferanten haben, werden die ersten Fragekataloge an KMU gesendet. Die Folge ist, dass sich quasi jedes Unternehmen mit dem Thema intensiv beschäftigen muss, da ansonsten erhebliche Bußgelder oder der Abbruch der Geschäftskontakte zu befürchten sind bzw. ist.

Was beinhaltet das Gesetz, d.h. was muss nachgewiesen werden? Die Liste der Aspekte, die systematisch bei einem Lieferanten hinterfragt werden, ist lang. Dazu zählen z.B., ob es in seinem Umfeld oder bei ihm selbst Kinderarbeit, Kinderhandel, Sklaverei, Zwangsarbeit gibt, die Arbeitsschutzpflichten nach nationalem Recht eingehalten werden, ein angemessener Lohn bezahlt wird, es ein Recht auf Streik, Gewerkschaftsbildung gibt, ob es Ungleichbehandlungen aufgrund von nationaler und ethnischer Abstammung, sozialer Herkunft, Gesundheitsstatus, Behinderung, sexueller Orientierung, Alter, Geschlecht, politischer Meinung, Religion oder Weltanschauung gibt. Des Weiteren gilt es abzufragen, ob es durch die Leistungen des Lieferanten schädliche Bodenveränderungen, Gewässer- und/oder Luftverunreinigungen, Lärmemissionen oder einen übermäßigen Wasserverbrauch gibt. All dies soll zudem jährlich dokumentiert und auf der Website öffentlich gemacht werden.

Die Einhaltung des Gesetzes erfordert z.B. eine Risikoanalyse auf Basis einer Checkliste, eine Zustimmung der Lieferanten zu einer Grundsatzklärung zur Menschenrechtsstrategie und einen Maßnahmenkatalog, was nach und nach von den Lieferanten umzusetzen ist.

Dieses Gesetz wirft aber eine zentrale Frage auf, der wir uns zukünftig noch zu anderen Themen stellen sollten. Dabei kritisiere ich nicht seinen Inhalt als Leitbild für unternehmerisches Handeln, sondern die Form und die Adressaten des Gesetzes. Ich dachte, wir

denken und handeln international und in dem Wissen, dass jedes Land, jedes Unternehmen weltweit seinen Teil zum Wohle aller beiträgt. Dass dies Wohl durchaus unterschiedlicher definiert wird, ist Fakt. Ebenso dass über diese Themen zwischen Systemen mit unterschiedlichen Werten gesprochen werden muss. Umso erstaunlicher ist es, dass das, was hier in dem Gesetz gefordert wird, zumeist von Politikern bei internationalen oder bilateralen Gesprächen gemieden wird. Die Liste ist lang. Aktuelle Themen sind z.B. der Verstoß gegen die Menschenrechte seitens der Chinesen gegenüber den Uiguren. Was Staaten oder Wertegemeinschaften untereinander nicht lösen können, sollen nun Unternehmen als „Handlanger“ richten, um so unsere Sicht auf die Welt und Wertmaßstäbe auf internationale Handelsbeziehungen und damit andere Nationen zu übertragen.

**„Wir müssen aufhören, Unternehmen einseitig durch Gesetzesvorgaben zu verpflichten, unsere Werte zu exportieren.“ – Karl-Friedrich Berger, Gesellschafter, ISGATEC GmbH**



Betrachten wir die Realität. Wenn wir nur für z.B. Indien und China, die beiden bevölkerungsreichsten Nationen der Welt, eine Risikoanalyse für Polymere durchführen, bedeutet das in letzter Konsequenz, dass wir uns von Lieferanten aus solchen Ländern verabschieden müssen, da eine Vielzahl an Anforderungen nicht erfüllt werden. Zwar heißt es im Gesetz ausdrücklich, dass dies ein Prozess ist, der angestoßen werden muss. Aber was sind die notwendigen Konsequenzen? Wer gibt wem welche Zeit für Entwicklung und wessen Denken ist der Maßstab? Gerade letztere Frage kann kaum über Handelsbeziehungen geklärt werden.

Wird das Ganze aus Sicht von Unternehmen in Indien oder China betrachtet, ist mit Un-

verständnis zu rechnen. Da schreiben europäische Unternehmen ihre Lieferanten an und hinterfragen die genannten Kriterien. Aus deren Sichtweise fordern wir damit die Akzeptanz der europäischen Werte ein. Hier müssen wir aufpassen, dass sich diese Länder nicht von Europa abwenden, da sie nicht bereit sein werden, permanent Rechenschaft abzulegen und/oder unsere Wertmaßstäbe zu übernehmen. Wir sind Partner in einer arbeitsteiligen Weltwirtschaft, die auf gegenseitigem „Geben und Nehmen“ beruht. Mit diesem Gesetz wird unsere Sicht der Dinge zum Maßstab und dokumentiert unsere moralische Überlegenheit als „Gutmenschen“.

Bitte nicht falsch verstehen – wir sollten in Demut dankbar sein, in einer europäischen Gemeinschaft zu leben, in der die Themen Menschenrechte, Klima- und Umweltschutz, soziale Verantwortung etc. Leitgedanken unseres Handelns sind oder zunehmend werden. Wir erleben aber täglich, dass diese Werte in anderen Regionen der Welt einen anderen Stellenwert oder gar keinen haben. Nach aktuellen Beispielen muss man nicht lange suchen.

Das Gesetz wird den notwendigen Diskurs zwischen Werte-Anschauungen nicht lösen und stößt ihn auf der falschen Ebene höchst bürokratisch an. Es sollte zurückgenommen werden. Das bedeutet nicht, dass sich nicht jedes Unternehmen von den dort formulierten Inhalten leiten lassen kann und sollte. Der Handlungsdruck, der unseren globalen Handel nach und nach verändern wird, entsteht eher über Reflektion und Auswahl von Handelspartnern, die sich ähnlichen Werten verpflichtet fühlen, als über Zwangsgelder.

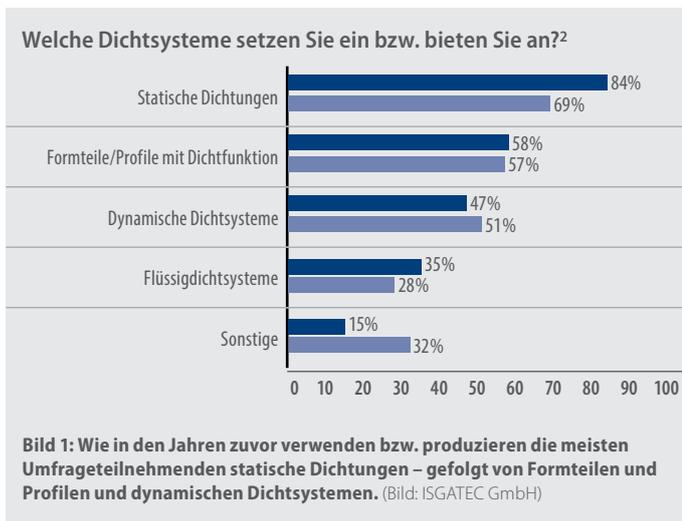


(Bild: AdobeStock\_RobbieW)

# Die grundlegenden Baustellen der Dichtungstechnik sind Dauerbaustellen

## Aktuelle Einschätzungen zu alten und neuen Herausforderungen rund um Dichtungssysteme

**BRANCHENÜBERGREIFEND STATISCHE DICHTUNGEN, FORMTEILE/PROFILE, DYNAMISCHE DICHTSYSTEME, FLÜSSIGDICHTSYSTEME – Vorherrschendes Thema bei Dichtungen sind derzeit Preissteigerungen und Lieferengpässe. Das verdeckt etwas den Blick auf aktuelle Herausforderungen in der Dichtungstechnik, wie auch auf notwendige Lösungen bekannter Probleme. Die Ergebnisse der diesjährigen Umfrage, an der sich rd. 170 Personen<sup>1</sup> beteiligt haben, zeigen, dass es mit sinkenden Preisen und stabilen Lieferketten heute und morgen nicht getan ist.**



Dichtungstechnik ist in vielen Bereichen systemrelevant – wie schätzen Sie dies für Anlagen und Komponenten in folgenden Bereichen ein? Die Bedeutung von...

New Mobility	1,47	1,43
Bisherige Mobilität	2,02	2,04
H <sub>2</sub> -Prozesse	1,27	1,34
Fossile Energien	2,13	2,39
Windenergie	1,73	1,86
Solarenergie	1,64	1,80
Geothermie	1,73	1,81
Umweltschutz	1,40	1,58
Elektronik	1,76	1,87
Digitalisierung	1,87	1,80
Medizin	1,73	1,78
Pharma	1,76	1,79
Lebensmitteltechnik	1,80	1,84
Maschinen- und Anlagenbau	1,85	1,92

1 2 3 4

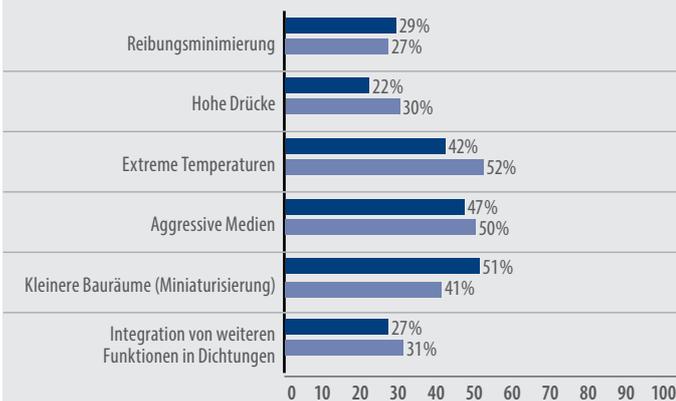
1 (höher), 2 (gleichbleibend), 3 (sinkend) bis 4 (spielt keine Rolle)

**Bild 2: Das Interessante sind hier nicht die unterschiedlichen Werte, sondern eher die Tatsache, dass nach Meinung der Antwortenden die Bedeutung der Dichtungstechnik in zahlreichen Bereichen zunimmt. Ebenfalls heben die Antwortenden besonders im Hinblick auf New Mobility, H<sub>2</sub>-Prozesse und Umweltschutz die entscheidende Systemrelevanz der Dichtungstechnik hervor. Das spiegelt sicher auch die allgemeine gesellschaftliche Wahrnehmung wider.** (Bild: ISGATEC GmbH)

<sup>1</sup> Die Einschätzungen sind nach **Anwendenden** und herstellenden bzw. liefernden **Unternehmen** getrennt ausgewertet.

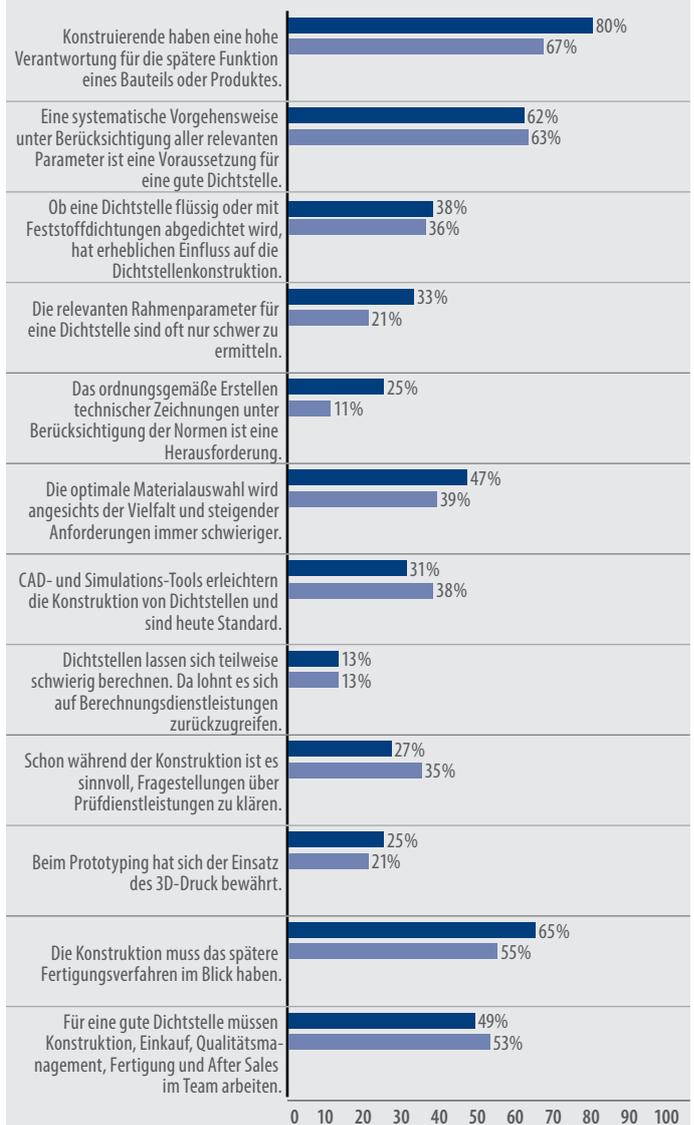
<sup>2</sup> Mehrfachauswahl möglich

### Welche technischen Anforderungen sind derzeit die größten Herausforderungen für Dichtungen?<sup>2</sup>



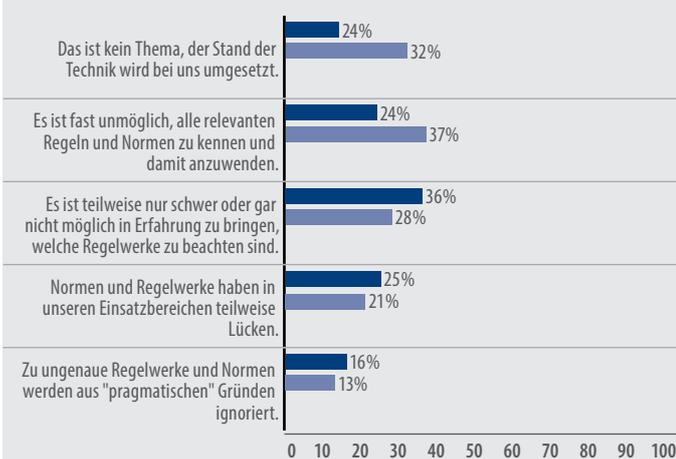
**Bild 3:** Bei den Angaben zu den technischen Anforderungen hat sich im Vergleich zur letzten Umfrage (2020) wenig geändert. Abdichten gegen aggressive Medien – und das bei extremen Temperaturen – sind die größten Herausforderungen. Auch stellen die Miniaturisierung und damit kleineren Bauräume wachsende Herausforderungen dar. (Bild: ISGATEC GmbH)

### Das Konstruieren von Dichtstellen wird komplexer. Welchen Aussagen stimmen Sie zu?<sup>2</sup>



**Bild 5:** Die hohe Verantwortung der Konstruierenden, die notwendige systematische Vorgehensweise sowie das spätere Fertigungsverfahren mit im Blick zu haben, erzielten die meisten Nennungen. Probleme bei der Materialauswahl und die Tatsache, dass für eine gute Dichtstelle alle an der Wertschöpfungskette Beteiligten zusammenarbeiten müssen, landen im Mittelfeld der genannten Antworten. Viele wissen scheinbar, worauf es bei Dichtstellen ankommt und wo die eventuellen Hürden liegen. Trotzdem gab es hier die meisten freien Nennungen, was darauf hinweist, wie wichtig der frühe und partnerschaftliche Austausch zwischen Anwendenden und Dichtungspartnern ist und dass der Stand der Technik zu beachten ist. Auch wurde darauf hingewiesen, dass oft konstruiert wird, ohne die Notwendigkeiten der Dichtstelle zu beachten. (Bild: ISGATEC GmbH)

### Dichtungen müssen vielen Regelwerken und Normen entsprechen – wie schätzen Sie die aktuelle Situation ein?<sup>2</sup>



**Bild 4:** Herstellende finden es fast unmöglich, alle Regeln und Normen zu kennen, laut den Anwendenden macht die Ermittlung der relevanten Regelwerke für eine Lösung die meisten Probleme. Grundsätzlich zeigt auch dieses Ergebnis erneut, wie schwierig das Thema projektbezogen ist – einerseits, da nicht alle Regeln und Normen gleichrangig zu betrachten sind, andererseits, da verschiedene Normen und Regelwerke einfach Lücken haben, die in der Praxis immer wieder Probleme verursachen. Das erfordert schon eine vertiefte Einarbeitung und manchmal die Entscheidung gegen eine favorisierte Lösung, weil diese nicht dem Stand der Technik entspricht. (Bild: ISGATEC GmbH)

## Titelstory

# Die Energiewende braucht leistungsfähige Großdichtungen

## Neue Spezialmaschinen zur Herstellung von großformatigen Verbunddichtungen

**ENERGIETECHNIK, AUTOMOTIVE MASCHINEN UND ANLAGEN – Mit dem immer schnelleren Umstieg auf grüne Energiekonzepte steigt auch der Bedarf an Großdichtelementen. Diese lassen sich mit neuen Anlagen gut im Spritzguss herstellen – vorausgesetzt, sie werden in einem ganzheitlichen Ansatz optimal ausgelegt.**

Der enorme Veränderungsprozess in vielen Industriebereichen führt zu völlig neuen Verfahrens- und damit verbundenen Maschinenentwicklungen. So hat die verstärkte Gewinnung und Nutzung grüner Energie die Entwicklung einer ganzen Reihe von Spezialmaschinen notwendig gemacht, die sich in unterschiedlichster Ausprägung durch sehr große Aufspannflächen in Verbindung mit sehr homogener Schließkrafteinleitung auszeichnen. Bei per Spritzguss hergestellten

Dichtelementen geht es immer mehr darum, die Schließkraft gezielt in die Artikelkonturbereiche einzuleiten, um ein bestmögliches Spritzergebnis zu erhalten. Dabei werden für unterschiedlichste Anwendungen auch in Zukunft immer mehr Großdichtungen benötigt – z.B. für:

- Batteriegehäuse,
- als Rahmendichtungen in Anlagen zur Gewinnung alternativer Energien,
- für den Infrastruktur- und Pipelinebau.

Hier sind zwischenzeitlich Form- und Kaltkanalabmessungen von  $> 2.500 \times 2.500$  mm (Bild 1) gefordert, was auch an die Verfahrenstechnik neue Anforderungen stellt.

### Per Simulation schnell zur sicheren Lösung

Fließsimulationen und Hochdruckspritzereien in Verbindung mit FEM-Berechnungen der Schließeinheit unter Berücksichtigung der kompletten Form- und Kaltkanaltechnik sind zwischenzeitlich Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Projektumsetzung. Nachträgliche Änderungen am Anspritzsystem sind in diesen Dimensionen nur aufwändig durchzuführen und müssen daher auf ein Minimum begrenzt werden. Für diesen integrierten Ansatz ist DESMA mit einer eigenen Verfahrensentwicklung und dem hauseigenen Formenbau gut aufgestellt. Umfangreiche Dienstleistungen runden das Angebot ab.

### Optimal zugeschnittene Maschinenteknik

Ein Beispiel für die auf diese Anforderungen zugeschnittenen Spezialmaschinen ist die neue 968.600 ZO Benchmark (Bild 2). Sie wurde für sehr groß dimensionierte Rahmendichtungen konzipiert, die in Anlagen zur Gewinnung von „grüner Energie“ zum Einsatz kommen. Ein Entwicklungsschwerpunkt war, dass es zu keinerlei Überspritzungen kommt, die später die Funktion des fertigen Dichtelements beeinträchtigen könnten. Diese neue Maschine wiegt  $> 65$  t und verfügt über eine Schließkraft von 600 t. Die Aufspan- und Heizplatten haben Abmaße von  $2.000 \times 2.000$  mm. Trotz dieser sehr großen Formträgerabmessungen bleibt die Maschine durch das Benchmark-Schließsystem ohne Podeste bedienbar. Durch die großzügigen Öffnungs- und Hubverhältnisse ist von drei Seiten ein optimaler Zugang gegeben. Da keine Podeste zur Maschinenbedienung erforderlich sind, kann auch der Formenwechsel einfach über ein Rollensystem erfolgen. Dabei handelt es sich – zusammen mit dem  $2.000 \times 2.000$  mm messenden Kaltkanal – um ein Gesamtformengewicht von ca. 20 t. Die  $2.000 \times 2.000$  mm großen Heizplatten haben einzeln regelbare und thermisch getrennte Heizzonen, um der Artikelgeometrie und Prozessanforderung optimal gerecht zu werden.

Bei solchen Anlagen werden Form und Kaltkanal im Unternehmen entwickelt und produziert und im Rahmen eines Turn Key-Systems übergeben. Über eine vorab durchgeführte Fließsimulation mit dem SmartFlow-System wird die optimale Auslegung des Kaltkanals und der Anspritzgeometrie definiert.



**Bild 1: Die Dimensionen werden immer größer – 36-Düsen-Kaltkanal**  
(Bild: Klöckner DESMA Elastomertechnik GmbH)

 **DICHT!digital:** Mehr zum Spritzgießen und Dienstleistungsangebot



**Bild 2: 968.600 ZO BENCHMARK in einer anwendungsspezifischen Ausführung**

(Bild: Klöckner DESMA Elastomertechnik GmbH)

 **DICHT!digital:** Weitere Infos zum SmartConnect-Konzept

 **DICHT!digital:** Weitere Infos zum Sondermaschinenbau

Bei diesen Großmaschinen kommen fast ausschließlich FIFO A Hochdruckspritzeinheiten mit bis zu 3.500 bar Spritzdruck zum Einsatz, um die enormen Fließlängen sicher zu beherrschen und eine optimale und ergonomische Streifeneinzugsgröße zu gewährleisten.

Die Maschine ist mit der aktuellsten Steuerung, der DRC2030TBM, ausgestattet. Das 24"-Display gewährleistet die volle Prozessübersicht, trendbasierte Anzeigen ermöglichen die frühzeitige Fehlererkennung und Behandlung und die Multitouch-Funktion sichert eine einfache und intuitive Bedienung. Die Prozessvisualisierung ist auch Plattform und Schnittstelle für sämtliche SmartConnect-Produkte und zusätzlich können alle eigenen Automatisierungen integriert und zentral gesteuert werden.

### Fazit

Immer schnellere Innovationszyklen und der steigende Bedarf an Großdichtungen im Rahmen einer forcierten Energiewende erfordern neue Produkte, Verfahren und Produktionstechnik. Von der Kundenanfrage, mit genauer Ermittlung der Anforderungen, bis zur kompletten Ausarbeitung eines Fertigungskonzeptes, kommt man nur mit ganzheitlichen Ansätzen zu optimalen Lösungen. Die hauseigene Projektierung verfügt über eine umfassende Prozesskompetenz, die das gesamte Herstellungsverfahren von Gummi- und Silikonartikeln abdeckt. Hier werden komplette Produktionsanalysen, Formkonzepte und Automatisierungskonzepte erstellt und in Produktionsvorschlägen zusammengefasst. Bei komplexeren Anforderungen stellt man unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten gegenüber und bewertet diese unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten, um daraus die beste Produktionslösung definieren zu können. Hier ist es hilfreich, alle notwendigen Disziplinen durch einen hauseigenen Formenbau, eine hauseigene Auto-

omatisierungsabteilung und ein Technikum komplett abdecken zu können. Das Ergebnis ist eine umfassende 360°-Betrachtung des geplanten Fertigungsprozesses.

### Fakten für die Konstruktion

- Der integrierte Ansatz unterstützt bereits in einem frühen Projektstadium durch Simulationen schon bei der optimalen Auslegung der Dichtung im Kontext zur Fertigung

### Fakten für den Einkauf

- Eingebettet in ein Gesamtkonzept, erzielt eine optimal zugeschnittene Anlage eine hohe Wirtschaftlichkeit

### Fakten für die Produktion

- Konstruktive Details, optimierter Zuschnitt, intuitive Prozessvisualisierung und Schnittstellen zu SmartConnect-Produkten unterstützen eine wirtschaftliche Fertigung

### Fakten für das Qualitätsmanagement

- Umfangreiche Prozessvisualisierung und Simulationen sorgen für hohe Qualität und vermeiden den Ausschuss teurer Dichtungen

### Weitere Informationen

Klöckner DESMA Elastomertechnik GmbH  
www.desma.biz

 Von Harald Schmid,  
General Sales Manager

 **DICHT!digital:** **Zum Lösungspartner**

## Aus dem Dichten-Netzwerk

**Multigas-Schnüffellecksuchgerät mit 3D-Bilderkennung** – Ein eigens für Inficon entwickeltes visuelles Analysesystem aus 3D-Scanner und Software gestattet es, die zu prüfende Stelle in Echtzeit exakt zu lokalisieren. Darüber hinaus wird die Bahnplanung des verwendeten Roboters in Verbindung mit dem Lecksuchgerät Ecotec E3000 so optimiert, dass dieser alle Prüfpunkte auf dem kürzesten Weg ansteuert und es dabei zu keinerlei Kollisionen mit den Bauteilen kommen kann.

 **DICHT!digital:** Zur Meldung

**Weltweit einsetzbare Dichtungsmaterialien für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie** – Zum erweiterten Werkstoffportfolio von Freudenberg Sealing Technologies für den weltweiten Einsatz in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie gehören u.a. die beiden PTFE-Werkstoffe Y002 und Y005, die jetzt über alle globalen lebensmittelspezifischen Freigaben verfügen und starken Temperaturschwankungen sowie aggressiven Medien sicher standhalten.

 **DICHT!digital:** Zur Meldung

**Dicht und hoher Schutz für den Flansch** – Die G-ST-P/KN PP mit Kunststoffdruckring der Kroll & Ziller GmbH & Co. KG ist für den Einsatz in GFK- und Kunststoff-Flanschverbindungen und als galvanisches Trennelement konzipiert.

 **DICHT!digital:** Zur Meldung

**Materialien schwerkraftunterstützt fördern** – Für zähfließende Materialien, wie z.B. Wärmeleitmaterialien, hat Scheugenpflug seine Aufbereitungs- und Fördereinheit LiquiPrep LP804 20/20 TT für den Einsatz von höherviskosen Materialien mit zusätzlicher Funktionalität ausgestattet.

 **DICHT!digital:** Zur Meldung

 **DICHT!digital:** **Zum Lösungspartner**

# Wie entwickeln wir heute und morgen Dichtstellen?

## Digitale Prototypen – die Zukunft der Produktentwicklung



**AUTOMOTIVE DICHTUNGSTECHNIK ALLGEMEIN, WERKSTOFFE – Steigende Anforderungen, geringe Kosten, kurze Time-to-Market-Zeiten – in diesem extremen Spannungsfeld bewegt sich auch die Entwicklung von Dichtstellen. Eine Lösung ist der Einsatz von digitalen Zwillingen und modernster Simulationstools.**

Der Mobilitätssektor durchläuft derzeit eine umfassende Transformation. Auslöser sind der Bedarf an umweltfreundlicheren Antriebssystemen, die Ablösung konventioneller Verbrennungsmotoren durch elektrische Antriebe, die verstärkte Integration von Software und Elektronik in das Fahrzeug sowie das veränderte Mobilitätsverhalten der Gesellschaft. Damit unterliegt der Automobilsektor einem tiefgreifenden Strukturwandel und die etablierten Hersteller sind bestrebt, ihre führende Rolle in der Lieferkette auch in Zukunft zu behaupten und auszubauen. Viele neue Technologien erreichen gerade die Serienreife. Produkte und Komponenten werden allerdings immer komplexer, Termine werden kürzer und Qualitätsanforderungen steigen. Um völlig neue Produkte innerhalb kürzester Zeit zur Marktreife zu bringen, sind die Automobilhersteller auf die Unterstützung kompetenter Zulieferer angewiesen. Diese müssen in der Lage sein, aktuelle und zukünftige Herausforderungen durch effiziente Entwicklungsprozesse und den Einsatz einer breiten Palette digitaler Werkzeuge, wie der virtuellen Produktentwicklung, auf Basis numerischer Simulationen zu bewältigen.

### Vom digitalen Prototypen zum digitalen Zwilling

Ziel der virtuellen Produktentwicklung ist es, ein möglichst detailliertes digitales Abbild eines Systems und seiner Komponenten zu erstellen. Diese digitalen Prototypen eines Produkts sollen in allen konstruktiven, material-spezifischen und funktionalen Details der Realität entsprechen. Ihr Verhalten unter anwendungsspezifischen Belastungen kann dann durch numerische Simulationen realitätsnah berechnet und vorhergesagt werden. Da auch die Herstellungsprozesse der verschiedenen Produktkomponenten simuliert werden können, lassen sich fertigungs-

bedingte geometrische Unregelmäßigkeiten, prozessbedingte Eigenspannungen sowie Inhomogenitäten und Anisotropien der Werkstoffe realistisch abbilden und realitätsnah in den digitalen Prototypen integrieren.

Das Konzept eines digitalen Prototyps mündet – noch umfassender betrachtet – in den digitalen Zwilling. Auch wenn jedes Unternehmen seine eigene Definition hat, wird unter einem digitalen Zwilling i.d.R. ein vollständig definiertes Modell verstanden, welches das gesamte Produktverhalten simuliert. In einem moderneren Sinne ist ein digitaler Zwilling ein Modell, das dem realen Produkt ähnelt und seine Daten von Sensoren des realen Produkts erhält. Der digitale Zwilling beinhaltet somit Schnittstellen zwischen der realen und der virtuellen Welt und ermöglicht dadurch die Integration und Anwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz. So liefert der digitale Zwilling wertvolle Erkenntnisse über die tatsächliche Leistungsfähigkeit von Produkten und Prozessen sowie von deren Steuerung und Optimierung.

### Wo stehen wir heute?

Inzwischen werden digitale Prototypen vielfach eingesetzt. Diese digitalen Nachbildungen realer Produkte verfügen über alle Informationen hinsichtlich Design, Oberflächenbeschaffenheit, Herstellungsverfahren, Materialeigenschaften und hinsichtlich der auftretenden Belastungen. Sie erlauben einen einfachen Informationsaustausch zwischen den beteiligten Entwicklungspartnern und eine sehr effiziente Produktentwicklung durch die gemeinsame Bearbeitung, Modellierung und Funktionsoptimierung. Dank einer engen Zusammenarbeit mit Kunden in sehr frühen Phasen des Entwicklungsprozesses können so gemeinsam optimale Lösungen entwickelt und miteinander die gesetzten Ziele erreicht werden. In kurzer Zeit werden dabei funktionale und kostenoptimierte Lösungen ausgearbeitet.

### Spezialwissen gezielt einsetzen

Spezialisierte Zulieferer wie Dätwyler verfügen i.d.R. über eine höhere Fachkompetenz in den spezifischen Anwendungen als ihre Kunden und können die gewünschten Anfor-

derungen besser und schneller erfüllen. Bei der Zusammenarbeit stellt z.B. der Kunde einen digitalen Prototypen eines Systems, einer Baugruppe oder eines Bauteils zur Verfügung. Der Dichtungszulieferer konzentriert sich dann auf eine detaillierte Lösung für das spezifische Dichtungssystem. Dabei wird ein digitaler Prototyp der Dichtungsstelle erstellt und anschließend in das Gesamtdesign integriert. Der Kunde kann sein Augenmerk auf die Optimierung anderer Bereiche des digitalen Prototypen richten. So wird gemeinsam an der Anpassung und Optimierung der Lösung gearbeitet und die zunehmende Komplexität besser bewältigt.

Gerade Neueinsteigern in der Branche fehlt es oft an der nötigen Erfahrung bei entsprechenden Anwendungen. Sie benötigen Unterstützung, um nicht nur geeignete, sondern optimale Dichtungslösungen für ihre Systeme zu entwickeln. Sie sind darüber hinaus stärker auf die Kompetenz spezialisierter Zulieferer angewiesen und benötigen eine intensive und enge Zusammenarbeit, um neue Märkte und Anwendungsgebiete zu erschließen und dort erfolgreich zu agieren. Auch hier helfen numerische Simulationsmethoden auf Basis digitaler Prototypen, um eng und zielgerichtet gemeinsam am selben Thema zu arbeiten.

### Konzepte sicher und wirtschaftlich nachweisen

Ein Schlüsselement der virtuellen Produktentwicklung ist der Konzeptnachweis, der aufzeigen soll, wie Produktkonzepte oder -ideen unter realen Randbedingungen funktionieren werden. Anhand eines digitalen Prototyps können Funktionalität und Leistungsfähigkeit frühzeitig im virtuellen Raum überprüft werden, sodass zu Beginn der Produktentwicklung auf teure und zeitaufwändige Tests mit physischen Prototypen verzichtet werden kann. Simulationen tragen dazu bei, komplexe Abhängigkeiten zu entwirren und auf wenige relevante Schlüsselkomponenten und -prozesse zu reduzieren, was den Bedarf an physischen Prototypen in späteren Phasen der Produktentwicklung deutlich verringert. Zudem erlauben digitale Prototypen unkomplizierte Änderungen des

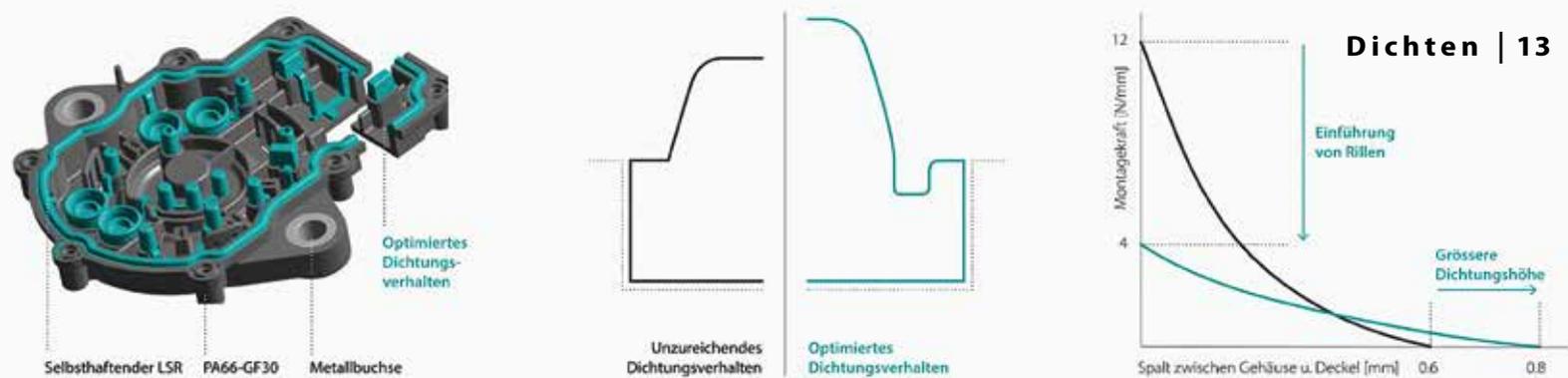


Bild 1: Beispiel für die Simulation einer Dichtungslösung (Bilder: Dätwyler)

Designs, der Werkstoffe und der Randbedingungen sowie schnelle iterative Optimierungsschritte, die den Umfang und den Aufwand für technische Änderungen reduzieren und eine Right-First-Time-Einstellung begünstigen.

Darüber hinaus ermöglicht das digitale Prototyping in Kombination mit numerischen Simulationen nicht nur die Prognose möglicher Fehler und Anpassungen zur Verringerung der Fehleranfälligkeit, sondern auch die frühzeitige Erkennung möglicher Verarbeitungsprobleme und deren Beseitigung während der Konstruktion von Produkten und Fertigungswerkzeugen. Insgesamt kann die Zeit bis zur Markteinführung deutlich reduziert werden. Die Entwicklungskosten werden gesenkt. Die Effizienz der Fertigungsprozesse wird verbessert. Die Produktqualität wird erhöht und eine effektive Zusammenarbeit entlang der gesamten Lieferkette ermöglicht.

### Materialkenntnis – ein entscheidender Faktor für den Simulationsprozess

Für den Einsatz von Gummikomponenten oder Dichtungselementen (Bild 1) in Mobilitätsanwendungen ist eine fundierte Kenntnis der Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe und ihrer Veränderungen während der Herstellungsprozesse der Produkte entscheidend. Je nach Einsatzgebiet der Dichtungselemente sind verschiedene Aspekte des Materialverhaltens zu berücksichtigen: statische oder dynamische Materialeigenschaften, Temperatureinflüsse, Medienbeständigkeit, Quellung, Verschleiß, Ermüdung und Bruchverhalten. Damit all diese Informationen in eine Simulation einfließen können, wählt man für die entscheidenden Materialeigenschaften geeignete Prüfverfahren aus und testet die Werkstoffe mit höchster Genauigkeit. Nur so entsteht eine optimale Datenqualität und man erhält durch Anpassung der am besten geeigneten Materialmodelle an die Prüfdaten ein valides physikalisches Abbild des Werkstoffs für die Simulation. Diese Informationen werden auch an die Partner weitergegeben, da ungenaue oder fehlerhafte Materialmodelle eines der Hauptprobleme sind, die möglichst realistische Simulationen verhindern.

Mit der Entwicklung geeigneter Laborexperimente und unter Verwendung entsprechender Materialmodelle ist es möglich, die Ergebnisse grundlegender Materialtests bei einfachen Lastfällen auf das Verhalten unter komplexeren Lastfällen in praktischen Anwendungen zu übertragen. Die größten Herausforderungen für die Simulation von Dichtungskomponenten sind nach wie vor das Ermüdungsverhalten und die Vorhersage der Produktlebensdauer für ein breites Spektrum von Anwendungen. Daneben steigt der Bedarf an Multiphysik-Simulationen. Diese kombinieren verschiedene physikalische Phänomene und Wechselwirkungen (Fluid-Struktur-Kopplung, Thermo-Struktur-Kopplung usw.) und ermöglichen die Simulation von eingebetteter Elektronik wie z.B. Sensoren sowie die Untersuchung tribologischer Fragestellungen wie den Verschleiß und dessen Beeinflussung durch Schmierfilme an der Grenzfläche zwischen Dichtungen und beweglichen Gegenständen.

Simulationen helfen nicht nur bei der Lösung strukturmechanischer Aufgabenstellungen hinsichtlich der Funktionalität und Leistungsfähigkeit von Produkten, sie ermöglichen zudem die Charakterisierung der Herstellungsprozesse und die Auslegung und Optimierung der verwendeten Werkzeuge. Im Hinblick auf die Verarbeitung von Gummimaterialien, müssen für die Simulation der Formgebungsprozesse die Eigenschaften von unvulkanisierten Elastomerwerkstoffen wie die Viskosität, die thermischen Eigenschaften (Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit) und die Kinetik, d.h. die Reaktionsgeschwindigkeit der chemischen Vernetzungsreaktion (Vulkanisation) bekannt sein. Alle notwendigen Charakterisierungen werden bei Dätwyler mit selbstentwickelten Methoden durchgeführt. Nur so lassen sich erfahrungsgemäß eine optimale Datenqualität und damit realistische Materialmodelle sicherstellen.

### Fazit

Dank der Kombination von digitalem Prototyping mit modernsten numerischen Simulationen und Highend-Materialmodellen konnten in der gemeinsamen Produktentwicklung mit Kunden große Fort-

schritte erzielt werden. Der nächste Entwicklungsschritt wird der Einsatz neuer Instrumente wie digitaler Zwillinge sein, die einen weiteren technologischen Meilenstein in der Produktentwicklung für die Dichtungsbranche darstellen. Indem die reale und virtuelle Welt miteinander verbunden werden, kann man zudem Methoden der künstlichen Intelligenz einsetzen, um Konzepte und Modelle an bestehenden Produkten zu validieren und – in Kombination mit fortschrittlichen Simulationstechniken – neue Produkte präzise und zielorientiert zu entwickeln. Im Hinblick auf die voranschreitende Digitalisierung und Automatisierung werden diese Methoden immer wichtiger und ermöglichen eine genauere, schnellere und individuellere Entwicklung neuer Produkte als je zuvor.

### Fakten für die Konstruktion

- Digitale Prototypen und Zwillinge erleichtern die sichere Konstruktion komplexer Dichtstellen erheblich
- Wer nicht über das notwendige Know-how verfügt, greift besser frühzeitig auf Spezialisten zurück

### Fakten für den Einkauf

- Die Simulation generiert alle relevanten Daten für eine Beschaffung ohne Überraschungen

### Fakten für das Qualitätsmanagement

- Perfekt simulierte Dichtstellen stellen die Qualität des Endproduktes sicher

### Weitere Informationen

Dätwyler  
www.datwyler.com

 **DICHT!digital: Zum Lösungspartner**

 Von Dr. Rudolf Randler, Head of Simulation

 Raphael Kaelin, Head of Testing

 Adrian Haueter, Head of Flow and Process Simulation

# Dichtstellen: Komplexität verantwortungsbewusst beherrschen

## Worauf Konstruierende achten sollten oder: Die hohe Kunst des Kompromisses

**BRANCHENÜBERGREIFEND DICHTUNGSTECHNIK ALLGEMEIN – Dichtstellen zu konstruieren ist komplex und immer ein Kompromiss. Das macht es nicht leicht, diese Aufgabe verantwortungsbewusst zu erfüllen. Das Online-Forum „Dichtstellen konstruieren und auslegen“ am 03.05.2022, das auch noch on-demand genutzt werden kann, bot in diesem Kontext viele Impulse und Praxistipps.**

Viele Konstruierenden sind sich wohl ihrer Verantwortung für die spätere Funktion eines Bauteils oder eines Produktes bewusst. Das ändert nichts daran, dass ihre Spezifikation gemäß der Anforderungen an die Dichtstelle eine große Herausforderung in der Praxis ist. Das liegt teils an der Fokussierung auf die Dichtung selbst, teils wird die Funktion des späteren Produktes unterschätzt oder sie ist einfach nicht bekannt. So werden Fehler bei der Auslegung gemacht werden, die sich durch den gesamten Produktionsprozess bis zum Einsatz der Dichtung in einer Dichtstelle ziehen können. Und je später sie entdeckt werden, um so höher sind die Folgekosten.

Parallel dazu steigen die Anforderungen in klassischen Themenfeldern, z.B. durch neue Normen, aber auch in Bereichen, in denen konstruktiv Neuland betreten wird. Allerdings stehen Konstruierende auch neue Möglichkeiten – angefangen bei den Materialien über Simulationen bis zum Rapid Prototyping – zur Verfügung, um die Anforderungen auch im Rahmen der unterschiedlichen Entwicklungskonzepte zu erfüllen.

### Warum ist eine Dichtstelle ein Kompromiss?

Die optimale Dichtstelle ist abhängig von den spezifischen Gegebenheiten, liegt damit quasi „Im Auge des Betrachters“ und ist auch eine Frage ihrer Definition. Das fängt bei einer einfachen Tatsache an: „100% dicht“ gibt es nicht. Und an eine bestmögliche Dichtstelle stellen Konstruktion, Einkauf, Fertigung, Qualitätssicherung, Montage, After Sales ihre eigenen, ganz spezifischen Anforderungen. Ergo ist die optimale Dichtstelle immer ein Kompromiss. Allerdings haben Konstruierende eine hohe

Verantwortung für die spätere Funktion von Komponenten und Produkten. Inwieweit die falsche Auslegung einer Dichtstelle später, z.B. hinsichtlich einer Produkthaftung, Folgen haben könnte oder eben nicht, kann branchen- und bauteilbezogen sehr unterschiedlich sein. Es wurde in diesem Forum aber mehrfach darauf hingewiesen, dass dieser Aspekt nicht unterschätzt werden sollte. Dass Konstruierende teilweise nicht wissen, welche Anforderungen an Produkte gestellt werden, in denen sie eingesetzt werden, ist ein Problem, das man letztendlich nur durch die Klärung aller relevanten Rahmenparameter lösen kann.

### Eine Zeichnung ist ein Vertragsbestandteil

Vor diesem Hintergrund wurde in den Vorträgen die Bedeutung von richtigen Zeichnungen nach neuesten Normen und einer systemischen Vorgehensweise bei der Dichtstellenkonstruktion – bis zur Berücksichtigung des späteren Fertigungsverfahrens und der Montage – betont. Konstruierende brauchen also ein umfangreiches und aktuelles Wissen. Eine Vorgehensweise nach dem Motto „Das haben wir schon immer so gemacht“ scheint mit Blick auf den Stand der Technik nicht ratsam. Normen bieten zwar eine wichtige Orientierung, allerdings folgen sie immer einer Entwicklung. Ein umfangreiches Wissen brauchen Konstruierende allein schon, um Kompromisse im Kontext ihrer Verantwortung abschätzen zu können.

*„Ohne systemische Vorgehensweise und der umfassenden Klärung aller Rahmenparameter ist keine sinnvolle Auslegung einer Dichtstelle möglich.“ –*

*Simon Treiber, Geschäftsführer, Berger S2B GmbH*



### Licht und Schatten der Digitalisierung

Auch bei der Konstruktion von Dichtstellen hat die Digitalisierung längst Einzug gehalten. Simulationen, CAD-Programme etc. sind Standard. Was den Konstruktionsalltag einerseits erleichtert und schon im frühen Stadium eine Absicherung der Dichtfunktion einer Dichtstelle erlaubt, hat andererseits Schattenseiten. Die Digitalisierung „automatisiert“ Fehler, d.h. spätere Probleme, die z.B. in einer Zeichnung ihren Ursprung haben – seien es Konstruktionsfehler oder einfach nur die Nichtberücksichtigung des späteren Fertigungsverfahrens. So wurde z.B. anhand von Flüssiglichtsystemen sehr deutlich gemacht, welchen Einfluss die Konstruktion eines Bauteiles auf die spätere reibungslose und effiziente Fertigung hat.

Ein anderes Thema sind Kennwerte, die zur Auslegung verwendet werden und mit denen u.a. in Simulationen gearbeitet wird. Hier wurde deutlich, dass heute vielfach verwendete Kennwerte – wie z.B. Ra und andere – nicht für die Auslegung geeignet sind. Auch die Verwendung „falscher“ Kennzahlen wird im Zuge der Digitalisierung „automatisiert“. Da ist viel Sorgfalt geboten und auch ein Überdenken der Vorgehensweise geboten.

Natürlich wurde in Vorträgen auf die Bedeutung der Simulation von Dichtstellen hingewiesen – nicht nur, weil sie im frühen Konstruktionsstadium, die richtigen Rahmenparameter vorausgesetzt, einen hohen Erkenntnisgewinn bietet. Anhand von Flanschdichtstellen wurde verdeutlicht, dass sich diese ohne FEM gar nicht berechnen lassen. Leider werden in der Praxis aber immer noch rechnerische Ansätze verwendet, die die Komplexität dieser Dichtstellen nicht berücksichtigen und daher weder praxisgerecht sind, noch dem Stand der Technik entsprechen.

Die Digitalisierung wirkt sich auch beim Prototyping, z.B. per 3D-Druck, aus. Diese Technik gehört heute zum Standardrepertoire in der Konstruktion. Allerdings bieten neue 3D-Druckverfahren wie das Reactive Liquid Additive Manufacturing (RLAM) interessante Optionen für die Serie, womit eine



DICHT!digital: Weitere Infos zur Berger S2B-Anwendungsberatung



DICHT!digital: **Zum Lösungspartner**

„Schnittstelle“ für eine erfolgreiche Dichtstelle entfällt.

### Entwicklungspartnerschaften werden immer wichtiger

Bei den Themen „Materialauswahl“ und „Fertigungsverfahren“ wurden viele Herausforderungen für Konstruierende deutlich. Die Vielfalt ist groß und bei Materialien entstehen durch Beschichtungen und Oberflächenbehandlung nochmals neue Möglichkeiten. Und so wurde auch bei diesem Forum der frühe Kontakt zu Lösungspartnern bzw. Entwicklungspartnern empfohlen. Hier setzen z.B. Konzepte wie das Partnered Engineering an.

Ein frühzeitiger Kontakt verkürzt i.d.R. nicht nur Projekte, – ein Aspekt der heute immer wichtiger wird – er macht sie auch effektiver. Dies liegt u.a. daran, dass es Konstruierenden von Dichtstellen oft schwerfällt, den Überblick über alle Optionen zu behalten. Ein weiterer Blick über den Tellerrand ist darüber hinaus wichtig, wenn die Dichtstelle in einem Bauteil sitzt, mit dem technologisches Neuland betreten wird. Erfahrungen werden dann zwar nicht unwichtig, reichen aber u.U. nicht zur „bestmöglichen“ Lösung einer Fragestellung. Dies wurde schon an der ganz einfachen Thematik „Fest- oder Flüssigdichtsystem“ deutlich. Bei Bauteilen wie Gehäusen in der Elektronik- oder Elektrotechnik muss man sich vielleicht gar keine Gedanken über Dichtstellen machen, weil es sie bei Abdichtung und Verguss per Low Pressure Molding im klassischen Sinne nicht mehr gibt.

### Fazit

Eines hat dies Forum deutlich gemacht – für Konstruierende von Dichtstellen wird es auch in Zukunft nicht leichter. Die Komplexität nimmt zu, da Anforderungen steigen, zunehmend Neuland betreten wird, aber zeitgleich auch mehr Möglichkeiten zur Lösung der jeweiligen Aufgabenstellungen zur Verfügung stehen. Das Forum bot einen guten Überblick, welches die Stellschrauben für bessere Dichtstellen sind. Und es machte klar, dass eine Fokussierung auf Dichtelemente immer „zu kurz gesprungen ist“. Auch ist der Austausch mit den Kolleg:innen entlang der Wertschöpfungskette einer Dichtstelle wichtig, denn hier entsteht der Kompromiss. Ist dieser nicht ausgewogen, werden vielleicht Teile in ein Produkt eingebaut, die nicht den konstruktiven Vorgaben entsprechen. Aus Sicht der Konstruktion ist dies zu vermeiden. Denn wenn es zu Produkthaftungsfragen kommt, ist die Konstruktion ein zentraler Ansprechpartner. Dass das Forumsthema Anlass zu vielen Gesprächen gab, zeigt die

Netzwerksessions, in denen Teilnehmende die vielfältigsten Aspekte diskutierten.

Das Forum steht als On-demand-Forum allen Interessierten bis zum 15.09.2022 zur Verfügung. Hier haben Interessierte Zugriff auf die Vortragsmitschnitte sowie den Talk, die Vortragsunterlagen und können Kontakt zu den Referierenden aufnehmen. Wir werden das Thema weiter verfolgen, denn auch in Zukunft liefern neue Ideen und Lösungsansätze Impulse für die hohe Kunst des Kompromisses bei der Konstruktion von Dichtstellen.

### Weitere Informationen

ISGATEC GmbH  
www.isgatec.com



Von Holger Best,  
Content-Manager



DICHT!digital: Das Forum on-demand  
buchen



**FLUX**

Mehr als nur Pumpen

## Pure Power. VISCOPOWER.

### Die modernste mobile Exzentrerschneckenpumpe

- Ideal für viskose, zähflüssige oder abrasive Medien
- 60 % mehr Förderleistung
- Intuitiv und schnell zu zerlegen und reinigen
- 100 % Made in Germany

### 15 % Neueinführungsrabatt\* für DICHT! Leser

Erleben Sie selbst die pure Power von VISCOPOWER!

[viscopower.flux-pumps.com](http://viscopower.flux-pumps.com) | +49 7043 101 0

\*Bestelleingang bis 30.06.2022, einmalig anwendbar auf Pumpe, exkl. Motor und Zubehör

Rabatt-  
Code  
DICHT22

MADE IN  
GERMANY

# Sichere Dichtverbindungen aus Sicht der Schraubtechnik

## Konstruktive Hinweise und deren Historie

**BRANCHENÜBERGREIFEND STATISCHE DICHTUNGEN** – Es gibt oft technische Mittel und Wege, die auf den ersten Blick scheinbar die Lösung für ein Problem bieten. Auf den zweiten Blick und genauer betrachtet, werden systembedingte Grenzen deutlich – und Probleme in der Praxis sind dann eigentlich vorprogrammiert. Thema dieser Ausgabe sind Dichtverbindungen zur Abdichtung von zwei Bauteilen.

Bei einer Dichtverbindung wird zur Abdichtung zweier Bauteile ein Dichtelement, i.d.R. aus Weichstoff, Metall-Weichstoff oder Metall, verwendet (Bild 1). Dichtverbindungen sind oft Schraubverbindungen mit Dichtelementen und damit sehr komplexe Systeme. Grundsätzlich gilt: Das Wichtigste an der Schraubverbindung sind die Konstruktion und das bzw. die Verbindungselement/e. Die einzuhaltenden Grundbedingungen stehen z.B. in verschiedenen Büchern zu Schraubverbindungen, aber auch in der VDI 2230 Blatt 1 [1] und – für Verbindungen mit mehr als einer Schraube – in der VDI 2230 Blatt 2:2014-12 [2]. Nebenbei: Die VDI 2230 weist keine Berechnung für Dichtverbindungen mit Dichtungen im Kraft Hauptschluss auf (siehe Bild 3.1/1 des Blattes 1 der Norm).

### Die Historie

Interessant sind die historische Entwicklung und die Aussagen in der jeweiligen Zeit zu Schraubverbindungen (Tab. 1). Diese Aussagen aus den Büchern zu „Schraubverbindungen“ [3-7] stellen den jeweiligen Stand der

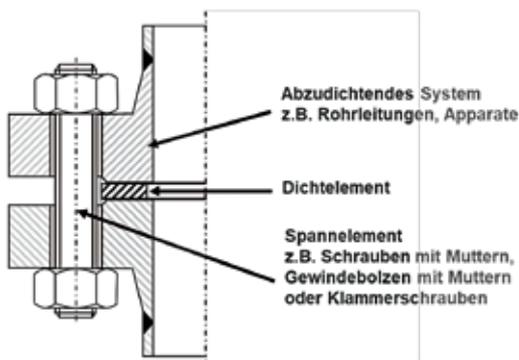


Bild 1: Dichtverbindungen (Bild: Peter Thomsen)

Bild 2: Untersuchung des Setzverhaltens verschiedener Dichtungsarten (Bild: Peter Thomsen)

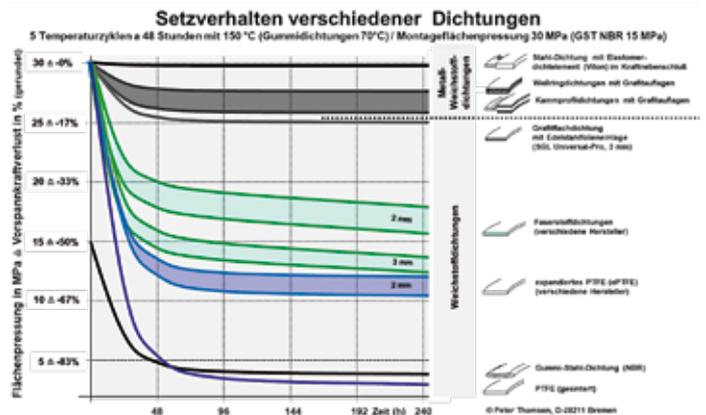


Bild 3: Untersuchungsergebnisse zu (Bild: Peter Thomsen)

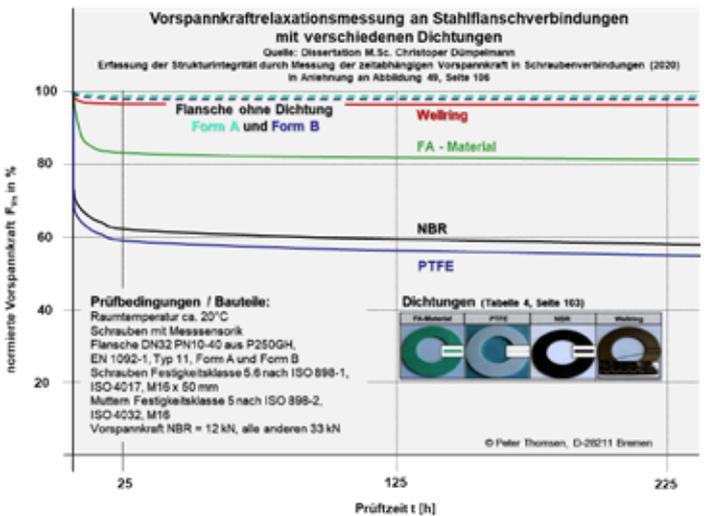
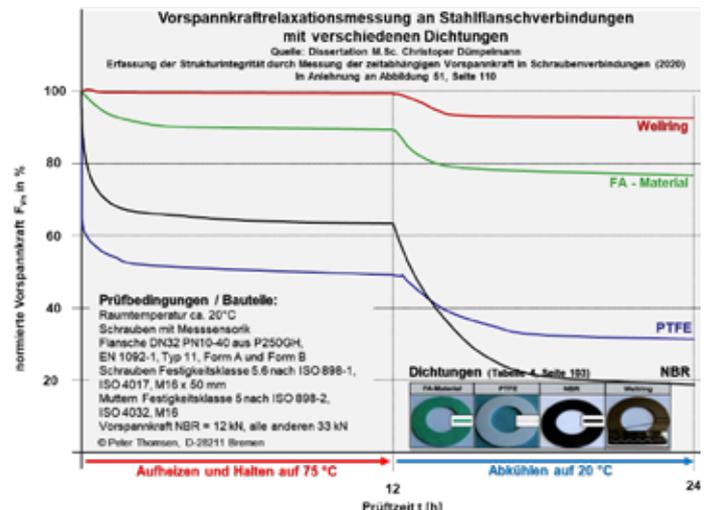


Bild 4: Untersuchung mit Temperatureinfluss [8] (Bild: Peter Thomsen)



Zeit	Quelle	übliche Dichtungen	Vorspannkraft	Relaxation	Schwarz-Weiß-Verbindungen Isolierverbindungen
1940	Berechnung und Gestaltung von Schraubverbindungen Dr. Ing. habil. H. Wiegand und Ing. B. Haas Verlag Julius Springer Berlin	Weichstoffdichtungen z.B. Elastomer Kork	Für die Bemessung der Flanschverbindungs-schrauben ist die auf eine Schraube entfallende Vorspannkraft maßgebend, deren Vergrößerung durch Wärmedehnungen unbedingt berücksichtigt werden muss. Die anzuwendende Vorspannkraft wird meist gleich dem 1,5fachen des erforderlichen Dichtungsdruckes gewählt. Normalerweise dürfte ein Dichtungsdruck gleich dem 3fachen Dampfdruck ausreichen. Das Loswerden bei höheren Temperaturen kann meist durch festeres Anziehen oder durch Unterlegscheiben aus einem Werkstoff mit größerer Wärmeausdehnung ausgeglichen werden.	Im Betrieb tritt durch Kriechen und Glattrücken von Unebenheiten ein sog. „Setzen“ ein, für das die Hersteller von Rohrleitungen ihre Erfahrungswerte besitzen und das sich in der Größenordnung von 50% der Montagespannung.	Erhöhte Korrosion kann man vermeiden, wenn man die beiden Metalle durch Zwischenschichten voneinander isoliert, ... Als isolierende Unterlegscheiben eignen sich entweder Kunststoffe oder besser Metalle, die keine Potentialdifferenz gegenüber dem unedleren Teil haben.
	dito Zweite Auflage Springer-Verlag OHG Berlin/Göttingen/ Heidelberg	Gummi/Asbest (IT-Dichtung)	Die Vorspannung $P_v$ einer Schraubenverbindung bei der Montage muss so groß gewählt werden, dass beim Wirken der Betriebskraft $P_B$ noch eine ausreichende Vorspannkraft $P_{vmin}$ verbleibt, um ein Lockern der Schraubenverbindung zu verhindern und außerdem die konstruktiv erforderlichen Klemmkräfte zu erhalten. Die beste Sicherung gegen Losdrehen ist eine ausreichende Vorspannung. Aus ihnen ist zu entnehmen, dass wohl, abgesehen von besonderen Fällen, für die Vorspannung die 2 bis 3,5fache Höhe der Betriebsspannung eingesetzt werden darf.	Die beste Sicherung gegen Losdrehen ist eine ausreichende Vorspannung. Daher dürfen auch mitverspannte Unterlegscheiben keinesfalls aus plastischen oder quasiplastischen Stoffen, z. B. Kunststoff, bestehen, wenn Wert auf einen möglichst geringen Vorspannkraftverlust im Lauf der Zeit gelegt wird.	Daher dürfen auch mitverspannte Unterlegscheiben keinesfalls aus plastischen oder quasiplastischen Stoffen, z. B. Kunststoff, bestehen, ...
1962	dito Dr.-Ing. H. Wiegand und Dr.-Ing. K.-H. Illgner Dritte Auflage Springer-Verlag Berlin/Göttingen/ Heidelberg				
1988	Schraubenverbindungen H. Wiegand, K.H. Kloos W. Thomala Vierte Auflage Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH	dito PTFE ab 1992 Asbestverbot ↓ Faserstoff mit Elastomer-binder Grafit	Hohe Vorspannkraft sind bei zügig und/oder schwingungsbeanspruchten Schraubverbindungen erforderlich, wenn die Verbindungen Dichtfunktion zu erfüllen haben ...	Zur Vermeidung unzulässig großer Setz- und Kriechbeträge sollten keinesfalls plastische oder quasielastische Elemente (Dichtungen) mitverspannt werden.	
2007	dito 5. Auflage Springer Verlag		Ausreichend hohe Vorspannkraft.		
2021	Anmerkung des Verfassers diverse „Technische Informationen“	Metall-Weichstoff-Dichtungen	Vorspannkraft > 70% $R_{p0,2}$ siehe Technische Information „Optimale Schraubenauslastung“	Relaxationswert nach EN 13555 $P_{QR} > 0,9 = 10\%$ in Ausnahmen > 0,8 = 20%	elastische oder quasielastische Werkstoffe für Dichtungen nur im Kraftnebenschluss verwenden!

Tab. 1: Stand der Technik bei Dichtverbindungen in der historischen Entwicklung (Quelle: Peter Thomsen)

Technik zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dar. Sie zeigen eine aufschlussreiche Entwicklung auf. In der älteren Vergangenheit wird noch auf Dichtungen und ihr Relaxationsverhalten, auf Vorspannkraftverluste um 50% und mehr, eingegangen. Seit 1988

wird darauf hingewiesen, dass Dichtungen nicht im Kraftschluss verspannt werden sollten: „Zur Vermeidung unzulässig großer Setz- und Kriechbeträge sollten keinesfalls plastische oder quasielastische Elemente (Dichtungen) mitverspannt werden.“ [6]. Damit wäre die

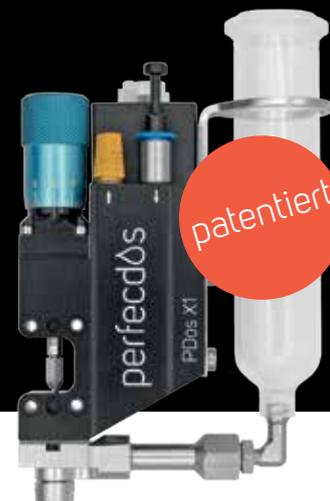
klassische Flanschverbindung mit relaxierenden Dichtwerkstoffen „gestorben“.

Ein Versuch einer Erklärung zu dieser Entwicklung ergibt sich aus der Entwicklung der üblichen Flanschverbindungen. Diese ent-

 DICTdigital: **Zum Lösungspartner**

# perfecdos

perfekt dosiert



Kontaktlose Mikrodosierung –  
**EINFACH. SCHNELL. HOCHPRÄZISE.**  
PDos X1 – Dosierperformance auf einem neuen Level



ENGINEERED & MADE IN  
 GERMANY  
www.perfecdos.com

sprechen dem Stand der Technik aus den 30er Jahren des letzten Jahrtausends. Im Gegensatz dazu ist bei der Auswahl von Dichtungen vieles beim Alten geblieben und in der Praxis setzten sich immer noch Entscheidungen über die Grundsätze zu Schraubverbindungen hinweg. So halten sich Dichtwerkstoffe, die eine hohe Relaxation der Schraubverbindung verursachen und in Anlagen zu finden sind. Da ist es dann auch nicht verwunderlich, dass Dichtungen als Versagensursache von Dichtverbindungen und damit Anlagenausfällen einen großen Anteil haben.

Ein Grund für solche Dichtungsentscheidungen mögen höhere Preise für verschiedene Dichtungen sein – wobei allerdings die tatsächlichen Folgekosten diverser Dichtungsarten und -werkstoffe in der Praxis oft nicht im Zusammenhang betrachtet werden. Unter TCO-Betrachtungen sind die günstigsten Dichtungen die, die wenig Anlagenausfälle verursachen und lange Standzeiten haben, was dann oft für Metall-Weichstoffdichtungen wie Kammprofil-, Spiral- und Wellringdichtungen spricht. Aber auch die gesetzli-

chen Anforderungen an Dichtungen werden in der Praxis nicht immer nicht eingehalten.

Besonders auffällig ist der Wandel bei Schwarz-Weiß- und Isolierverbindungen. Während man 1940, wenn auch eingeschränkt, Unterlegscheiben aus Kunststoff empfahl, (diese erlauben nur sehr niedrige Schraubenvorspannkraft mit  $\approx 10\%$  Schraubenauslastung) wurden diese 1962 verboten. Die Gefahr des selbsttätigen Lösens war zu groß. Ab 1988 wurde dann das Mitverspannen, „[...] elastischer oder quasiplastischer Werkstoffe (Dichtungen) [...]“ [6] aus naheliegenden Gründen untersagt.

### Aktuelle Untersuchungen und Erfahrungen

Eigene Untersuchungen zum Setzverhalten verschiedener Werkstoffe kamen zu den Ergebnissen in Bild 2. Aus Blick der Schraubentechnik sind also Dichtungswerkstoffe mit hohem Setzpotenzial bereits seit mehr als 30 Jahren nicht zulässig. Extrem hohes Setzpotenzial haben Weichstoffdichtungen aus Faserstoff 2 mm mit  $\approx 40\%$  und 3 mm mit

$\approx 60\%$ , PTFE mit  $\approx 90\%$ , ePTFE mit  $\approx 60\%$  und aus Elastomeren mit  $\approx 85\%$ . Lediglich Flachdichtungen aus Grafit liegen in einem schraubtechnisch noch gerade akzeptablen Rahmen mit  $\approx 17\%$ . Es fällt auf, dass Dichtungen aus Faserstoff anhaltend fließen. Metallweichstoffdichtungen liegen, je nach Hersteller, bei deutlich niedrigeren Vorspannkraftverlusten zwischen 10 und 15%. Wird das Dichtelement in den Kraftnebenschluss gelegt, gibt es so gut wie keine dichtungsbedingten Vorspannkraftverluste. Ähnliche Werte ermittelte Dr. Christoph Dümpelmann in seiner Dissertation [8]. Bild 3 zeigt das Relaxationsverhalten verschiedener Dichtelemente. Dazu ist hier Folgendes beschrieben: „Bei der Wellringdichtung (Hinweis: Wellringdichtungen mit Auflagen sind Metall-Weichstoff-Dichtungen) findet nach dem Setzen weiterhin ein messbarer Vorspannkraftverlust statt. Dieser ist jedoch deutlich geringer gegenüber den drei Weichstoffdichtungen. In der Wellringdichtung ist, wie der Name bereits erläutert, ein mit konzentrischen Wellen verformtes Blech verbaut. Dies wirkt wie eine metallische Feder und ist deshalb relaxationsunabhängig, vgl.



DICHT!digital: Melden Sie sich noch heute für die 21. ISC 2022 an!

# 21<sup>st</sup> ISC

## International Sealing Conference Internationale Dichtungstagung

Stuttgart, Germany  
Oct. 12 – 13, 2022



[www.sealing-conference.com](http://www.sealing-conference.com)

Eine Kooperation von



Tab. 4. Die Weichstoffdichtungen weisen ein stärkeres Kriechen auf. Wie bereits erläutert, zeigt die PTFE Dichtung auch hier ihr extremes Fließverhalten mit der Konsequenz eines großen Vorspannkraftverlustes. Bei der Montage der NBR-Dichtung ist es nahezu unmöglich, die gewünschte Vorspannkraft einzustellen, da ein schnelles Kriechen stattfindet.“

Weitere Werte wurden in [8] in einem kürzeren Messzeitraum bei zusätzlichem Temperatureinfluss ermittelt (Bild 4) und wie folgt beschrieben: „Qualitativ verhalten sich die beobachteten Systeme gleich zu denen der Raumtemperatur, jedoch mit größeren Vorspannkraftverlusten bei wesentlich kürzerer Prüfzeit.“

### Fazit

Im Sinne der Schraubentechnik sind Dichtungswerkstoffe mit hohem Setzpotenzial bereits seit mehr als 30 Jahren nicht zulässig. Werden Dichtungen aus relaxierenden Werkstoffen ersetzt, werden Anwendende den Anforderungen an eine geschraubte Dichtverbindung gerecht. Das spart Kosten, erhöht die Betriebssicherheit der Anlagen und dient dem Klima- und Umweltschutz.

### Literatur

- [1] VDI 2230 Blatt 1:2015-11, Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubverbindungen - Zylindrische Einschraubverbindungen
- [2] VDI 2230 Blatt 2:2014-12, Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubverbindungen - Mehrschraubverbindungen
- [3] Berechnung und Gestaltung von Schraubverbindungen, Dr. Ing. habil. H. Wiegand und Ing. B. Haas, Reihe Konstruktionsbücher Nr.5, Verlag Julius Springer, Berlin, 1940
- [4] Berechnung und Gestaltung von Schraubverbindungen, Dr. Ing. habil. H. Wiegand und Ing. B. Haas, Reihe Konstruktionsbücher Nr.5, Zweite Auflage, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1951
- [5] Berechnung und Gestaltung von Schraubverbindungen, Dr. Ing. H. Wiegand und Ing. B. Haas, Reihe Konstruktionsbücher Nr.5, Dr.-Ing. H. Wiegand und Dr.-Ing. K.-H. Illgner, Dritte Auflage, Springer-Verlag OHG, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1962
- [6] Schraubverbindungen, Reihe Konstruktionsbücher Nr.5, H. Wiegand, K.-H. Kloos, W. Thomala, Vierte Auflage, H. Wiegand, K.-H. Kloos, W. Thomala, Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1988, ISBN 978-3-540-17254-3 und 978-3-662-09819-6 (eBook)
- [7] Schraubverbindungen, H. Wiegand, K.-H. Kloos, W. Thomala, 5. Auflage; Verlag Springer Berlin Heidelberg New York, 2007, ISBN-13 978-3-540-21282-9
- [8] Erfassung der Strukturintegrität durch Messung der zeitabhängigen Vorspannkraft in Schraubverbindungen, universi - Universitätsverlag Siegen, 2020, ISBN 978-3-96182-074-0

### Weitere Informationen

Peter Thomsen-Industrie-Vertretung  
Vertriebs- und Ingenieurbüro  
[www.thomsen-bremen.de](http://www.thomsen-bremen.de)



Von Peter Thomsen, Inhaber



DICTdigital: Ein Pumpenleben lang begleitet. Überzeugen Sie sich!



DICTdigital: **Zum Lösungspartner**

**ETWAS MEHR ZU TUN, ALS WIR TUN MÜSSEN, IST AUCH BEIM SERVICE UNSER PRINZIP.**

Lösungen und Know-how für die Entnahme, Aufbereitung sowie Auftragung verschiedenster Materialien – für halb- und vollautomatisierte Montageprozesse.

# Beschichtung im „Rubber Valley“

## Ein technischer Reisebericht

**BRANCHENÜBERGREIFEND MASCHINEN UND ANLAGEN – Rund um den norditalienischen Lago d’Iseo stellen so viele Unternehmen Bauteile aus Elastomeren her, dass die Region von Insidern „Rubber Valley“ genannt wird. Da viele Teile nach der Produktion mit Gleit-, Haft- oder Effektlacken beschichtet werden, ist im Umkreis von 10 km die weltweit größte Ansammlung von moderner Beschichtungstechnologie im Einsatz.**

An den Ufern des Lago d’Iseo ist Italiens Gummiindustrie zuhause: Hier fertigen rd. 200 Firmen Elastomer-Bauteile, u.a. für die Automobil-, die Luftfahrt- sowie Möbelindustrie. Jedes Jahr verlassen dort produzierte Komponenten im Wert von mehreren Mrd. € die Region. Die vielen Milliarden Kleinteile – z.B. O-Ringe und andere Dichtungen für Maschinen, Fahrzeuge und Beschläge – müssen mit Gleit-, Haft- oder Effektlacken beschichtet werden. So sind im „Kielwasser“ der Hersteller viele Lohnbeschichter entstanden.

Speziell diejenigen, deren Kunden aus der Automobil- und Luftfahrtindustrie höchste Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit fordern, setzen seit langem Rotamaten von Walther Trowal ein: Im Umkreis von 10 km sind das zurzeit 17 Maschinen. Hinzu kommen zwei Anlagen am Lago Maggiore und eine knapp 50 km entfernt in Treviso.

### Höchste Prozesssicherheit erforderlich

Der erste Lohnbeschichter, der Rotamaten einsetzte, war Interseals (Bild 1) in Capriolo. Das Unternehmen stellt O-Ringe und zeichnungsgebundene Formteile aus Elastomeren her und beschichtet neben den eigenen Produkten auch Teile anderer Hersteller in Lohnarbeit. Dabei hat sich das Unternehmen u.a. durch die Beschichtung mit Mehrkomponenten-Lacken einen Namen gemacht. Die erste Maschine für das Trommelbeschichten von Kleinteilen mit Gleitlack wurde hier 2009 in Betrieb genommen. Heute arbeitet Interseals in Capriolo mit drei Rotamaten R 90 (Füllvolumen bis 50 l) sowie einem R 90C (Füllvolumen bis 75 l), die mit einem Trommeldurchmesser von 800/850 mm für etwa 50/100 kg Gewicht und ein Fassungsvermögen von 50/75 l ausgelegt sind. Jeder Rotamat beschichtet im Durchschnitt pro Jahr fast 40 Mio. Teile mit wasserlöslichen Lacken. Dabei wird höchsten Anforderungen Rechnung getragen: Denn wenn es nur darum geht, ein Montageelement mit etwas Teflon zu beschichten, reichen ein Betonmischer aus dem Baumarkt und die Düse eines Gartenschlauchs. Wenn aber über hochwertige 2K-Beschichtungen, Reproduzierbarkeit und Audits geredet wird, ist die Prozesssicherheit moderner Beschichtungssysteme gefragt.

### Breites Anwendungsspektrum der Kleinteilbeschichtung

Wer sich einen vollständigen Überblick über die Anwendungsmöglichkeiten eines Rota-

maten verschaffen und diese Maschinen im täglichen Routineeinsatz sehen will, findet am Lago d’Iseo auf engstem Raum ein breites Spektrum. Allein für die Gleitlack-Beschichtung von O-Ringen, Dichtungen und anderen Bauteilen aus Elastomeren können Interessierte hier zwölf Rotamaten erleben. Wenige Schritte entfernt werden zwei Maschinen für die Dekorationsbeschichtung von metallischen Werkstücken für die Modeindustrie eingesetzt. Ein Stück weiter beschichten mehrere Anlagen Teile aus Kunststoff für die Möbelindustrie, z.B. Griffe und andere Beschläge, mit wasser- und lösungsmittelbasierten Effekt- und Funktionslacken. Zwei weitere Rotamaten werden für die Beschichtung von Verbindungselementen für die Luftfahrtindustrie eingesetzt, teilweise für sicherheitsrelevante Komponenten, bei denen es höchste Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit ankommt.

### Entwicklung der Rotamat-Technik

Auch die erste, vor 13 Jahren bei Interseals in Betrieb genommene Maschine arbeitet nach wie vor zuverlässig. Dennoch ist die Zeit nicht stehengeblieben. Mit neuer Sprühtechnik (Bild 2), exakter Volumenstrom-Regelung, intuitiver Bedienung und der Integration in die Datenwelt der Anwender wurden die Maschinen kontinuierlich an steigende Anforderungen angepasst.

Neue Sprühpistolen verteilen das Beschichtungsmaterial homogen auf der Oberfläche

### Die Technik im Detail

Bei der Massenkleinteilbeschichtung in Rotamaten handelt es sich um ein Heißtrommelverfahren, mit dem Kleinteile in einer geschlossenen, sich drehenden Sprühkammer beschichtet werden. Das Verfahren eignet sich für Teile aus unterschiedlichen Kunststoffen, wie z.B. aus Elastomeren, ABS, PC, PS und anderen, sowie aus Metallen oder Holz. Es können sowohl wasserbasierende, als auch lösemittelhaltige Lacke verarbeitet werden. Die Teile werden nicht mehr einzeln in Gestelle eingehängt, sondern in großen

Stückzahlen in die Trommel der Rotamaten gekippt. Ein – optional zwei – Sprühautomaten tragen das Beschichtungsmaterial gleichmäßig auf die sich übereinander abrollenden Massenkleinteile auf. Während des Beschichtungsprozesses wird warme Luft verwirbelungsarm in die Sprühtrommel eingeleitet, um die zu beschichtenden Werkstücke auf die erforderliche Temperatur zu bringen. Dabei wird die Werkstücktemperatur direkt und permanent von einem IR-Sensor gemessen. Ein PID-Regler regelt die Tem-

peratur der Zuluft in Abhängigkeit von der Temperatur der Werkstücke, gleichzeitig bezieht er das echte Luftvolumen mit ein. Er arbeitet so effizient, dass die Maschinen nur noch einen Anschlusswert von wenigen kW haben. Ist die Beschichtung abgeschlossen, werden die Werkstücke über die motorisch schwenkbare Trommel entleert. Ein Nachtrocknen – z.B. in einem Ofen – ist nicht mehr nötig. Sie verlassen die Trommel trocken (Bild 3) und können sofort weiterverarbeitet werden.

 DICT!digital: Die Technik im Video



**Bild 1:** Interseals betreibt im Werk Capriolo vier Rotamaten, bei Pol-Technology sind weitere drei in Betrieb (Bild: C.S.I.)



**Bild 2:** Sprühpistolen verteilen das Beschichtungsmaterial homogen auf der Oberfläche der Elastomerteile (Bild: Walther Trowal GmbH)



**Bild 3:** Die Teile verlassen die Trommel trocken und können sofort weiterverarbeitet werden (Bild: Walther Trowal GmbH)

der Elastomerteile. Gleichzeitig hält die Volumenstromregelung präzise die vorgegebenen Schichtdicken ein. So eignet sich das System auch für Teile mit feineren Strukturen sowie für komplexe Aufgaben, bei denen es auf Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit ankommt. Beispiele sind die 2K-Beschichtung mit pigmenthaltigem Material oder die Beschichtung mit lösungsmittelhaltigen Lacksystemen, die spezielle Anforderungen erfüllen müssen.

Mit dem R 60 hat man sich auf einen weiteren Trend eingestellt: Viele Kunden der Lohnbeschichter stellen immer kompaktere Maschinenkomponenten – wie z.B. Motoren oder Pumpen – her. Dementsprechend werden auch die Dichtungen kleiner. Das Volumen von 50.000 O-Ringen mit einem Innendurchmesser von 3 mm und einer Schnurstärke von 1 mm beträgt z.B. nur noch ca. 0,5 l. Da jedoch immer eine gewisse minimale Füllmenge erforderlich ist, entstand ein Bedarf an Systemen mit kleineren Trommeln. Deshalb hat die Trommel des Rotamaten R 60 ein Füllvolumen von 15 l. Das System verfügt aber sonst über alle anderen Leistungsmerkmale der „großen Geschwister“. So steht Anwendenden eine Maschine zur Verfügung, die sowohl für kleine Chargen als auch für die Bemusterung größerer Teile eingesetzt werden kann.

**Mit einem Start-up in die Zukunft**

Die 2021 gegründete C.S.I. (Centro Servizio

Industriali) schlägt neue Wege ein. Das Unternehmen produziert nicht nur, es forscht und berät auch. Dabei fokussiert es sich auf drei Verfahren:

- das kryogene Entgraten von kleinen Teilen
- das Trommelbeschichten mit Gleitlack
- die Beschichtung mit Plasma- und Parylenanlagen

Das Unternehmen nutzt zwei Rotamaten und nimmt in Kürze einen dritten in Betrieb. Die Erfahrung als Lohnbeschichter nutzt C.S.I., um Unternehmen in der Region vor Ort direkt an den Maschinen zu beraten. Bei vielen Lohnbeschichtern, die in den 80er Jahren gegründet wurden, verabschieden sich jetzt viele erfahrene Spezialisten in den Ruhestand. Das Resultat: Wertvolles Know-how geht verloren. Deshalb bietet das Unternehmen Fortbildungskurse an. Viele Anwender sind überrascht, wenn sie sehen, was man aus den modernen Systemen herausholen kann. Darüber hinaus forscht das Start-up intensiv an neuen Verfahren. C.S.I. verfügt über ein Technikum, dessen Ausstattung deutlich über den üblichen Standard hinausgeht und umfangreiche Analysen im Auftrag der Kunden erlaubt. So haben die Unternehmen aus der Umgebung die Möglichkeit, ihren Auftraggebern gegenüber die Qualität der Beschichtung nachzuweisen – ein wichtiger Aspekt, wenn Kunden aus der Automobilindus-

trie, der Luft- und Raumfahrt sowie der Medizintechnik in Bezug auf Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit lückenlose Dokumentation fordern.

Parallel zur täglichen Produktion und der Materialanalyse im Labor forscht das Start-up zu neuen Werkstoffen. Ein aktuelles Forschungsprojekt befasst sich z.B. mit Festkörperschmiermitteln, die antimikrobielle oder bakterienresistente Eigenschaften besitzen.

**Fakten für die Konstruktion**

- Es können immer kleinere Bauteile beschichtet werden

**Fakten für das Qualitätsmanagement**

- Die neuen Systeme liefern nicht nur höchste Qualität, sondern eine hohe Reproduzierbarkeit und alle relevanten Daten für Audits

**Weitere Informationen**

Walther Trowal GmbH  
www.walther-trowal.com

 Von Frank Siegel,  
Verkaufsleiter Beschichtungstechnik

 DICHT!digital: **Zum Lösungspartner**

Zertifikat abgelaufen?  
Jetzt umstellen auf:  
**KLINGERSIL® C-4240**





Die Trinkwasserversorgung  
ohne Kompromisse –  
Prüfbestätigung  
nach Elastomerleitlinie  
bis März 2026



PRIMUS AWARD  
SIEGER in der Kategorie  
DICHTUNGEN

KLINGER GmbH, 65510 Idstein, Tel. +49 6126 40160, mail@klinger.de, www.klinger.de

# Technische Zeichnungen nach aktuellen Normen erstellen

## Die Funktionsbeschreibung von Oberflächen richtig umsetzen

**BRANCHENÜBERGREIFEND DICHTUNGSTECHNIK ALLGEMEIN – Da die Anforderungen an Produkte immer anspruchsvoller werden und diese zunehmend weltweit gefertigt werden, besteht die Notwendigkeit, diese präzise, vollständig und eindeutig zu definieren. Das ISO-System für Geometrische Produktspezifikationen (GPS) wurde im Lauf der letzten 25 Jahre entwickelt und weiter verbessert, um diesen Bedürfnissen der Industrie hinsichtlich Produkt- und/oder Vertragssicherheit gerecht zu werden.**

Die Normen für die Oberflächenangaben haben eine lange Historie. Mit der Veröffentlichung der DIN 4768 vor mehr als 50 Jahren wurden die Kenngrößen Ra, Rz und Rmax für elektrische Tastschnittgeräte genormt. In der ISO 1302 wurden schon 1978 Vorzugsreihen vorgeschlagen, die seit 2002 nicht mehr unterstützt werden, aber bis heute noch in vielen Zeichnungen als Zahlenwert vorkommen.

Der Ra-Wert hat es bis heute geschafft, sich als Kennwert in vielen Normen, Zeichnungen und Druckschriften zu etablieren. Leider ist der Kennwert nicht der richtige Wert für die funktionelle Beschreibung von dynamischen Teilen, wie z.B. Dichtungen oder Wälzlagern.

Bei der Ra-Angabe gilt seit mehr als 25 Jahren die 16%-Regel. Diese Regel wurde auch 1996 in der Norm ISO 4288 veröffentlicht. Sie wurde von Deutschland vorgeschlagen, da sie schon in den 70er Jahren als DIN-Norm veröffentlicht wurde. Der Ra-Wert ist

$$Ra = \frac{1}{ln} \int_0^{ln} |Z(x)| dx \quad \text{Gl. 1}$$

Aus Bild 1 und Gl. 1 ist ersichtlich, dass der Ra-Wert aus der Fläche A ( $A = ln \cdot R_a$ ) berechnet wird. Dabei wird nicht deutlich, wie hoch oder tief die Oberflächenspitzen oder -täler sind. Der Ra-Wert ist also für die Beschreibung von funktionellen Anforderungen nicht geeignet, weil er fast keine Information über die Oberfläche gibt. In Bild 2 werden die Extremfälle gezeigt, die beim Ra-Wert auftreten können. Vom Plateau bis zu Spitzen kann alles beim gleichen Ra-Wert auftreten. Funktionen können so nicht beschrieben werden. Bei der 16%-Regel, die bei  $Ra = 0,2$  gilt, ist Folgendes definiert:

- Wird einmal gemessen, darf der Messwert 70% des festgelegten Werts nicht überschreiten.
- Wird dreimal gemessen, dürfen die Messwerte den festgelegten Wert nicht überschreiten.
- Wird sechsmal gemessen, darf ein Messwert den festgelegten Wert überschreiten.
- Wird zwölfmal gemessen, dürfen zwei Messwerte den festgelegten Wert überschreiten.

Diese Angabe der 16%-Regel ist sehr alt, doch für Funktionsflächen ist diese Regel nicht geeignet. Hier sollte es keine Abweichung vom definierten Wert geben.

### Messstrecken

Bei vielen Angaben in Druckschriften oder Zeichnungen ist die Messstrecke zu kurz. Was soll der Messtechniker jetzt tun? –

- einen geringeren  $\lambda c$  – Wert nehmen,
- weniger Messstrecken nehmen,
- keine Messung durchführen, weil die Angabe mehrdeutig ist.

Für diese drei Möglichkeiten gibt es keine genormte Maßnahme. International wird festgelegt, dass Konstruierende verantwortlich

sind, dass die Angaben stimmen. Das setzt voraus, dass der Konstruierende die Normen und Vorgaben kennt. Je nachdem, wie ein Messender vorgeht, können sehr unterschiedliche Werte gemessen werden. Bild 3 gibt einen Überblick. Hier wurde die gleiche Messstrecke mit unterschiedlichen  $\lambda c$ -Werten gemessen und jedes Mal ergibt sich ein anderer Wert.

### Fehlstellen

Was sind Fehlstellen? Fehlstellen sind in der DIN EN ISO 8785 genormt. In der DIN EN ISO 4288 steht, dass Fehlstellen (z.B. Kratzer, Riefen etc.) nicht in die Oberflächenmessung einbezogen werden dürfen. Bei Funktionsflächen muss ein Konstruierender das Geometrieelement auch mit Fehlstellen beschreiben – entweder global oder lokal. Wenn keine Fehlstellen vorkommen dürfen, muss am Geometrieelement  $SIMn = 0$  stehen. Werden Fehlstellen nicht beschrieben, kann laut DIN EN ISO 8015 – Grundsatz der bestimmenden Zeichnung – bei Teilen, die Fehlstellen haben, nicht reklamiert werden.

### Messgeschwindigkeit

Die Messgeschwindigkeit ist nicht genormt. Aber es sollten keine Stick-Slip-Effekte vorkommen. Auch darf durch die Vorschubgeschwindigkeit der Tastkopf nicht abheben. Hierfür ist sehr viel Erfahrung beim Messen nötig.

### Funktionelle Kenngrößen

Welche Kennwerte sollten für Wälzagerlaufbahnen und ähnliche Anforderungen vorgesehen werden? Geeignete Kenngrößen sind z.B. die Abbott-Kenngrößen ( $R_k$ ,  $R_{vk}$  und  $R_{pk}$ ). Die in Bild 4 genannten Werte sollten eingehalten sein und das Verhältnis  $R_{pk}/R_{vk}$  sollte  $< 1$  sein, damit eine plateauartige

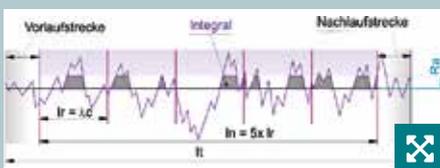


Bild 1: Berechnung des Ra-Wertes (Bild: Ernst Ammon)

Bild 2: Extremfälle des Ra-Wertes (Bild: Ernst Ammon)

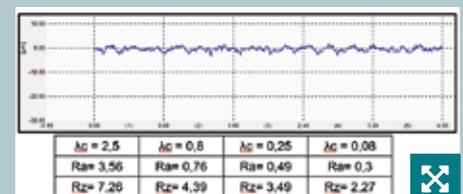
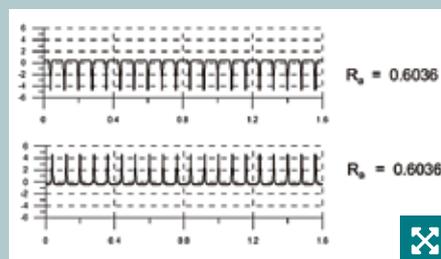
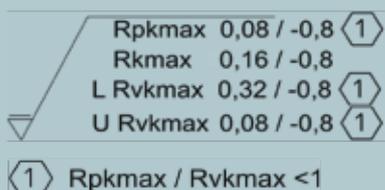


Bild 3: Unterschiedliche Werte – je nach Vorgehensweise der Messenden (Bild: Ernst Ammon)

### Veränderungen der Grundlagen in der Normung

Die Oberflächenangaben haben sich verändert. Bis Ende des Jahres 2021 war die ISO 1302 die Norm für die Zeichnungsspezifikation. Da sie abgelöst wurde, gilt bei nicht starrem Verweis für alte Zeichnungen die ISO 21920-1. Hier sollten sich die Kunden oder Lieferanten einigen, damit sie weiter nach dem alten Zeichnungsstandard liefern können. Die neue Vorgabe nach ISO 21920-1:



In den neuen Normen für die Oberflächenangaben haben sich nicht nur das Symbol und die Schreibregel verändert, sondern auch die Auswertung. Jetzt muss der Messtechniker die Einstellklassen wissen, um richtig auszuwerten. Diese findet er in der ISO 21920-3. In der ISO 21920-2 sind auch neue Kenngrößen enthalten, die die Funktion noch besser beschreiben.

Oberfläche vorhanden ist. In Bild 4 sind bewährte Abbott-Kenngrößen für Laufbahnen von Wälzlagern (Linienkontakt) genannt. Sicher kann man auch die Amplitudendichtekenngrößen mit Ra oder Rq und Rsk, Rku verwenden. Dabei sind Ra- oder die Rq-Kenngröße u.a. für die Bestimmung des  $\lambda_c$ -Werts von Bedeutung. Für plateauartige Oberflächen sollte der Rsk-Kennwert  $< 0$  sein. Der Rku-Kennwert sollte zwischen 3 und max. 20, besser max. 12 liegen. Am Rku-Kennwert kann man sehr gut erkennen, wie mit der Oberfläche umgegangen wurde. Aufgrund des Wertes ist ersichtlich, ob die Teile in einer Linie oder in Einzelschritten, z.B. in Kästen für die Fertigung, immer wieder unterschiedlich gehandelt wurden. Dies kann auch die Lebensdauer der Teile beeinflussen. Wichtig für

den Konstruierenden ist, dass die Abbott-Kenngrößen oder Amplitudendichtekenngrößen verwendet, diese aber vermischt werden. Es müssen entweder die einen oder die anderen Kenngrößen gewählt werden.

### Auswertung von Oberflächen

Um Oberflächen richtig auszuwerten, sollten mindestens 25 Messungen gemacht werden und die Auswertung sollte über das Pearson-Verfahren erfolgen. Mit dieser Art der Auswertung können die Streuung und der Mittelwert sehr gut bestimmt werden. Auch sollte den Konstruierenden mitgeteilt werden, wie groß die Toleranz für ein Bauteil sein darf. Bei dieser Auswertung lassen sich sehr gut Kenngrößen bestimmen, die für die Funktion wichtig sind. In Bild 5 wird ersichtlich, wie eine Auswertung zu erfolgen hat.

### Einlaufverhalten

Zu wissen, wie sich die Oberfläche im Laufe der Zeit verändert, ist wichtig, um frühzeitig Informationen über Schadenseinflüsse zu ermitteln. Dabei ist auch das Einlaufverhalten über die Zeit zu betrachten. So wurde bei der Analyse unterschiedlicher Lager von verschiedenen Herstellern festgestellt, dass sich die Oberfläche auf einen stabilen Wert einstellt – unabhängig von dem Ausgangswert bei der Herstellung. Die Werte dürfen aber nicht weit vom optimalen Wert entfernt sein, denn sonst ergibt sich keine optimale Oberfläche, d.h. die Flächen werden mit der Zeit immer schlechter und fallen aus.

Wenn die Oberflächenkennwerte in der Nähe des idealen Wertes liegen, bedeutet dies, dass Spitzen durch das Einlaufverhalten entfernt werden. Dieser Vorgang führt dazu, dass sich eine sehr dünne Schicht an der Oberfläche bildet, sodass nicht Stahl auf Stahl verschleißt wird, sondern sich zwischen den Stahlpartnern eine andere Schicht ausbildet.

Ist die Oberfläche nicht optimal, dann tritt schon beim Einlaufverhalten eine Vorschädigung ein, die im Lauf der Zeit zu Ausfall führt. In den Versuchen waren die Oberflächen optimal, so dass sogar die Lebensdauerprüf-

stände abgeschaltet werden mussten, weil die Teile das 10fache der Lebensdauer erreichten.

### Dichtungsbeschreibung

Es wurde bisher nur von Wälzagerlaufbahnen für Linienkontakt gesprochen. Bei Punktkontakt ist die benutzte Oberfläche sehr klein. Hier ist die Veränderung nur schwer mit internationalen Kenngrößen an der Kontaktstelle zu untersuchen. Deshalb sollte man die Erfahrungen, die beim Linienkontakt gesammelt wurden, auch hier anwenden. Es wird nur eine größere Oberfläche beschrieben.

### Fazit

Wenn alle Kriterien (Rundheit, Parallelität, Größenmaße etc.) erfüllt sind und die Oberfläche optimal ist, dann wird die rechnerische Lebensdauer ohne Probleme gut erreicht.

### Fakten für die Konstruktion

- Technische Zeichnungen, die nicht gemäß aktueller Zeichnungen erstellt werden, bieten keine Vertragssicherheit
- Kennwerte müssen stringent verwendet werden

### Fakten für das Qualitätsmanagement

- Es sollte eine ausreichende Anzahl an Messungen vorgenommen werden
- Mögliche Toleranzen sind wichtige Informationen für Konstruierende

### Weitere Informationen

Von Ernst Ammon, freier Autor und Referent

DICT!digital: Seminare des Autors

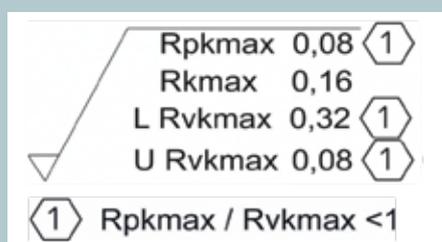


Bild 4: Abbott-Kenngrößen für Laufbahnen von Wälzlagern (Linienkontakt), die eingehalten werden sollten (Bild: Ernst Ammon)

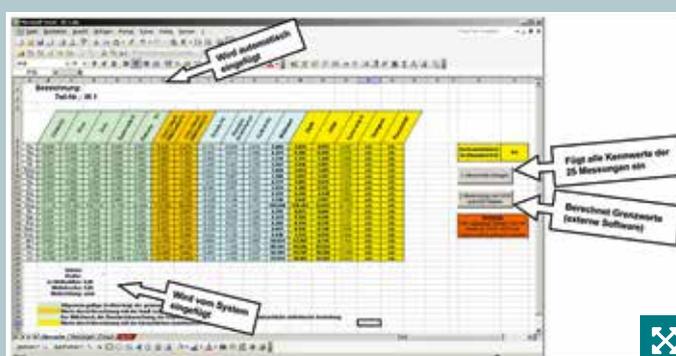


Bild 5: Muster einer Auswertung (Bild: Ernst Ammon)





# Nachhaltiges Kleben: Viele Facetten und hohes Potenzial

## Wo stehen wir heute und wohin geht die Entwicklung?

**BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBSTOFFE, KLEBEBÄNDER – Klebstoffe sind heute weitestgehend noch chemische Produkte und die geklebte Verbindung (fast) nicht zu trennen. Deshalb sind diese unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten kritisch zu betrachten. Diese Sicht auf das Kleben greift viel zu kurz. Die Statements der Expert:innen zeigen die vielschichtigen Nachhaltigkeitsaspekte und -potenziale beim Kleben, was schon erreicht wurde und wohin sich das Kleben weiter entwickeln wird bzw. muss.**



Das Kleben leistet längst in vielen Bereichen Beiträge zur Ökobilanzwirksamkeit  
(Bild: IFAM, Bremen)

Grundsätzlich ist es zu kurz gesprungen, den Fokus auf den „Klebstoff“ zu richten und ihn dann in Kategorien wie „nachhaltig“ oder „grün“ einzuordnen. Vielmehr ist das gefügte Endprodukt unabhängig von der eingesetzten Verbindungstechnik zu betrachten. Die Menge an Klebstoff im geklebten Produkt ist i.d.R. vernachlässigbar. Bei einer Produktbeurteilung dagegen stehen die Materialeigenschaften der Fügebauteile im Fokus, zumal sie es letztlich sind, die die Anforderungen an das jeweilige Produkt zu erfüllen haben. Hierbei besteht die Aufgabe jeder Art von Fügebauteile darin, über das sichere und langzeitbeständige Verbinden hinaus diese ausschlaggebenden Werkstoffeigenschaften im Produkt und dessen Nutzung zu gewährleisten. Genau dabei nimmt die Klebtechnik – im Vergleich zu allen anderen Verbindungstechniken – eine Sonderrolle ein, worauf sich auch ihre Einsatzbreite gründet. Diese Sonderrolle ergibt sich aus ihrer einzig-

artigen Fähigkeit, gleiche, aber insbesondere auch unterschiedliche Werkstoffe sowohl langzeitbeständig als auch sicher unter Erhalt produktrelevanter Fügebauteile-Werkstoffeigenschaften zu verbinden. Dabei können zusätzliche – über das reine Verbinden hinausgehende – Funktionen in das geklebte Produkt integriert werden. Der Erhalt dieser Werkstoffeigenschaften macht es überhaupt erst möglich, steigenden Produktanforderungen, wie z.B. Gewichtsreduzierung, Miniaturisierung, Funktionalisierungserweiterung, Designoptimierung etc., gerecht zu werden. Die Einordnung in „nachhaltig“ oder „grün“ muss sich also auf das Produkt beziehen. Sie muss über die Werkstoffe erfolgen und nicht über die Verbindungstechnik, weil es technisch möglich ist, jede Verbindung wieder zu lösen.

*„Die Klebstofftechnologie besitzt – heute und in Zukunft – das Potenzial, ökologische Anforderungen mit technischen Innovationen zu beantworten.“ –*

*Professor Dr. Andreas Groß,  
Fraunhofer IFAM*



Trotzdem muss das Kleben an sich den veränderten Anforderungen Rechnung tragen. Der Gestaltungsraum in Industrie und Handwerk unterliegt einem kontinuierlichen Veränderungsprozess durch sich ständig ändernde technische, gesellschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen. Dieser Wandel betrifft insbesondere das Kleben, das aufgrund seiner Leistungsfähigkeit heute in fast allen Branchen und Industrien eine unverzichtbare Fügebauteile-Technologie ist. Deshalb müssen geklebte Produkte einerseits sicher sein, d.h. die Produktintegrität muss während der Produktlebenszyklusphase „Nutzung“ kontrolliert werden. Andererseits muss die nachfolgende Pro-

duktlebenszyklusphase „Entsorgung“ (End of Life) berücksichtigt werden. Beide Phasen sind gleichwertig zu betrachten und stehen in keiner Weise in Konkurrenz zueinander. Produktsicherheit und Ökobilanzwirksamkeit gehören also gleichwertig zusammen.

Die daraus resultierende Zusammenführung mündet bei geklebten Produkten in dem Schlüsselbegriff „kontrollierte Langlebigkeit“. Sie verknüpft die Beherrschung der Produktintegrität während der möglichst langen Produktlebenszyklusphase „Nutzung“ mit der gezielten Werkstofftrennung in der Produktlebenszyklusphase „Entsorgung“ (End of Life). Hinsichtlich der im Produktsicherheitsgesetz verlangten Produktintegrität beschreitet die Klebtechnik einen guten Weg: Die Klebstoffherstellungsprozesse sind im Normensinn „beherrschte Prozesse“, die Klebstoffanwendungsprozesse werden zunehmend durch qualitätssichernde Klebnormen national, europäisch und international geregelt und umgesetzt. Hinsichtlich der gezielten Werkstofftrennung in der Produktlebenszyklusphase „Entsorgung“ (End of Life) stellt die DIN/TS 54405:2020-12 „Konstruktionsklebstoffe – Leitlinie zum Trennen und Rückgewinnen von Klebstoffen und Fügebauteilen aus geklebten Verbindungen“ Anwenden, aber vor allem Designer:innen eine Leitlinie zum Trennen geklebter Verbindungen mit dem Ziel der Wiederverwendung der Wertstoffe zur Verfügung.

Nur darf das Kleben bitte nicht auf die Trennmöglichkeit reduziert werden. Das Kerngerüst der Transformation hin zur Kreislaufwirtschaft bilden auch für die Klebtechnik schon heute und in Zukunft die R-Strategien (R1-Refuse, R2-Rethink, R3-Reduce, R4-Reuse, R5-Repair, R6-Refurbish, R7-Re manufacture, R8-Repurpose und R9-Recycle). Diese Strategien gehören nicht nur zu den wirksamsten Designstrategien im Rahmen der zirkulären Wirtschaft, sondern legen auch deren Prioritäten fest. Und das Recycling, in dessen Zusammenhang für die mechanische (werk-

**T** DICHT!digital: Das Kleben aus Sicht der R-Strategien

stoffliche) Wiederverwendung die Trennbarkeit Grundvoraussetzung ist, die letzte Hierarchiestufe (R9). Vor diesem Hintergrund ist für die Klebtechnik vielmehr ausschlaggebend, welche Beiträge das Kleben für die dem Recycling übergeordneten R-Strategien leistet. Klebstoffhersteller wie die klebtechnische Forschung & Entwicklung stellen sich auf die neuen Herausforderungen durch die Kreislaufwirtschaft ein. Die Fähigkeit hinsichtlich technischer Flexibilität, Anpassungsbereitschaft und Innovation ist in der Vergangenheit bereits bei vielen neuen Anforderungen unter Beweis gestellt worden. In der Zukunft werden Wertschöpfungsketten geklebter Produkte grundsätzlich ganzheitlich, gleichberechtigt und zusammenhängend in den Produktlebenszyklusphasen Herstellung, Nutzung und Entsorgung betrachtet werden. Dazu gehört insbesondere, dass unter besonderer Berücksichtigung der Strategieelemente R2 bis R7 das End-of-Life-Konzept geklebter Produkte bereits in der Design- und Produktplanungsphase zum integralen Bestandteil einer Produktentwicklung wird. Rohstoff- und Klebstoffhersteller, Klebstoffanwender, Produkthersteller, Endkunden und Recycler werden integraler Teil des Systems „Kleben“ entlang der Wertschöpfungskreisläufe geklebter Produkte.



Höheres CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial als oft angenommen – Klebstoffe für Wartung und Instandhaltung (Bild: Henkel Adhesive Technologies)

Bei uns ist Nachhaltigkeit seit Jahrzehnten ein integraler Bestandteil der Unternehmens-DNA. Im Klebstoffgeschäft liegt unser Fokus neben unserer eigenen Produktion, der Rohstoffbeschaffung und den Lieferketten vor allem auf dem Nutzen für Industriekunden und Konsumenten. Insbesondere bei Industrie- und Konsumgütern sind maßgeschneiderte Klebstofflösungen meist nur ein sehr geringer Bestandteil des Endproduktes – sie haben aber große Auswirkungen nicht nur auf die Leistungsfähigkeit und Funktionalität, sondern auch auf die Nachhaltigkeit. Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt deshalb auf der Ressourceneffizienz in der Produktion und während des Gebrauchs und da vor allem auf der Einsparung von CO<sub>2</sub>

über den gesamten Lebenszyklus hinweg – z.B. mit unseren Lösungen für intelligenten Materialersatz, mit denen unsere Kunden im Jahr 2021 620.000 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart haben. Dazu gehören zum einen unsere Loctite Lösungen für Wartung, Instandhaltung und Reparatur, z.B. bei Schraubensicherungen, die in zahlreichen Industriesegmente dafür sorgen, die Lebensdauer von Anlagen, Maschinen und Gütern zu verlängern und emissionsintensive Materialien wie Stahl nachhaltig zu ersetzen. Zum anderen bieten wir mit unseren Lösungen zur Herstellung von Holzverbundstoffen eine nachhaltige Alternative zum Betonbau.

**„Für uns basiert die Nachhaltigkeit von Klebstoffen auf drei zentralen Säulen, die wir gleichermaßen bei unseren Entwicklungen berücksichtigen.“ –**

**Ulla Hüppe, Director Sustainability, Henkel Adhesive Technologies**



Klebstoffe spielen ebenso eine wichtige Rolle bei Fortschritten hinsichtlich einer Kreislaufwirtschaft. Zukunftsfähige Produkte müssen nicht nur die Recyclingfähigkeit, z.B. von Verpackungen oder Konsumgütern, sondern auch die Reparierbarkeit von Alltagsprodukten ermöglichen. Wir arbeiten deshalb intensiv an neuen Lösungen für das De-bonding, um über Industrien hinweg eine effiziente Ablösung von Klebverbindungen bei unterschiedlichsten Materialien voranzutreiben und so die Langlebigkeit und Wiederverwertbarkeit zu erhöhen. In Zukunft werden auch nachhaltige biobasierte oder recycelte Rohstoffe zunehmend an Bedeutung gewinnen. Wir bieten unseren Kunden schon heute ein wachsendes Portfolio auf Basis natürlicher Formulierungen bzw. Rezyklaten an, um den Anteil erdölbasierter Rohstoffe zu verringern. So haben wir z.B. im Jahr 2021 den ersten biobasierten Strukturklebstoff für Elektronikanwendungen wie Smartphones auf den Markt gebracht.

Ein dritter wichtiger Faktor ist das Thema Sicherheit und Gesundheit. Ob professionelle Anwender in Industrie und Handwerk oder Konsumenten – Klebstoffe müssen heute und in Zukunft die wachsenden globalen, regionalen und lokalen Anforderungen und kontinuierlich verschärften Vorschriften auf den Weltmärkten erfüllen.

**INFOTECH**  
automation



**Entwicklung und Produktion** von Anlagen zur Verarbeitung von **kleinsten Komponenten und Flüssigkeitsmengen**

**Höchst präzise Automationslösungen**

Dosieren (2D / 3D), Diebonden, Bestücken, Sortieren, Testen, Verpacken

**Maschinenkomponenten für flexible, kundenspezifische Automationslösungen**

**Bildverarbeitung, Rückverfolgbarkeit, MES-Anbindung und Prozesskontrolle**

**Genauigkeit und Geschwindigkeit**

**Prozessautomation** in der Mikroelektronik, Powermodul- und Sensorfertigung, Mikrooptik, Mikromechanik, Medizintechnik

**Desktopanlagen / Produktionszellen / vollautomatische Produktionslinien**



**get in touch**

+41 32 626 86 00 [info@infotech.swiss](mailto:info@infotech.swiss)

[www.infotech.swiss](http://www.infotech.swiss)

SCAN ME



**DICHT**digital: Präzision in Bewegung  
– Sample Videos



Nachhaltiges Kleben erfordert noch viel Forschung – nicht nur bei Klebstoffen (Bild: WEICON GmbH & Co. KG)

Nachhaltiges Handeln, also der verantwortungsvolle und schonende Umgang mit den Ressourcen und der Umwelt, spielt auch im Bereich der Klebtechnik eine immer größere Rolle. Nachhaltige oder grüne Klebstoffe basieren auf nachwachsenden Rohstoffen, um einen möglichst kleinen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu hinterlassen.

Neben den eingesetzten Klebstoffen sollten auch die Verpackungen der chemischen Produkte möglichst nachhaltig und recyclingfähig sein. Auch sollte der gesamte Prozess des Klebens auf den Prüfstand gestellt und dahingehend optimiert werden, dass möglichst wenig natürliche Ressourcen durch ihn verbraucht werden. Durch den Einsatz nachhaltiger Klebstoffe werden sowohl die Umwelt als auch die Anwender:innen geschont, da deutlich weniger schädliche Stoffe freigesetzt werden.

**„Nachhaltige Klebstoffe werden in Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen. Deshalb muss u.a. die Forschung weiter intensiviert werden.“**

Martin Ligárt, Leiter Forschung und Entwicklung, WEICON GmbH & Co. KG



Der große Vorteil der nachhaltigen Klebstoffe ist die Schonung der Ressourcen. Die momentanen Lösungen bieten bei der Verklebung leichter Materialien, wie z.B. Papier, eine sehr gute und sinnvolle Alternative zu den bisher eingesetzten Produkten. Blickt man allerdings auf strukturelle Verklebungen, die einerseits hohe Festigkeitswerte aufweisen und andererseits sehr beständig gegenüber auf sie einwirkende Medien sein müssen, wie z.B. Kraftstoffe, Kühlstoffe und Schmierstoffe, kommen nachhaltige Produkte schnell an ihre Grenzen. Hier gilt es weiter zu forschen und Klebstoffe zu entwickeln, die die notwendigen Eigenschaften dauerhaft aufweisen. Grundsätzlich arbeiten wir an verschiedenen nachhaltigen Klebstoffen, sind aber noch in der Entwicklungsphase.



Der emissionsarme bzw. lösemittelfreie Kleb-Dichtstoff technicoll 9707 RLT für den Einsatz in Lüftungsanlagen, die eine bessere Energieeffizienz von Häusern, Wohnungen und Büros ermöglichen (Bild: Ruderer Klebtechnik GmbH)

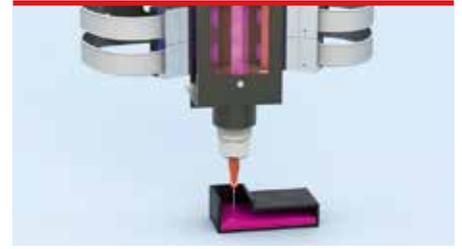
Wann ist ein Klebstoff nachhaltig? Diese Frage lässt sich nicht pauschal beantworten. Wir bewerten Nachhaltigkeit anhand der Zusammensetzung eines Klebstoffs, der Recyclingfähigkeit und der Lebensdauer. Der „grünste“ Klebstoff bringt keinen Vorteil, wenn er jedes Jahr erneuert werden muss. Wir legen großen Wert darauf, dass der gewählte Kleber optimal zur Anwendung passt. So spielt der Ressourcenverbrauch bei der Klebstoffherstellung zunehmend eine größere Rolle. Das gilt auch für die Recyclingfähigkeit der geklebten Werkstoffe sowie für den Schutz von Menschen und Umwelt. Im Endeffekt muss das geklebte Werkstück aber eine lange Lebensdauer aufweisen, um nachhaltig zu sein. So gibt es durchaus Anwendungen, in denen ein Lösemittelklebstoff die beste Wahl ist, auch wenn die Verwendung von Lösemitteln auf den ersten Blick nicht sehr nachhaltig klingt.

**„Nachhaltig sind die Kleblösungen, die ganzheitlich über den Produktlebenszyklus die beste Ökobilanz haben.“**

Jens Ruderer, geschäftsführender Gesellschafter, Ruderer Klebtechnik GmbH



In anderen Bereichen konnten neue Klebstoffsysteme entwickelt werden, die umweltschonender und gesundheitlich verträglicher sind als ihre Vorgängerprodukte. Ein Beispiel hierfür ist der hygienisch einwandfreie, emissionsarme bzw. lösemittelfreie Kleb- und Dichtstoff technicoll® 9707 RLT Silber. Dieser Kleber eignet sich besonders für Lüftungsanlagen und die Klimatechnik in Wohnanlagen, Büros und Reinräumen. Der Lebenszyklus dieser Anlagen kann durch den Klebstoff deutlich verbessert werden. Des Weiteren tragen eine sichere Lagerung von Gefahrstoffen sowie eine Optimierung des Klebprozesses zur Verbesserung der Ökobilanz bei.



Die neue Durchflussaktivierung trägt erheblich zum nachhaltigen Kleben bei (Bild: DELO)

Hinter dem Begriff „nachhaltige Klebstoffe“ verbergen sich ganz unterschiedliche Aspekte. Zum einen geht es um die Verwendung biobasierter Rohstoffe, zum anderen um Themen wie das Lösen und damit die Recyclingfähigkeit von Klebverbindungen und um CO<sub>2</sub>-Einsparungen während des Klebprozesses. Als biobasierte Rohstoffe kommen bei einigen DELO-Produkten seit Jahren u.a. Cashew-Schalenöl basierte Rohstoffe zum Einsatz. Da bisher nur wenige wirklich nachhaltige Rohstoffe am Markt verfügbar sind, testen wir Eigenentwicklungen und arbeiten mit Technologieführern in diesem Bereich zusammen. In den nächsten Jahren wird es marktseitig sicher weitere biobasierte Alternativen geben, die wir nutzen können – vorausgesetzt, sie erfüllen unsere anderen Anforderungskriterien.

**„Dem Thema der nachhaltigen Klebstoffe muss man sich heute aus ganz unterschiedlichen Richtungen nähern, um wirkliche Effekte zu erzielen.“**

Dr. Dietmar Dengler, Leiter Chemie, DELO



In Bezug auf das Lösen von Klebverbindungen führen wir fortwährend Machbarkeitsstudien durch und testen dabei u.a. strahlungsbasierte Ansätze, wie das Lösen von Klebverbindungen durch IR- oder Mikrowellen-Strahlung, oder die Kombination aus thermischen und mechanischen Möglichkeiten. Einige unserer Klebstoffe lassen sich trotz hoher Festigkeiten bereits lösen, z.B. mit heißem Wasser. Andere sind in der Lage, Wasser zu absorbieren. Dadurch quellen die Klebstoffe auf und können mechanisch gelöst werden.

Worauf wir generell achten, ist, dass alle verwendeten Rohstoffe lösungsmittelfrei sind



DICT!digital: Weitere Informationen zu dieser Technologie

und eine möglichst energieeffiziente Aushärtung erlauben. Der Großteil unserer Klebstoffe verfügt deshalb über einen Lichthärtungsmechanismus. Durch neue Technologien, wie z.B. die Durchflussaktivierung, ist selbst für komplexe, lichtundurchlässige Geometrien eine ressourcenschonende Aushärtung mittels Licht möglich, sodass energieintensive Warmhärtungsverfahren abgelöst werden können. In diesem Fall sorgt der Klebstoff durch erhebliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Prozess für mehr Nachhaltigkeit.



Das Kisling Nachhaltigkeitslabel, das bei allen Produkten verwendet wird, welche die Kriterien eines weißen Sicherheitsdatenblattes des Unternehmens erfüllen (Bild: Kisling AG)

**„Moderne Klebstoffe in Kombination mit einer korrekten Schulung der Anwendenden sorgen schon heute für ein hohes Maß an Sicherheit und schützen die Umwelt.“** – Dr. Oliver

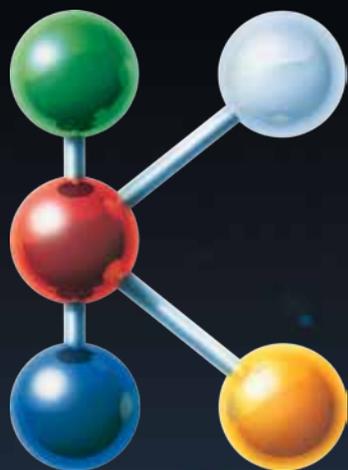
*Thomas, Head of Product Management, Kisling AG*



Die Technologie des Klebens hält zunehmend Einzug in fast alle produzierenden Gewerbe und etabliert sich als Alternative zu traditionellen Verbindungstechniken. Nicht ohne Grund, denn Kleben bietet gegenüber den traditionellen Verbindungstechniken wie Schweißen oder Schrauben viele Vorteile und erlaubt neue konstruktive Möglichkeiten. Aber auch bei Klebstoffen rücken Themen wie Nachhaltigkeit und Umweltschutz bei Herstellenden und Anwendenden vermehrt in den Fokus. Kleb- und Dichtstoffe können als chemische Reaktivsysteme Stoffe enthalten, die zu Hautreizungen und Allergien führen oder sogar toxisch wirken können.

Die richtige Handhabung ist aber leicht erlernbar und sorgt für Sicherheit. Arbeitgeber in allen Ländern sind gesetzlich zur Umsetzung von Arbeitsschutzmaßnahmen verpflichtet. Die Europäische Richtlinie 89/391/EWG weist in Artikel 6 auf diese Pflichten hin.

Für uns beginnt Nachhaltigkeit bereits in der Produktion von Klebstoffen – z.B. bei der Wasser- & Energieversorgung unseres Firmenhauptsitzes. Um die nachhaltige Versorgung weiter voranzutreiben, wird im Sommer 2022 eine Photovoltaikanlage auf dem Dach des Firmenhauptsitzes in Wetzikon installiert. Aber auch bei der Auswahl der Materialien sind wir bestrebt, die Risiken für die eigenen Mitarbeiter:innen, Anwendenden und die Umwelt durch gezielten Einsatz kennzeichnungsarmer Rohstoffe zu minimieren. Mit der Entwicklung von kennzeichnungsfreien oder -armen Kleb- und Dichtstoffen haben wir schon vor 20 Jahren die Weichen für eine nachhaltige Zukunft gestellt und haben heute verschiedene Klebstoffe mit „weißem“ Sicherheitsdatenblatt ohne Gefahrensymbole im Sortiment. Risikobehaftete Stoffe werden,



# WIE INNO VATION

[k-online.de/innovation](https://k-online.de/innovation)

The World's No.1  
Trade Fair for  
Plastics and Rubber

19–26 OCTOBER 2022  
Düsseldorf, Germany

Messe  
Düsseldorf

wo immer möglich, bereits bei der Entwicklung der Klebstoffe konsequent vermieden oder durch andere Stoffe ersetzt. Bei der Auswahl geeigneter Klebstoffe lohnt sich also neben der Bewertung von technischen Eigenschaften auch immer ein Blick in die Sicherheitsdatenblätter, welche auf unserer Website frei zugänglich sind.

Auch nachwachsende Rohstoffe werden bei uns gewürdigt – so werden bereits heute 2K-Methacrylatstrukturklebstoffe mit bis zu 20% Rohstoffen auf der Grundlage solcher Substanzen produziert. Neben dem Gesundheitsschutz legen wir auch großen Wert auf die technische Sicherheit. Durch gezielte Formulierung haben wir Klebstoffe entwickelt, die durch ihre geringere Ausgasung fast geruchslos und gleichzeitig schwer entflammbar sind. Dies sorgt einerseits für eine geringere Belastung der Verarbeitenden und andererseits für deutlich höhere Sicherheit bei der Verwendung in z.B. geschlossenen oder schlecht zu lüftenden Räumen.



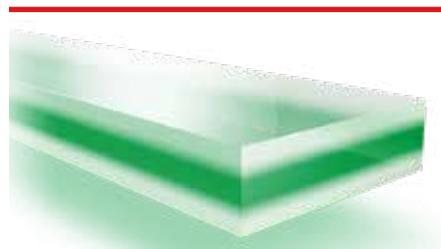
Silikonfreier Dichtstoff i.SEAL – ein Ansatz zur Vermeidung umweltbelastender Primer  
(Bild: i.GLESYSTEMS GmbH)

„Nachhaltige bzw. grüne“ Klebstoffe sind ganzheitlich zu betrachten. Sie verursachen einen möglichst geringen Energieverbrauch bei der Produktion, z.B. durch eine verminderte Verarbeitungstemperatur sowie kurze Lieferketten. Ein weiterer Faktor ist der Einsatz entsprechender Rohstoffe. Die Gewinnung von Rohstoffen mithilfe umweltschonender Methoden ist ein Aspekt, der Klebstoffe nachhaltig macht. Saubere Rezepturen, die seltene Erden vermeiden sowie die Verwendung eines möglichst hohen Anteils an nachwachsenden, biobasierten Rohstoffen aufweisen, sind dabei essenziell. Eine ständige Überprüfung und Anpassung der Rezepturen für eine stetige Verbesserung reduziert das Gefahrenpotenzial und schont die Ressourcen.

**„Wir beobachten den Rohstoffmarkt auf der Suche nach ressourcenschonenden, ökologisch unbedenklichen Rohstoffen, um noch nachhaltiger zu werden.“ – Peter Fichte, Geschäftsführer, i.GLESYSTEMS GmbH**



Für unsere Produkte bedeutet das u.a., dass wir neben der bestehenden EMICODE-Zertifizierung unserer Produkte langfristig die DGNB-Zertifizierung anstreben. Abgesehen davon liegt der Fokus bei der Herstellung von nachhaltigen Klebstoffen mehr und mehr auf der Verpackung. Kartuschen aus nachwachsenden Rohstoffen oder recyceltem Material werden zunehmend an größerer Bedeutung gewinnen. Parallel dazu arbeiten wir an Fragestellungen, an denen man in der Praxis derzeit an Grenzen stößt. Ein Beispiel ist die Feuchtraumbeständigkeit zu einem marktakzeptierten Preis. Langjährig erprobte, herkömmliche Rohstoffe sind heute noch kostengünstiger und damit oft attraktiver für Anwendende. Eines unserer Hauptziele ist es, bei allen Entwicklungen kennzeichnungsfrei zu bleiben, was uns zum Großteil gelingt. Des Weiteren wollen wir die beinhaltenen Gefahrstoffe reduzieren und dennoch – ohne die Verwendung eines umweltbelastenden Primers – eine gute Haftung auf schwierigen Materialien wie Sanitäracryl gewährleisten. Mit unserem silikonfreien Dichtstoff i.SEAL sind wir hier auf einem guten Weg.



Nachhaltige Tapeproduktion dank TwinMelt-Technologie (Bild: Lohmann GmbH & Co. KG)

Soziale und gesellschaftliche Verantwortung ist für uns als Familienunternehmen fester Bestandteil des holistischen Beitrags zur Nachhaltigkeit. Daher ist es für uns selbstverständlich, dass wir kontinuierlich nach Lösungen suchen, um unsere Kleblösungen so

nachhaltig wie möglich zu produzieren. Die womöglich größte Herausforderung, vor der wir stehen, ist die Substitution fossiler Rohstoffe. Aktuell schaffen wir es, durch die Auswahl geeigneter biobasierter und lösemittelfreier Klebstoffe, ca. 45 bis 60% nachwachsende Rohstoffe einzusetzen. Andere Elemente, wie z.B. Silikonklebstoffe, lassen sich dagegen nur schwer nachhaltig substituieren. „Biobasierte“ Tapes müssen dasselbe breite Leistungsspektrum abdecken können wie konventionelle Klebebänder. Hier haben wir noch einen weiten Weg vor uns, um die nötigen Performancekriterien zu erfüllen. Neben dem Klebstoff gilt es aber auch, die anderen Komponenten eines Klebebands zu optimieren. Sei es das Trägermaterial, der Liner, der Rollkern oder die Verpackung: Hier wollen wir ganzheitlich agieren, um unsere Produkte so nachhaltig wie möglich herzustellen.

**„Bei der ganzheitlich nachhaltigen Weiterentwicklung von Tapes haben wir noch viel Potenzial. Wir sind auf dem Weg.“ –**

**Ralph Uenver, Director Sustainability und Jochen Britz, R&D Board, Lohmann GmbH & Co. KG**



Die Vorteile biobasierter Rohstoffe liegen dabei klar auf der Hand. Zum einen optimieren sie die CO<sub>2</sub>-Bilanz, da sie keine fossilen Anteile enthalten. Im Gegensatz hierzu: Lösemittelbasierte Klebstoffsysteme müssen nach dem Beschichtungsprozess getrocknet werden. Dies erfordert zusätzliche Energie, die die CO<sub>2</sub>-Bilanz belastet. Durch den Einsatz moderner UV-Hotmeltsysteme optimieren wir beide Parameter: Unsere TwinMelt®-Technologie zeigt den Weg in eine moderne Klebstoffära. In diesem Produktionsprozess wird zudem keinerlei Gas als Energieträger benötigt, ein Aspekt, der vor dem aktuellen weltpolitischen Hintergrund immer mehr an Bedeutung gewinnt. Durch weitere Materialeinsparungsschritte – z.B. den Streifenstrichauftrag und systematisches Screening des Rohstoffmarktes – sind wir für die Zukunft breit aufgestellt.



Structalite® 5751 als Underfill unter normalem (li.) und unter UV-Licht (re.) im Vergleich (Bild: Panacol)

Ein zentraler Aspekt für nachhaltiges Kleben ist die Reworkability. Deshalb haben wir neue, wiederlösbare Klebstoffe entwickelt, die die Reparierbarkeit oder das Recycling von Elektronikgeräten ermöglichen. Speziell in der Elektronikindustrie fordern Gesetzgebung und Umweltverbände die Minimierung von Elektroschrott. Ein Ansatzpunkt dieser nachhaltigen Strategie ist die Überarbeit- und Reparierbarkeit („Reworkability“) von einzelnen Modulen auf Leiterplatten, um der Verschrottung eines kompletten Bauteils oder Moduls entgegenzuwirken. Die Wiederverwendung von Komponenten bietet nicht nur Vorteile für die Umwelt, sondern ist aufgrund von Engpässen in der Lieferkette auch für die Aufrechterhaltung der aktuellen Produktionsprozesse unerlässlich geworden.

Die neuen Klebstoffe sind schwarze, thermisch härtende Epoxidharzklebstoffe mit niedrigem Halogengehalt speziell für Anwendungen auf Leiterplatten oder auf Elektronikbauteilen. Sie sind für Anwendungen als Underfill (Structalite® 5751) oder als Edge

Bonder (Structalite® 5705) optimiert. Beide Klebstoffe lassen sich einfach durch punktuelle Beaufschlagung von Temperaturen oberhalb ihres Glasübergangsbereichs von 150 °C wieder lösen. Bis zu diesem Temperatur- und Einsatzbereich bietet das Epoxidharz eine verlässliche Haftfestigkeit und die gewünschten physikalischen Eigenschaften. Erst ab dieser kritischen Temperaturschwelle wird die Bearbeitbarkeit des Produktes möglich.

*„Die (Weiter-)Entwicklung von mechanisch wiederlösbaren Strukturklebstoffen ist ein zentrales Thema, das zur Nachhaltigkeit der Klebtechnologie beiträgt.“*

– Dr. Carole Fillod-Tondeur  
Leiterin Forschung & Entwicklung,  
Panacol-Elosol GmbH



Neben der Reworkability ist das Hauptmerkmal des schwarzen Klebstoffs, dass er bei Anregung mit UV-Licht gelb fluoresziert, um eine möglichst präzise Fertigung und optische Endkontrolle zu ermöglichen. Aufgrund der dunklen Chips, der geringen Schichtstärke des schwarzen Klebstoffs und einem niedrigen Spaltmaß zwischen Chip und Substrat ist der gelb fluoreszierende Klebstoff leicht sichtbar. Dadurch können optische Kontrollen in Inlineprozessen prozesssicher durchgeführt und der Klebstoff bei Reworkability-Bedarf lokalisiert werden.

#### Weitere Informationen

Fraunhofer IFAM | Bremen  
www.kleben-in-bremen.de

Henkel AG & Co. KGaA  
www.henkel.com

WEICON GmbH & Co. KG  
www.weicon.de

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**

Ruderer Klebtechnik GmbH  
www.ruderer.de

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**

DELO Industrie Klebstoffe  
www.delo.de

Kisling AG  
www.kisling.com

i.GLUESYSTEMS GmbH  
www.i-gluesystems.com

Lohmann GmbH & Co. KG  
www.lohmann-tapes.com

Panacol-Elosol GmbH  
www.panacol.de

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**

 DICT!digital: Scheugenpflug TechDays 2022 - Driving Innovation Together

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**



## Punktlandung

Setzt sowohl kleine als auch große Klebstoffpunkte in höchster Präzision:  
Der neue Low Volume Kolbendosierer.

Selbst Punkte kleiner als Stecknadelköpfe werden schnell, sicher und mit maximaler Wiederholgenauigkeit dosiert.

TechDays

22.-23.06.2022

Live erleben – jetzt anmelden!





Scheugenpflug

Part of the Atlas Copco Group

# Wenn Technologien zur Haftungsverbesserung an Grenzen kommen

## Neue Möglichkeiten bei der Plasmavorbehandlung durch nachhaltige Oberflächenfunktionalisierung

### BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK

– Die Plasmavorbehandlung von Kleb- und Dichtflächen ist heute in vielen Bereichen Standard bzw. notwendig. Dementsprechend schnell ist die technologische Entwicklung in diesem Bereich. Ein neues Verfahren überwindet jetzt die Grenzen klassischer Konzepte und liefert dabei Antworten auf mehrere aktuelle Fragestellungen rund um den effizienten Einsatz der Plasmavorbehandlung.

Die Funktionalisierung von Oberflächen stellt die Industrie immer wieder vor Herausforderungen. Speziell bei dem Thema Haftung stoßen übliche Methoden schnell an Grenzen – besonders, wenn es um die Vorbehandlung von sehr inerten und/oder gleichzeitig sehr sensiblen Materialien geht. Mit der neuen und nachhaltigen MolecularGRIP™-Technologie können kundenspezifische Lösungen für solch komplexe Anwendungen realisiert und Grenzen überwunden werden. Dabei geht die neue Technologie nicht nur deutlich über die Möglichkeiten einer klassischen Plasmavorbehandlung hinaus, sondern kann – bei oft sogar besseren Ergebnissen – auch lösungsmittelbasierte Haftvermittler durch einen umweltfreundlichen Prozess ersetzen.

### Prozesse flexibler gestalten

Natürlich können auch andere Vorbehandlungsmethoden für bestimmte Anwendungen eine ausreichende Haftungsverbesserung erzielen, aber selbst dort bietet die MolecularGRIP™-Technologie der Molecular Plasma Group (mpg) Vorteile. Sowohl die Verwendung von nass-chemischen Haftvermittlern, mit ihren umwelt- und gesundheitsschädlichen Eigenschaften, als auch der Einsatz von Plasmatechnologien zur Oberflächenaktivierung (z.B. Corona-Behandlung) schränken das Prozessfenster einer Serienproduktion sehr ein. Müssen nass-chemische Haftvermittler nach dem Auftrag zunächst aufwändig getrocknet werden, so erfordern beide Methoden eine zügige Weiterverarbeitung, da sonst die Funktionalisierung der Oberfläche ihre Wirkung verliert.

Bei der MolecularGRIP™-Technologie hingegen werden organische Stoffe in einem einstufigen, trockenen Prozess mithilfe von kaltem atmosphärischem Plasma kovalent an jegliche Substrate gebunden. Dadurch entsteht eine permanente Nanobeschichtung, die der Oberfläche eine klar definierte Funktion verleiht. Durch die sofortige sowie beständige Modifizierung der Oberfläche kön-

nen die Substrate also entweder direkt oder nach beliebiger Zeit (Wochen/Monate) weiterverarbeitet werden. Eine Einschränkung des Bearbeitungszeitraumes nach der Vorbehandlung existiert damit nicht.

### Energie sparen

Ein weiterer Unterschied zu klassischen Plasmatechnologien ist das Energie- bzw. Temperaturniveau des Prozesses. Sind für die reine Oberflächenaktivierung durch eine Corona-Behandlung hohe Energien notwendig, wird bei diesem Prozess gerade nur so viel Energie zugeführt, dass ein sehr sanftes Plasma erzeugt wird. Das Plasma dient nun lediglich als Vektor, um Moleküle zu radikalieren, d.h. Molekülbindungen zu öffnen, sodass anschließend eine kovalente Bindung zwischen den Molekülen des Substrats und des zu beschichtenden Stoffes generiert werden kann (Bild 1).

### Viele Materialien gezielt funktionalisieren

Nicht zuletzt ist es dieses niedrige Energie- und damit Temperaturniveau, das es dem Prozess – im Gegensatz zu anderen Technologien – ermöglicht, auch sehr sensible Materialien (z.B. natürliche Materialien wie Cellulose) zu behandeln bzw. sehr empfindliche Stoffe (z.B. Biomoleküle wie Antikörper, DNA etc.) zu beschichten.

Ein großer Vorteil der Technologie liegt in der großen Bandbreite an Chemikalien, die zur Beschichtung der Substrate zur Verfügung steht. Abgesehen von der einzigen prozessbedingten Einschränkung, dass die Stoffe in flüssiger Form zur Verfügung stehen müssen, kann man sich der gesamten Palette an organischer Chemie bedienen. Damit können die verschiedensten Funktionen erzeugt und kundenspezifische Lösungen entwickelt werden, wobei stets eine auf das zu betrachtende System abgestimmte Auswahl der Chemie erfolgt.

Neben der Haftungsverbesserung inerten Materialien reichen die Funktionen z.B. von bioaktiven Oberflächen mit viruziden, bioziden, anti-biofouling oder antimikrobiellen Eigenschaften, über Korrosionsschutz oder eine

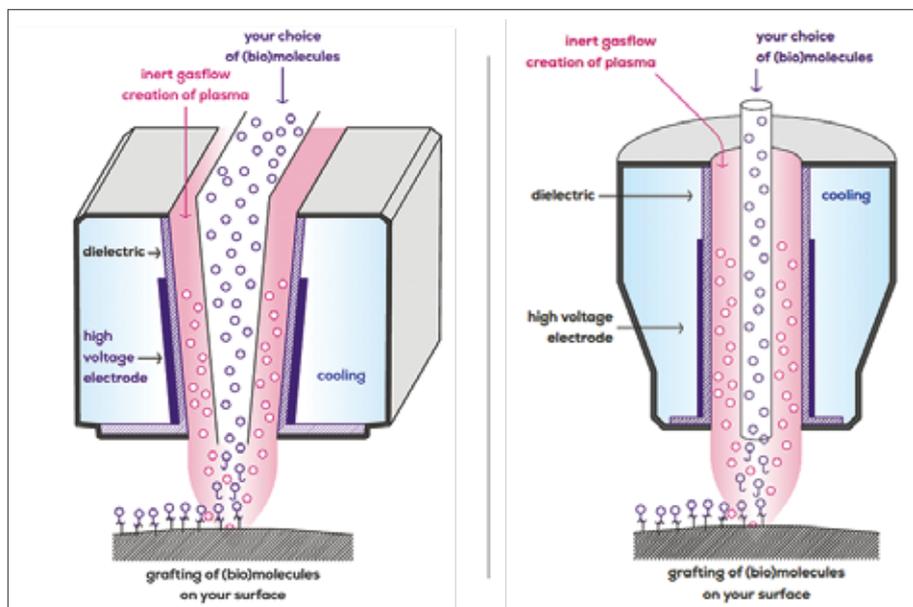


Bild 1: Schnitt durch den Plasmakopf (links: PlasmaLine®, rechts: PlasmaSpot®) (Bild: Molecular Plasma Group)



Bild 2: PlasmaLine® 1600 mm – für die Vorbehandlung großer Flächen (Bild: Molecular Plasma Group)

 DICTdigital: Übersicht über verfügbare Anlagen

gezielte Filtration bis hin zu hydrophoben, hydrophilen und Antihaft-Eigenschaften.

Die für dieses Verfahren zur Verfügung stehenden industriellen Plasmasysteme sind skalierbar und vollautomatisiert. Der unter Atmosphärenbedingungen ablaufende Prozess ist vollständig rückverfolgbar. Die Systeme können als alleinstehende Anlagen installiert oder in Produktionslinien integriert werden. Neben dem PlasmaSpot®-System für die Funktionalisierung von eher kleinen Flächen, Fasern, 3D-Formen, Pulvern und Partikeln, ist das PlasmaLine®-System (Bild 2) das einzige auf dem Markt vorhandene atmosphärische Plasmasystem, mit dem z.B. große Flächen, Folien, Membranen oder Textilien in einem kontinuierlichen Prozess homogen behandelt werden können.

### Umfassende Qualitätssicherung

Während bei der Aufbringung von nass-chemischen Haftvermittlern oder bei einer Oberflächenaktivierung eine Qualitätskontrolle der Vorbehandlung in einem laufenden Serienprozess – wenn überhaupt – nur sehr eingeschränkt möglich ist, steht bei diesem System auch hierfür eine industrielle Lösung zur Verfügung. Durch das eigens entwickelte Vision System kann zu jeder Zeit sichergestellt werden, dass die Vorbehandlung auch in dem vorab definierten Maße stattgefunden hat. Hierzu werden UV-Tracermoleküle dem zu beschichtenden Stoff beigemischt und gleichzeitig homogen auf der Oberfläche abgeschieden. Mithilfe der Aufnahmen einer der Plasmabehandlung seriell nachgeschalteten UV-Kamera wird dabei die Intensität der Reflexion des UV-Lichts durch eine Software ausgewertet und darüber die Schichtdicke bestimmt. Integriert in das Rückverfolgbarkeitssystem der Anlage findet dadurch eine 100%-Kontrolle des Prozesses statt.

### Ausblick

Natürlich wird die Technologie auch stets weiterentwickelt. Ein Beispiel ist das 2021 zusammen mit der belgischen Firma PROCEPT gegründete Joint Venture PartIX. Das Unternehmen verbindet einen Wirbelschichtreaktor mit dem PlasmaSpot®-System und ermöglicht dadurch die Funktionalisierung von kleinsten Partikeln oder Pulvern (Bild 3). Werden aktuell erste Anwendungen noch in kleinerem Maßstab entwickelt, so stehen auch hierfür bald serienreife Anlagen zur Verfügung.

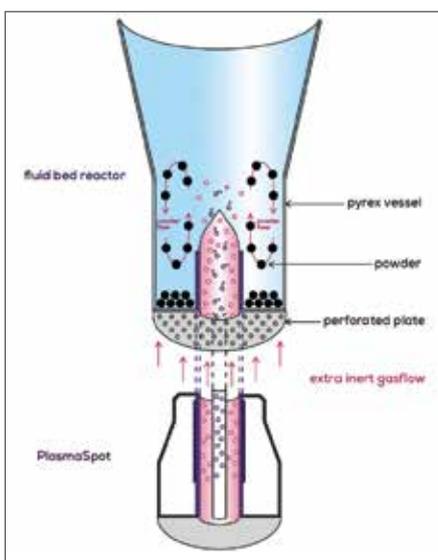


Bild 3: PlasmaPowder System – der nächste Entwicklungsschritt (Bild: Molecular Plasma Group)

 DICTdigital:  
Realisierte  
Anwendungen

### Weitere Informationen

Molecular Plasma Group  
[www.molecularplasmagroup.com](http://www.molecularplasmagroup.com)  
[www.partix.be](http://www.partix.be)

 Von Kevin Braun, Sales Manager,  
und Marc Jacobs, CEO

### Fakten für die Konstruktion

- Größere Materialauswahl durch Haftungs-erzeugung auch bei sehr komplexen Haftsystemen

### Fakten für den Einkauf

- Das Energieeinsparungspotenzial ist heute ein zentraler Wirtschaftlichkeitsaspekt
- Kosteneinsparung von über 25% gegenüber der Verwendung von nass-chemischen Haftvermittlern

### Fakten für die Produktion

- Das große Bearbeitungsfenster vorbehandelter Teile erlaubt neue und flexible Produktionsprozesse

### Fakten für das Qualitätsmanagement

- Umfassende Inline-Qualitätssicherung

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

VIEWEG 

simply dispensing



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

Dosiertechnik – Ganz einfach

Der **Online-Shop** für  
Verbrauchsmaterial & Zubehör

bequem – einfach – schnell!



## „Handpressen sind viel zu teuer“

Effizient und prozesssicher manuell dosieren

**BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK, FLÜSSIGDICHTSYSTEME – Manuelles Applizieren von Dicht- und Klebstoffen und Prozesssicherheit bzw. Qualität sind für viele ein Zielkonflikt. Für Joachim Rapp, Geschäftsführer der Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH, werden bei der Einschätzung oft Äpfel mit Birnen verglichen. Im Gespräch mit DICHT! machte er allerdings eines deutlich – auch wenn es der meistgenutzte Austragsgerätyp ist – wir müssen weg von der Handpresse.**

### Warum?

Rapp: Ein vielzitiertes Argument ist sicher die Dosierqualität, wobei dies stark von Anwendungen abhängt. Da gibt es echte Profis mit beeindruckenden Ergebnissen. Mein Hauptargument ist allerdings: Das Arbeiten mit manuellen Handpressen ist viel zu teuer. Je nach Dicht- und Klebstoff und Verpackungsgröße lassen sich bis zu 90% der Arbeitszeit durch den Einsatz von Druckluft- oder Akkupressen einsparen. Damit ist schnell der Punkt erreicht, an dem sich die höheren Anschaffungskosten amortisiert haben.

### Können Sie das belegen?

Rapp: Klar, wir haben viele Versuche gemacht, die zeigen, dass mit einer pneumatischen oder akkubetriebenen Kartuschenpresse ein Leistungsabfall der Werker:innen ausbleibt (Bild 1). Auch Gesamtkostenbetrachtungen zeigen ein klares Bild. Bild 2 erläutert, wie sich an einem betrachteten Arbeitsplatz bei nur zwei Kartuschen schnell bis zu 705 €/d sparen lassen.

Diese Erkenntnisse scheinen sich aber noch nicht rumgesprochen zu haben?

Rapp: Ja, leider ist es immer noch so, dass ca. 90% aller verkauften Kartuschenpistolen Handpressen sind. Auf die pneumatischen Pistolen entfallen ca. 8% und auf Akkupistolen ca. 2%. Allerdings dürfen diese Zahlen nicht darüber hinwegtäuschen, dass es große branchenspezifische Unterschiede gibt. So kommen z.B. bei der Reparatur von Rotorblättern in Windkraftanlagen fast nur Akkupressen zum Einsatz. Das liegt auch an den verwendeten 2K-Materialien und den großen Kartuschen. Auch beim Scheibentausch bei Kfz und der Bahn werden fast ausschließlich Akkupressen eingesetzt. Dagegen wird in Baubereich und Handwerk fast überall – wie vor 50 Jahren – mit manuellen Handpressen gearbeitet. Bei Sprühanwendungen dagegen ist die Druckluftpistolen eigentlich derzeit keine Alternative.

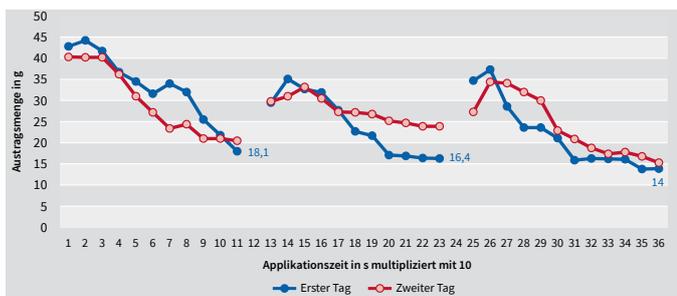
**Kommen wir noch mal zu den Qualitätsaspekten. Kann man manuell prozesssicher dosieren?**

Rapp: Klar – und das ist eigentlich gar nicht so schwer, wenn man das Zusammenspiel der relevanten Faktoren beachtet und diesen in einer klar definierten Reihenfolge Rechnung trägt. Idealerweise beginnt man bei dem Klebstoff und seiner Verpackungsgröße. Theoretisch gibt es für jede Aufgabe den optimalen Dicht- oder Klebstoff in der passenden Verpackungsgröße. Praktisch ist das allerdings so gut wie nie der Fall, weil eine Kar-

tusche entweder zu klein oder zu groß für die Anwendung ist. Dies beeinflusst die Auswahl des bestmöglichen Austragsgerätes für die ausgewählte Verpackung. Danach wird die optimale Applikationsdüse in der Auslassform der Klebraupe definiert. Soweit zur Technik und dann kommt der Mensch – sinnvollerweise als ausgebildeter Klebpraktiker. Denn jedes Jahr entstehen hohe Schäden durch falsch unterwiesene, bzw. Mitarbeiter:innen ohne jegliche Grundkenntnisse vom Kleben. Außerdem kennen und nutzen Klebpraktiker:innen Klebprotokolle – eine zentrale Voraussetzung für die Dokumentation von prozesssicheren Klebungen.

**Ist das Wissen und Verständnis für das manuelle Applizieren in der Praxis ausreichend vorhanden?**

Rapp: Das ist sehr unterschiedlich und in Summe gibt es hier noch viel Luft nach oben. Unternehmen, die nicht über notwendiges Basis-Know-how verfügen, müssen eigentlich immer erst eigenes Wissen aufbauen. Das beginnt mit der klebtechnischen Aus- und Weiterbildung des Personals. Erst auf dieser Basis kann die optimale Applikationstechnik beschafft werden. Die hier vorhandene Vielfalt erfordert entsprechendes Know-how. Ein Beispiel: Während ein Handelsunternehmen oder Klebstoffhersteller i.d.R. zwischen 10 und 20 verschiedene Klebepistolen anbietet, haben wir inzwischen 750 im Sortiment. Da ist zwar immer die richtige dabei, aber welche ist es im Zweifelsfall?

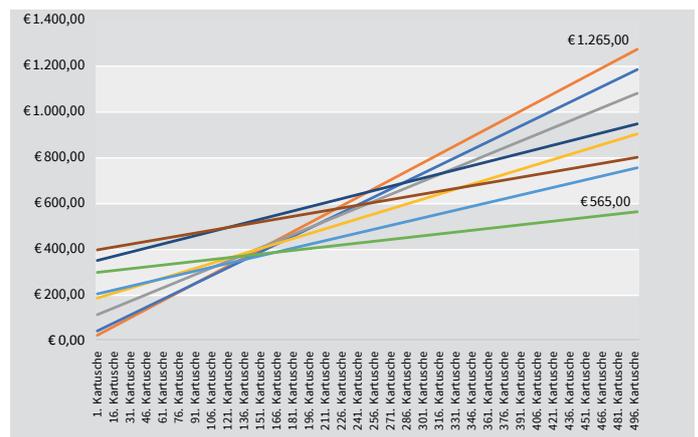


**Bild 1: Pistole: MK™ H40PS – Kraftübersetzung 18:1; jeder Punkt bedeutet 10 Sekunden Applikation; die Zahl steht für g/10 s**

(Bild: Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH)

**Bild 2: Gesamtkosten = Anschaffung plus Kosten der Arbeitszeit**

(Bild: Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH)



**Also ist auch manuelles Kleben beratungsintensiv?**

**Rapp:** Natürlich – und das gilt nicht nur für die Equipmentauswahl. Auch Normen, Klebprozesse, Dokumentation etc. – das sind alles Themenbereiche, die berücksichtigt werden müssen und zunehmend Beratung erfordern. Dies gilt insbesondere, wenn ein Klebprojekt eine sicherheitsrelevante Einstufung, wie z.B. das Verkleben von Glasfassaden, hat.

*„Aufklärungsarbeit und das Know-how der Anwendenden werden über kurz oder lang dazu führen, die Marktbedeutung von Handpressen deutlich zu reduzieren.“ – Joachim Rapp, Geschäftsführer, Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH*

**Manuelle Prozesse haben bei der Dokumentation immer „Medienbrüche“. Wie sähe Ihr optimales Modell aus?**

**Rapp:** Optimal wäre ein Dosiergerät, das die Daten des Klebstoffs, wie Produkt, Haltbarkeit, Charge sowie die Umgebungsbedingungen wie z.B. Temperatur und Luftfeuchte speichert bzw. aufzeichnet. Dies würde dann mit dem/r Werker:in und der Klebaufgabe „verknüpft“. Sollte ein Verarbeitungsparameter nicht passen, schlägt das Gerät sofort Alarm und die Klebaufsichtsperson könnte direkt in den Prozess eingreifen. Für das Ergebnis der Klebung wäre dann sicher eine Videoaufzeichnung wünschenswert.

**Und das alles in einem Gerät, das den Arbeitsablauf unterstützt und nicht behindert...**

**Rapp:** ...auf jeden Fall, denn alles was zu Lasten der Produktivität geht, führt i.d.R. zu Akzeptanzproblemen.

**Und wie werden diese Prozessdaten weitergegeben?**

**Rapp:** Online und bitte direkt in die Qualitätsabteilung. Man stelle sich nur vor, der/die Qualitätsverantwortliche eines Automobilherstellers hätte alle Daten von jedem Scheibentausch zur Verfügung – weltweit rückverfolgbar und mit allen Daten dazu, was unter welchen Bedingungen geklebt wurde. Aber dahin wird die Entwicklung gehen. Die Anforderungen an „narrensichere“ manuelle Systeme werden steigen – man denke nur an Reparaturklebungen von Batteriesystemen.

**Beim manuellen Kleben wird es immer die Schnittstelle Mensch/System geben. Wie kann man diese optimieren?**

**Rapp:** Nur durch Ausbildung und weiterentwickelte prozessunterstützende Technik. Analysiert man die aktuellen Anforderungen, ist klar, dass heutige Gerätschaften nicht auf dem jetzigen Stand der Technik bleiben können.

**Wenn Handpressen keine gute Lösung sind, warum verkaufen Sie sie dann noch und können sich Unternehmen die hiermit produzierte „Qualität“ der Klebungen überhaupt noch leisten?**

**Rapp:** Das ist eine gemeine Frage. Mit dem Verkauf unserer Handpressen bedienen wir eine Nachfrage, die wir nur langsam durch Aufklärungsarbeit verändern können. Hätten alle Industriebetriebe und Firmen in der Baubranche klebtechnisch ausgebildetes Personal, würde es diese Nachfrage nicht geben. Wir „empfehlen“ Handpressen heute nur in Einzelfällen – bei niedriger Viskosität, kleiner Verpackungsgröße und bei gelegentlicher Nutzung.

**Können Handpressen vor dem Hintergrund der DIN 2304 bedenkenlos eingesetzt werden?**

**Rapp:** Das geht schon, aber nur, wenn im QM-System jeder Prozessschritt manuell erfasst und dokumentiert wird.

**Was bedeutet die von Ihnen gewünschte Entwicklung bei manuellen Dosiersystemen für die Entwicklung Ihres Unternehmens?**

**Rapp:** Die Entwicklung der von uns vertriebenen Systeme beeinflusst natürlich auch unsere Entwicklung. Denn wenn das manuelle Kleben nicht „besser“ wird, fällt auch immer etwas auf alle Unternehmen zurück, die sich mit dem Thema beschäftigen. Da wir aber mit allen bekannten Herstellern von Verarbeitungsgeräten (Kartuschen- und Beutelpistolen) kooperieren, sind wir Partner bei der Neuentwicklung von manuellen Dosiersystemen. Gleiches gilt für die Verpackungsmittelhersteller für 1K- und 2K-Klebstoffe. Wir können hier aufgrund unserer Marktbedeutung auch immer mehr gestaltend und beratend wirken. So werden wir von vielen Partnern früh in die Entwicklung neuer Lösungen und in die Umsetzung von Weiterbildungsangeboten eingebunden.

**Mit dem Ziel, dass die Handpresse nur noch im Ausnahmefall eingesetzt wird?**

**Rapp:** Richtig.

**Vielen Dank für das Gespräch.****Weitere Informationen**

Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH  
www.innotech-rot.de

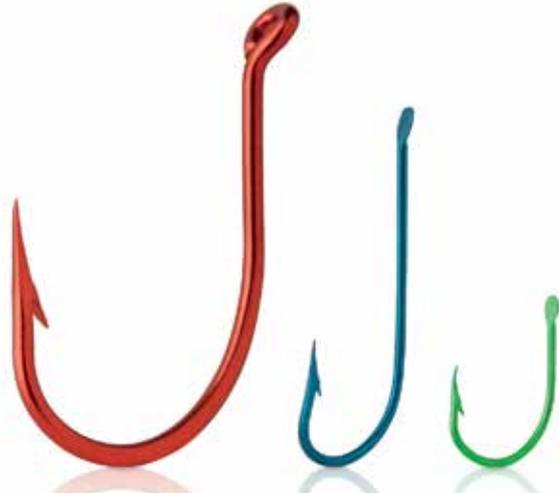
 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**



## IMMER EIN GUTER FANG.

Kostengünstige und reproduzierbare Prozesse zur Beschichtung von Massenkleinteilen.

[walther-trowal.com](http://walther-trowal.com)



**WE IMPROVE SURFACES!**

# Zerstörungsfrei prüfen

## Teil 3: Moderne Methoden zur Überwachung der Aushärtung von Klebstoffen und Dichtmassen

**BRANCHENÜBERGREIFEND MESS- UND PRÜFTECHNIK – Zerstörungsfrei prüfen und so die Qualität von geklebten Produkten sichern – diese Anforderung ist in der Praxis nicht immer einfach zu erfüllen. Eine Vielzahl an bereits etablierten sowie aktuell neuen Verfahren eröffnet neue Potenziale, wenn bei den Projekten alle relevanten Faktoren ganzheitlich betrachtet werden.**

Kleb- und Dichtstoffe sind integrale Bestandteile von Alltags- und Hochleistungsprodukten. Sie haben u.a. einen festen Platz in der Automobilindustrie, in der Elektroindustrie und im Baugewerbe. Als Laie kennt man die Dichtmassen, die in Fugen und Zwischenräume aufgetragen sind, und die Klebstoffe, mit denen die Briefmarke hält und mit denen das Schutzglas auf das Handy aufgebracht wird. Man kennt den Sekundenkleber und freut sich darüber, dass er in kürzester Zeit aushärtet. Man macht aber auch Erfahrungen, z.B. mit Abdichtarbeiten im Bad, bei denen stundenlange Wartezeiten eingehalten werden müssen, und fragt sich, ob das wirklich notwendig ist. Man ahnt, dass es eine vielfältige Welt an Dicht- und Klebstoffen geben muss. Als Experte weiß man, dass das stimmt. Und man weiß auch, dass die ungeduldige Frage nach den Aushärtezeiten keine triviale ist und dass der Laie „instinktiv“ einem Problem auf der Spur ist: Der aktuell vorzufindende Stand der Technik gibt dem Anwender keine Möglichkeit, den Aushärtefortschritt applizierter Kleb- und Dichtmassen abseits vom Labor sicher zu überwachen.

### Vermeidbare Kosten reduzieren

Entsprechend werden i.d.R. unnötig lange Wartezeiten eingehalten und für viele Abläufe vorgeschrieben. Für private Anwendungen mag dies nicht mehr als ein kleines Ärgernis sein. Für industrieller Anwender entstehen dadurch allerdings häufig hohe und potenziell vermeidbare Kosten. Um dieses Problem zu lösen, forscht das SKZ – Das Kunststoff-Zentrum an Möglichkeiten, den Aushärtefortschritt zerstörungsfrei und inline während der Produktionsprozesse zu bestimmen. Es werden dafür zwei ähnliche

Ansätze verfolgt, die auf luftgekoppeltem Ultraschall (LUS) und auf der Terahertz-Technik (THz) basieren.

### Bewährte Verfahren

LUS und THz sind zwei berührungslose und zerstörungsfreie Prüfverfahren, die es ermöglichen, Bauteile kontinuierlich oder auch nur zu einzelnen Zeitpunkten zu prüfen – und das selbst bei einseitigem Zugang zum Prüfkörper. Aus der Änderung der Signalstärke oder der Laufzeit vom Sender zum Empfänger kann dabei auf den Aushärtungsstand der Dicht- bzw. Klebschicht geschlossen werden. Gleichzeitig können dabei auch Defekte wie unbeabsichtigt eingebrachte Lufteinschlüsse erkannt werden.

Ultraschall-Prüfverfahren basieren im Allgemeinen auf der Ausbreitung mechanischer Wellen. Je nach Geometrie, innerer Struktur sowie mikroskopischen Materialeigenschaften treten Effekte wie Beugung, Streuung, Absorption und Änderung der Schallgeschwindigkeit in unterschiedlich starkem Maße hervor. Bei Systemen mit luftgekoppeltem Ultraschall wird mithilfe spezieller Hardware der Ultraschall direkt durch die Luft übertragen, sodass kein flüssiges Kopplungsmedium wie bei der herkömmlichen Ultraschalltechnologie erforderlich ist. Auf den Aushärtungsgrad lassen bei LUS vor allem die Signallaufzeit und dessen Dämpfung schließen.

Terahertz-Systeme nutzen statt der mechanischen Ultraschallwellen die namensgebenden elektromagnetischen Terahertz-Wellen, deren Wellenlängen an die der bekannteren Mikrowellen angrenzen. Aushärtezustände lassen sich hierbei durch messbare, dielektrische Unterschiede im Brechungsindex oder im Absorptionskoeffizienten, welche sich letztlich in einer Signalabschwächung und -laufzeit äußern, charakterisieren.

Bei Forschungs- und Entwicklungsprojekten wurden die Potenziale beider Prüftechniken zur Überwachung chemisch und physikalisch aushärtender Dichtmassen sowie diverse Klebstoffe an Normprüfkörpern unterschied-

licher Geometrien untersucht. Es zeigte sich dabei, dass mit beiden Systemen zuverlässige Ergebnisse erzielt werden können. Es gibt jedoch einige Unterschiede, die die praktische industrielle Einsetzbarkeit betreffen.

**Praxistipps für die Systemauswahl:** LUS-Systeme sind robuster gegenüber Vibrationen, Staub und Verunreinigungen. THz-Systeme sind vor allem aufgrund optischer Komponenten empfindlicher. Darüber hinaus bestehen besonders für LUS verschiedene Methoden der Signalverarbeitung, die sich bereits im Bereich des Kontaktultraschalls über Jahre bewährt haben und auch an spezifische Problemstellungen des LUS angepasst werden können. Die THz-Technik hingegen bringt eine etwas aufwändigere Datenverarbeitung mit sich. Vorteile der THz-Technik sind jedoch, dass neben der Aushärtungsüberwachung auch Dickenänderungen und Schwindungsvorgänge erfasst werden können. Die THz-Strahlung ist zudem für ein breiteres Anwendungsfeld einsetzbar, da sie deutlich tiefer in Materialien eindringen kann und da sie, aufgrund geringerer Brechungseffekte, für die Untersuchung an komplexeren Geometrien geeigneter ist. In preislicher Hinsicht liegt der Vorteil wiederum bei LUS-Systemen, da diese derzeit deutlich geringere Anschaffungskosten mit sich bringen. Beiden Systemtypen zu eigen ist die Empfindlichkeit gegenüber Temperaturschwankungen, weshalb parallel zur Aushärteüberwachung auch die Temperatur gemessen werden muss. Bei der anschließenden Datenverarbeitung kann der Temperatureinfluss allerdings berücksichtigt und mit einberechnet werden. THz-Strahlung wird zudem besonders von der vorzufindenden Luftfeuchtigkeit beeinflusst; aber auch diese kann rechnerisch kompensiert werden.

### Exemplarische Messergebnisse

Der Vergleich beider Prüfmethode am Beispiel der Aushärtung einer 1K-Polyurethan-Dichtmasse zeigt: Generell können die beim Aushärten auftretenden Zustandsänderungen über Messgrößen wie die Signaldämpfung oder -laufzeit beschrieben werden. Im Fall von 1K-Dichtmassen hat sich insbeson-

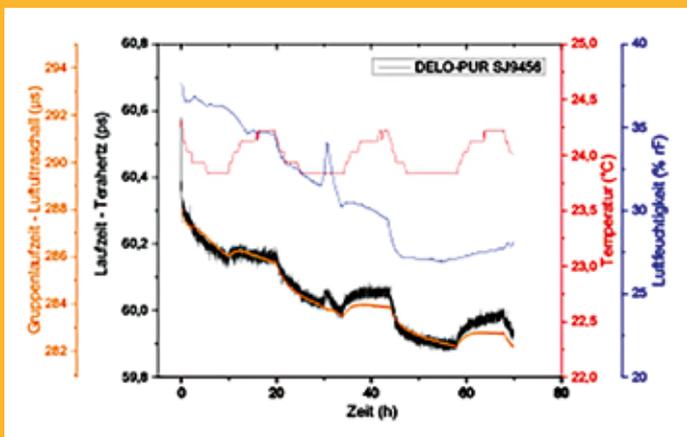


Bild 1: Vergleich der THz- und LUS-Laufzeiten sowie Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit im Zeitverlauf der Aushärtung einer aushärtenden, 1K- Dichtmasse (Bild: SKZ - KFE gGmbH)

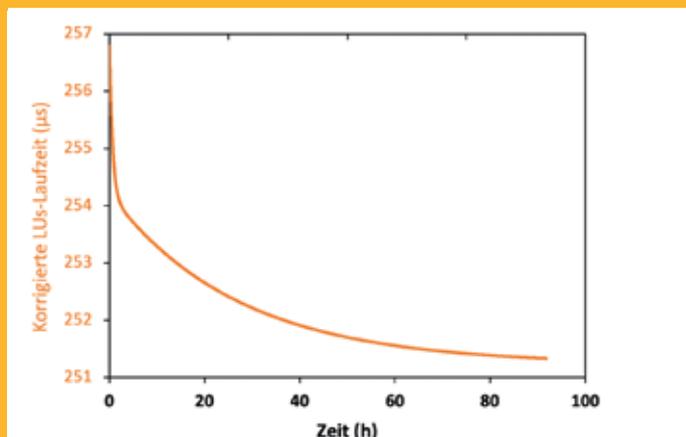


Bild 2: Bezüglich des Temperatureinflusses korrigierte Gruppenlaufzeit des LUS als Maß für den Aushärtungsfortschritt unabhängig von schwankenden Umgebungsbedingungen (Bild: SKZ - KFE gGmbH)

dere die Signallaufzeit als aussagekräftig erwiesen. Diese hängt von der Ausbreitungsgeschwindigkeit und damit u.a. der Steifigkeit (E-Modul) bzw. der Dichte der Kleb- oder Dichtmasse ab, die sich beide während der Aushärtung verändern. In Bild 1 sind die jeweiligen Ergebnisse der Laufzeit von THz-Strahlung und Ultraschall-Wellen vergleichend gegenübergestellt. Hierbei fällt zunächst auf, dass die beiden Verläufe gut übereinstimmen und gleichermaßen von der Umgebungstemperatur beeinflusst werden. Dies ist an den regelmäßig ansteigenden und abfallenden Mustern erkennbar. Einflüsse der Luftfeuchtigkeit sind nur im THz-Signal festzustellen, wie die THz-Signalspitze bei etwa 30 h zeigt, die aber nicht im Ultraschallsignal auftritt. Dass der im gezeigten Beispiel zufällig abnehmende Trend der Luftfeuchtigkeit nicht den ebenfalls abnehmenden Verlauf der Laufzeiten verursacht, konnte durch weitere Messungen, bei denen kein abnehmender Trend der Luftfeuchtigkeit vorlag, verifiziert werden. Die LUS-Gruppenlaufzeit weist weiterhin ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis auf als die THz-Laufzeit. Begründet werden kann dies mit den jeweils unterschiedlichen, für die Messungen genutzten, Signalformen und deren technischer Verarbeitung. Bei der Berechnung der Ultraschall-Gruppenlaufzeit findet die Integration über ein größeres zeitliches Intervall des Signals statt, während bei THz lediglich der Nulldurchgang eines einzelnen THz-Pulses zur Ermittlung der Laufzeit herangezogen wird.

Bild 2 zeigt einen bezüglich der Temperaturschwankungen korrigierten Verlauf der LUS-

Gruppenlaufzeit. Dieser spiegelt somit den Aushärtezustand des Klebstoffes wider. Die korrigierte Kurve der THz-Laufzeit (nicht dargestellt) ist entsprechend nahezu identisch. Der anfänglich starke Abfall der Gruppenlaufzeit des LUS-Signals ist auf die Aushärtung des oberflächennahen Bereichs im direkten Luftkontakt zurückzuführen. Der Impedanzunterschied und damit der Reflexionsfaktor an der Oberfläche steigen dabei zunächst deutlich an. Der Aushärtungsprozess im Inneren kann anschließend erst erfolgen, nachdem die Feuchtigkeit in das Material eindiffundiert ist, sodass es – wie die Messdaten zeigen – zu einem späteren, allmählicheren Abfall der Laufzeit kommt.

**Praxistipp:** Diese Resultate der Laufzeitmessungen bieten eine direkte Abschätzbarkeit und Vergleichbarkeit des Aushärtezustandes. Sie sind allerdings nicht direkt auf alle Kleb- und Dichtstoff-Systeme übertragbar. Die unterschiedlichen chemischen und physikalischen Aushärteprozesse wirken sich je nach Materialsystem entsprechend unterschiedlich auf die Materialparameter und folglich auch auf die ermittelbaren Messgrößen aus. Je nach untersuchtem Stoff kann eine Analyse der Signalabschwächung oder eine spezialisiertere Datenanalyse zielführender sein.

**Fazit**  
Da sich sowohl LUS- als auch THz-Methoden für die Integration als Inline-Prüftechnik eignen, sind die hier kurz vorgestellten Möglichkeiten der Aushärteüberwachung besonders für industrielle Produktionsprozesse von Interesse. Sie können vor allem dort gewinnbringend sein, wo verkürzbare Wartezeiten

Prozesse behindern und Ressourcen unnötig gebunden werden. Zudem kann im Sinne eines ganzheitlichen Qualitätsmanagements eine genaue Zustandsdokumentation realisiert und entsprechend eine hohe Nachverfolgbarkeit für evtl. später im Prozess oder im Einsatz auftretende Probleme nachgewiesen werden. Das Kunststoff-Zentrum SKZ kann bei der Entwicklung und Integration von Messsystemen für spezifische Messaufgaben unterstützen und zur Lösung spezieller Fragestellungen beitragen. In diesem Zusammenhang werden kostenlose Voruntersuchungen angeboten, damit Unternehmen die Verfahrenseignungen für eigene Materialsysteme ohne Kostenrisiko bewerten lassen können.

 **DICHT!digital:** Buchtipp: Zerstörungsfreie Qualitätssicherung an applizierten Dichtmassen (ISBN: 978-3-8440-8372-9) via Amazon

**Weitere Informationen**  
SKZ - KFE gGmbH  
www.skz.de

 Von Giovanni Schober, Leiter der Gruppe für Zerstörungsfreie Prüfung, Pierre Pfeffer, Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe Zerstörungsfreie Prüfung, Thomas Hochrein, Geschäftsführer, Martin Bastian, Institutsleiter Kunststoffzentrum SKZ

 **DICHT!digital:** [Zum Lösungspartner](#)

 **Impulse. News. Lösungspartner. frisch geliefert**

 **ISGATEC**  
IMPULSE  
www.isgatec.com > Newsletter kostenlos abonnieren!

# Effektiv manuell dosieren

## Teil 4: Akku-Kartuschenpressen – für den nachhaltigen Dauereinsatz

**BRANCHENÜBERGREIFEND KLEBTECHNIK – Prozesssicheres Dosieren und manuelle Dosiertechnik sind für viele Praktiker:innen ein Widerspruch. Diese neue Serie zeigt die Möglichkeiten und Grenzen der manuellen Dosiertechnik, aber auch, dass dieser Widerspruch in der Praxis überschätzt wird. Sie soll deshalb dabei helfen, aus einem riesigen Angebot die richtige technische Lösung auszuwählen.**

Die Technik: Akku-Kartuschenpressen unterscheiden sich nicht nur in der Druckkraft, sondern auch in ihren Konstruktionsarten. Grundsätzlich wird in drei Konstruktionsarten unterschieden:

- Zahnstangenmodell (Bild 1) – Dieses ist nicht zu empfehlen, wenn hochviskose Materialien ausgetragen werden sollen. Denn bei der Applikation überträgt immer nur ein Zahn der Zahnstange die Kräfte. Deshalb müssen Zahnstangen entsprechend stabil ausgelegt sein. Außerdem entsteht unter Last ein Biegemoment auf die Zahnstange und das Getriebe.
- Kugelgewindeantrieb (Bild 2) – Bei diesem Schraubgetriebe wird die Stange nicht mit einem Zahnrad angetrieben, sondern Kugeln übertragen die Kraft zwischen der Gewindespindel und dem Motorgehäuse. Der Vorteil hierbei ist die geringere Reibung durch eine rollende Bewegung. Das erlaubt eine kleinere Bauart und damit auch ein

leichteres Übertragen höherer Kräfte als bei der Zahnstangenvariante.

- Kettenschubstange – Eine Besonderheit weist die B600-Serie von MK™ auf. Durch eine Kettenschubstange (Bild 3), die aus einzelnen Elementen besteht, kann man diese kompakten Akku-Kartuschenpressen in schwer zugänglichen Bereichen verwenden. Beim Rücklaufen der Schubstange entzahnieren sich die einzelnen Elemente und machen diese flexibel. Dies erlaubt eine deutlich kompaktere Bauweise als bei anderen Akku-Kartuschenpressen, da sich die Schubstange im Griff windet.

Akku-Kartuschenpressen werden vor allem im Handwerk, aber auch in der Industrie für den professionellen Gebrauch eingesetzt. Es gibt sie für 1K-Kartuschen in einer Gebindegröße von 80 ml bis 6.800 ml und für 2K-Kartuschen in einer Gebindegröße von 50 ml bis 1.500 ml.

**Praxistipps:** Bei der Verarbeitung von Kleb- und Dichtstoffen überzeugen Akku-Kartuschenpressen durch Schnelligkeit, Präzision und ein ortsunabhängiges und ermüdungsarmes Arbeiten. Einige Modelle verfügen über eine variable Auspressgeschwindigkeit, die mithilfe des Fingerabzuges während der Verarbeitung reguliert werden kann. Akku-Kartuschenpressen verfügen über eine höhere Druckkraft als manuelle und pneumati-

*„Ermüdungsfreier Dauereinsatz und hohe Dosierqualität, in Kombination mit umfassender Reparaturfähigkeit, machen diese Systeme für viele Einsätze sehr wirtschaftlich.“*

*Joachim Rapp, Geschäftsführer, Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH*



sche Kartuschenpressen und sind daher besonders für hochviskose Materialien geeignet. Für reproduzierbare und genaue Applikationsergebnisse sind Modelle mit eingebautem elektrischen Dosiersystem am Markt verfügbar.

Ein Nachteil der Akku-Kartuschenpressen ist die langsamere Druckentlastung, sodass es in einigen Fällen zu einem Nachlaufen des Materials kommen kann. Außerdem ist die Auspressgeschwindigkeit der Akku-Kartuschenpressen begrenzt, daher empfiehlt sich für sehr niedrigviskose Klebstoffe die Nutzung einer Druckluft-Kartuschenpresse.

Vergleicht man sie mit manuellen und druckluftbetriebenen Geräten, sind sie speziell im Dauereinsatz mit hochviskosen 1K-Klebstoffen oder generell mit 2K-Klebstoffen meist



**Bild 1:** Die Kraftübertragung über einen Zahn ist ein konstruktiver Nachteil der Zahnstangenmodelle

(Bild: Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH)



**Bild 2:** Bei Kugelgewindeantriebsmodellen ergibt sich eine kleinere Bauart und damit auch ein leichteres Übertragen höherer Kräfte als bei der Zahnstangenvariante

(Bild: Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH)



**Bild 3:** Die Kettenschubstange erlaubt eine deutlich kompaktere Bauweise als andere Akku-Kartuschenpressen, da sich die Schubstange im Griff windet

(Bild: Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH)

### Entscheidungskriterien

Einsatzbereich	Handwerker, Profis, Industrie
Preise	150 - 900 €
Auftragsarten	Raupenauftrag
Verarbeitbare Materialien	1K, 2K, alle Viskositäten
<b>Pro</b>	Ermüdungsfrei, präzise, Dauereinsatz, exaktes Mischergebnis bei 2K-Klebstoffen, reparierbar, ortsunabhängiger Einsatz
<b>Contra</b>	Teurer in der Anschaffung, langsamere Durckentlastung

die erste Wahl. Im Gegensatz zur manuellen Verarbeitung ist das Arbeiten mit akkubetriebenen Geräten ergonomischer und effizienter. Zudem gerät das Auspressen mit Akku-Kartuschenpressen gleichmäßiger als per Hand. Gegenüber einer Druckluft-Kartuschenpresse sind das ortsunabhängige Arbeiten und die bessere Eignung für hochviskose Materialien zentrale Vorteile. Das Arbeiten ohne Druckluft und Luftschlauch sorgt zudem für mehr Arbeitssicherheit.

**Tipps für die Beschaffung:** Akku-Kartuschenpressen sind in der Anschaffung meist teurer als Druckluft-Kartuschenpressen und immer teurer als manuelle Kartuschenpressen. Dafür bieten sie eine fast unbegrenzte Haltbarkeit, da alle qualitativ hochwertigen Geräte reparierbar sind. Das gilt für Motor, Getriebe, Platine und Behälter. Ob sich eine Reparatur der Akku-Kartuschenpresse lohnt, ist jedoch

von Modell zu Modell unterschiedlich und kann nach einer Begutachtung beurteilt werden. Eine Orientierung bietet hier die Sternbewertung im „Almanach – Rund um Kleben & Dichten“. Die Akkus und die Ladegeräte können nachbestellt werden. Generell empfiehlt sich die Anschaffung von mindestens zwei Akkus, um ein nahtloses Weiterarbeiten zu ermöglichen.

 [DICT!digital: Den Almanach kostenlos bestellen](#)

#### Weitere Informationen

Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH  
www.innotech-rot.de

 [DICT!digital: Zum Lösungspartner](#)

## Aus dem Kleben-Netzwerk

**Neuer Hochleistungs-Sofortklebstoff für die Montage** – Der Klebstoff LOCTITE 402 ergänzt das umfangreiche Sortiment an zuverlässigen Sofortklebstoff-Lösungen von Henkel. Er ist zum Verkleben von Kleinteilen in Fertigungsprozessen mit hohen Produktionsgeschwindigkeiten sowie für schnelle Reparaturen unterwegs geeignet.

 [DICT!digital: Zur Meldung](#)

**Neue Klebprozesstechnologie senkt Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen** – Mit der Durchflussaktivierung hat DELO eine neue Prozesstechnologie entwickelt, bei der die Dosierung und Voraktivierung des Klebstoffs erstmals in einem Prozessschritt ablaufen. Damit haben Anwender neue Möglichkeiten für ihre Produkt- und Prozessgestaltung und können gleichzeitig ihre Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen senken.

 [DICT!digital: Zur Meldung](#)

**Hotmelt-Reiniger, der wachsenden Umweltanforderungen gerecht wird** – Der „grüne“ Hotmelt-Reiniger WL 2022 der Wekem GmbH minimiert den Einsatz einiger als gefährlich eingestufte Rohstoffe bzw. ersetzt diese gegen weniger aggressive Rohstoffe. Auf die Reinigungsleistung hat das keinen Einfluss.

 [DICT!digital: Zur Meldung](#)

 [DICT!digital: Neugierig? Hier gehts zu allen Infos zu Bonding 5.0](#)

 [DICT!digital: Zum Lösungspartner](#)

## Bonding 5.0

Alle relevanten Aspekte des Klebens in einem Ansatz integriert:  
Das ist Bonding 5.0.  
Natürlich von DREI BOND.

 **DREI BOND**

t +49 89 96 24 27-0  
www.dreibond.de



# „Preis und Klebfestigkeit sind keine ausreichenden Kriterien für die Klebstoffauswahl.“

## Ansätze zur praxisgerechten Klebstoffevaluation aus diesem Jahrtausend

**BRANCHENÜBERGREIFEND MESS- UND PRÜFTECHNIK, DIENSTLEISTUNGEN – Findet man heute mit tradierten Methoden sinnvolle Antworten auf aktuelle Fragestellungen? Für die projektbezogene Auswahl und Bewertung von Klebstoffen wollte Dr. Martin Brandtner-Hafner, Inhaber der Fracture Analytics, diese Frage nicht mit Ja beantworten und plädiert für einen neuen Ansatz.**

### Vor welchen Herausforderungen stehen Anwendende heute bei der Auswahl und Evaluierung von Klebstoffen?

**Brandtner-Hafner:** Weltweit stehen mehrere Tausend Klebstoffe der unterschiedlichsten Systeme (PUR, Epoxy, Hybrid, MS-Polymer), Ausführungen (Hotmelt, Klebebänder, UV-aushärtende Klebstoffe, anaerobe Klebstoffe, Sprühklebstoffe, Klebdichtstoffe etc.) für B2B- und B2C-Anwendungen zur Verfügung. Da ist es nicht verwunderlich, dass sich Anwendende nach einfachen und unkomplizierten Auswahlkriterien sehnen. Diese sind heute meist die Klebfestigkeit und der Preis – gefolgt von der Verarbeitungszeit, Mischbarkeit (1K/2K) und anderen wirtschaftlichen sowie technisch-chemischen Faktoren.

Nun ist es jedoch so, dass oftmals suggeriert wird, dass der Klebstoff mit der höchsten Zugfestigkeit am besten „hält“. Dann gilt es nur noch, den „billigsten“ Klebstoff mit der „höchsten Klebfestigkeit“ zu suchen und schon meint man, seinen idealen Kandidaten gefunden zu haben. Die Praxis zeigt jedoch, dass Preis und Klebfestigkeit keine geeigneten Selektionskriterien für eine qualitative und sicherheitsorientierte Klebstoffauswahl sind. Benötigt werden hierzu empirisch-valide Kennzahlen, die sich an wissenschaftlichen Prüf- und Bewertungsmethoden orientieren und authentisch-solide sowie abgesicherte Ergebnisse liefern.

### Warum stoßen etablierte Prüfansätze an ihre Grenzen und brauchen wir deshalb gleich neue?

**Brandtner-Hafner:** Die etablierten Prüfansätze sind größtenteils genormte Verfahren aus den 1970er Jahren des letzten Jahrhunderts. Diese wurden oftmals von Werksnormen aus Übersee (z.B. Boeing bzw. NASA)

übernommen, daher auch die genaue Breite von 1 Zoll (25,4 mm) bei den Probekörpern nach DIN EN 1465. Damals stand ein günstiges und rasch reproduzierbares Ergebnis im Vordergrund. Dass jedoch z.B. die Probengröße das Messergebnis stark beeinflusst (Größeneffekt, Size Effekt) und die gemessenen Zugfestigkeiten (mechanischen Spannungen) keinerlei Aussagen über Schädigungsprozesse in der Klebschicht während der Entfestigung erlauben, spielte damals offenbar keine Rolle. Auffällig ist auch, dass Normprüfverfahren oftmals von den „Erfindern“ bis in Normenausschüsse gepusht wurden. Das schützt zwar die Prüfverfahren, blockiert aber heute auch neue Wege.

*„In der Praxis haben Anwendende zwar immer mehr Daten, aber wo bleibt die Erkenntnis?“ –*

*Dr. Martin Brandtner-Hafner, Inhaber, Fracture Analytics*



### Welchen Ansatz bevorzugen Sie?

**Brandtner-Hafner:** Aufgrund des Mangels an empirisch-validen Kennzahlen in der Klebtechnik haben wir einen neuen Ansatz entwickelt und damit zwei neue universelle Kenngrößen eingeführt. Sie beruhen auf der Klebsicherheit, der Haftungsgüte, der Klebfestigkeit, der Bruchenergie und der Bruchzähigkeit. Diese Parameter werden mittels des eigenen Bruchanalytikverfahrens MCT gemessen. Das Ergebnis ist der „Klebsicherheitsfaktor SF“. Bezieht man dann noch den Klebstoffpreis mit ein, ergibt sich der Wert „Klebsicherheitsprämie SP“. Wir sind damit Forderungen von Anwendenden nachgekommen, die bemängeln, dass sich mit Laborkennwerten aus technischen Datenblättern das Versagensverhalten von Klebverbindungen in der Praxis oft nicht erklären lässt. Mit SF und SP geht das – und es lassen sich effizient vergleichbare Ergebnisse produzieren, die dann in Ratingreports hinterlegt werden. Dabei werden unterschiedliche Klebstoffe nach Gruppen geclustert, z.B. Epoxies für Karosserie-

rieverklebungen, und in einem Risikoschaubild gegenübergestellt und bewertet.

### Wie tragen Sie gängigen Marktforderungen nach Akkreditierung von Prüfeinrichtungen und der Erfüllung von Werksnormen in verschiedenen Branchen Rechnung?

**Brandtner-Hafner:** Auch hier ist es m.E. sinnvoll, neue Wege zu beschreiten. Wir sind aktuell nicht akkreditiert. Warum? Für uns steht zunächst der Wunsch der Anwendenden nach Daten für eine zuverlässige Klebstoff-Evaluierung im Vordergrund, d.h. die Bereitstellung von zuverlässiger Qualität sowie Sicherheit, die Gewährleistung eines technischen Mindestniveaus sowie die Konformität mit Gesetzen sowie Einhaltung von Richtlinien und Normen. Das tun wir mit unserem wissenschaftlich und international anerkannten und gültigen Prüfansatz auf Basis eines empirisch-validen Materialgesetzes und mit unserer langjährigen Expertise. Unser Ziel ist es, unabhängig, rasch und effizient zu agieren und diesen Vorteil auch direkt an unsere Kunden weiterzugeben. Kostspielige Akkreditierungen bringen uns dabei nicht weiter und spielen nach unserer Erfahrung bei Projekten in klein- und mittelständischen Unternehmen nicht die Rolle wie bei großen Global Playern und in verschiedenen Branchen. Unser Fokus liegt derzeit darauf einen neuen Denkansatz in den Markt zu bringen. In absehbarer Zukunft planen wir darüber hinaus, selbst Klebstoffe in puncto Klebeigenschaft und „sicherem Versagen“ zu zertifizieren.

### Kommen wir noch mal zu den verfügbaren Klebinformationen in Datenblättern. Können Ihre Ergebnisse in diese einfließen?

**Brandtner-Hafner:** Natürlich, denn unser Konzept bietet eine andere und höhere „Informationsdichte“. Wir beginnen dort, wo technische Datenblätter i.d.R. aufhören, und deshalb könnten unsere empirisch-validen Kennzahlen – wissenschaftlich ermittelt und abgesichert – sehr wohl in Datenblätter einfließen. Mit der höheren „Informationsdichte“ und „Informationsgüte“ würde ein technisches Datenblatt „Plus“ entstehen. Erste Projekte haben auch gezeigt, dass Anwendende ihr Klebstoffwissen aus Datenblättern mit unseren Evaluierungen ergänzen. Auf dieser Basis lassen sich dann Klebprozesse optimieren und eventuelle Reklamationen minimieren.



DICT!digital: Mehr zu SF und SP

Get your



ticket now!

## Wenn Ihnen auf Datenblättern grundsätzlich wichtige Informationen fehlen, welche Funktion haben sie dann?

**Brandtner-Hafner:** Das ist eine gute Frage. Prinzipiell sind technische Datenblätter zunächst sowas wie die „Visitenkarte des Klebstoffs“. Es gehört zum guten Ton in der Branche, Produkte ausreichend zu kennzeichnen – daher auch ein Sicherheitsdatenblatt zum technischen Datenblatt. Die Herausforderung liegt im Wort „ausreichend“. Es ist wie in einer Schulklasse: Manche Hersteller agieren wie „Streber“ aus der ersten Reihe, die genau das machen, was der Lehrer erwartet. Und dann gibt es die „Schlusslichter“ aus der letzten Reihe, bei denen man u.U. nicht einmal ein Datenblatt bekommt.

Aber sie erfüllen m.E. noch eine weitere zentrale Funktion. Unsere Recherchen haben ergeben, dass es enorme Unterschiede im Bereich der verfügbaren Daten in den Datenblättern gibt und authentische Vergleiche unmöglich sind. Deshalb haben wir uns entschieden, Klebstoffe direkt über unser breites Netzwerk herstellerunabhängig einzuholen und inhouse zu testen. Dabei wurde auch deutlich, dass die technischen Datenblätter mit ihren Haftungsausschlüssen die darin gemessenen Laborkennwerte oft relativieren, überspitzt gesagt: „Egal was der Anwendende mit einem Klebstoff macht, der Hersteller haftet nicht dafür“. Das hilft Anwendenden aber in der Praxis nicht – vor allem dann nicht, wenn der Klebstoff nicht das „hält“, was er verspricht.

## Welche Informationen brauchen Anwendende also, um zu bewerten, ob sie den richtigen Klebstoff einsetzen?

**Brandtner-Hafner:** Wie schon eingangs erläutert, sind reine „Preis- und Festigkeitsvergleiche“ zwar verlockend, aber nicht zielführend. Alle aus unserer Sicht relevanten Aspekte haben wir im Klebsicherheitsfaktor SF und der Klebsicherheitsprämie SP zusammengefasst. Damit ist es erstmals möglich, den Preis eines Klebstoffs mit seiner Klebsicherheit zu verknüpfen und jenen Klebstoff zu wählen, der die geringste „Risikoprämie“ aufweist. Dieses Prinzip haben wir aus der Versicherungsbranche adaptiert.

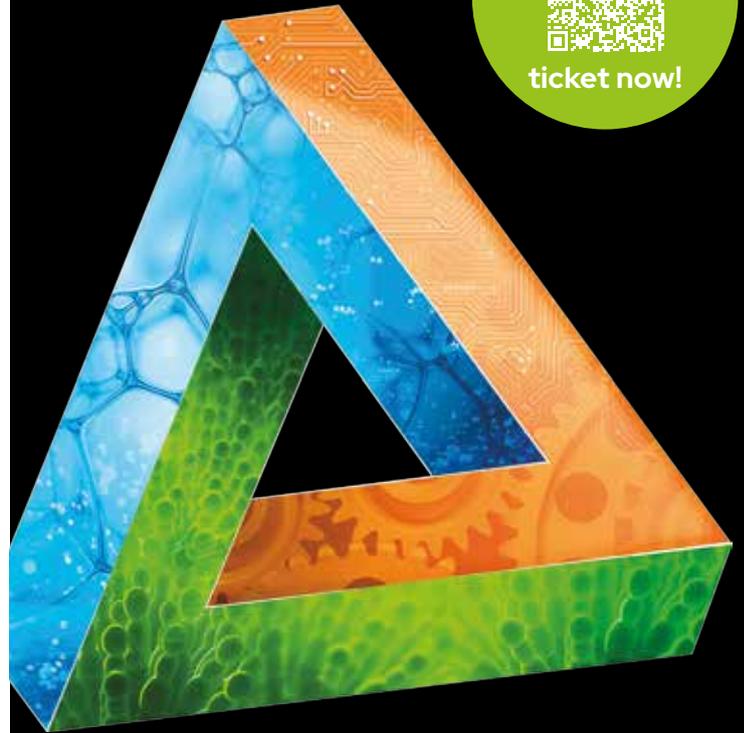
## Welche Auswirkungen erwarten Sie auf die Entwicklung des Klebens, wenn man bei tradierten Vorgehensweisen bei der Bewertung und Auswahl von Klebstoffen bleibt?

**Brandtner-Hafner:** Wir sind überzeugt, dass – wenn man bei den tradierten Vorgehensweisen bleibt – weiterhin Preis und Festigkeit die einflussreichsten Entscheidungsparameter bleiben. Die Konsequenz wird sein, dass weiterhin „Preiskämpfe“ zulasten der Klebsicherheit gehen und der optimale Klebstoff somit höchst wahrscheinlich nicht erkannt wird. Ebenso wird der Irrglaube, der Klebstoff mit der höchsten Klebfestigkeit „hält am besten“, weiterhin zu Unfällen, unkontrolliertem Versagen und Schäden in der Praxis führen. Das wird ein gutes Geschäft für Sachverständige, allerdings weniger für Klebstoffhersteller, da trotz Haftungsausschlüssen durchaus das Image leiden kann. Das alles lässt sich mit empirisch-validen Klebsicherheitsfaktoren auf Basis der Bruchanalytik vermeiden. Es ist auch bei der Evaluierung von Klebstoffen an der Zeit, neue Wege zu beschreiben und damit bei Klebprojekten, die Klebstoffauswahl als Risiko auszuschließen. Kleben ist ein so komplexer Prozess, da kann noch an anderen Stellen genug falsch gemacht werden.

Vielen Dank für das Gespräch.

### Weitere Informationen

Fracture Analytics  
[www.fractureanalytics.com](http://www.fractureanalytics.com)



# INSPIRING SUSTAINABLE CONNECTIONS

## World Forum and Leading Show for the Process Industries

ACHEMA is the global hotspot for industry experts, decision-makers and solution providers. Experience unseen technology, collaborate cross-industry and connect yourself worldwide to make an impact.

**Are you ready? Join now!**

**#back2live:**

**22 – 26 August 2022**

Frankfurt, Germany

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

# Das Modell „Ferengi“ hat ausgedient

Diesmal möchte ich zeigen, dass es auch positive Dinge gibt und dass „die Welt der Klebebänder“ handelt. Aber ich verstehe auch, wie schwierig es sein kann, die letzte Zeit an etwas Gutes zu glauben. Erst die Pandemie zu der US-Präsident Biden scherzhaft bemerkte: „Wir hatten eine schreckliche Seuche – gefolgt von zwei Jahren Covid“. Doch das war alles andere als ein Witz. Jetzt bringt Putin und seine „militärische Sonderoperation“, die Welt in unmittelbare Gefahr und in wirtschaftliche Turbulenzen. Und zu allem Überfluss haben wir auch noch die „Pandemie in Zeitlupe“ [1] – den Klimawandel. Das alles ist ein düsteres, fast dystopisches Bild.

Wir müssen jetzt erkennen, dass all diese „Missgeschicke“ ein gemeinsames Element haben. Und diese Gemeinsamkeit ist auch der Schlüssel zur Lösung. Wir müssen erkennen, dass dies alles durch uns Menschen, unser Verhalten, unsere Ängste und unsere Entscheidungen verursacht wird. Es ist unser ständiges Streben nach Wachstum und Wohlstand, nach Macht, nach Kontrolle über Natur und Menschen. Es scheint, dass wir bequemerweise vergessen haben, dass es nur eine Erde gibt, die wir alle teilen, und dass die Bewohner von „Ferenginar“ [2] nicht unsere Vorbilder sein sollen.

Der Earth Overshoot Day [3] war dieses Jahr für Deutschland der 4. Mai. Lassen wir es einfach auf uns wirken: In nur 125 Tagen haben wir es geschafft, alle Ressourcen für dieses Jahr zu verbrauchen. Da ist Handeln angesagt. Das wissen wir alle. Wenn wir und unsere Unternehmen jetzt handeln, werden wir noch einiges bewegen können. Wohlgemerkt: Unternehmen scheitern, weil sich die Welt verändert. Die einst allgegenwärtige eindimensionale Fokussierung auf Gewinnmaximierung und Shareholder-Value wird langsam, aber sicher als „die dümmste Idee“ [4] angesehen, die massiv zu der Situation beigetragen hat, in der wir uns heute befinden. Über vier Jahrzehnte lang haben wir uns wirklich wie Ferengi verhalten. Es sollte klar sein, dass es Zeit für einen ernsthaften Wandel ist [5]. Der ehemalige GE-CEO Jack Welch bemerkte einmal: „Wenn die Geschwindigkeit des äußeren Wandels die Geschwindigkeit des inneren Wandels übersteigt, ist das Ende nahe.“ Peter Drucker schrieb in „Execu-

tive Excellence“: „Wir können bereits sehen, wie die Zukunft Gestalt annimmt. Ich glaube, die Zukunft wird sich auf unerwartete Weise verändern. Die größten Veränderungen liegen noch vor uns. Die Gesellschaft des Jahres 2030 wird sich meiner Meinung nach stark von der heutigen Gesellschaft unterscheiden und wenig Ähnlichkeit mit der von den derzeitigen Futuristen vorhergesagten Gesellschaft haben.“ Und sie haben Recht.

*„Was stimmt mich nach den vielen düsteren Botschaften positiv und lässt mich glauben, dass es gute Dinge gibt? Ich glaube z.B., dass die Klebebandbranche ihre Verantwortung wahrnimmt.“ –*

*Dr. Evert Smit, President, AFERA*



Ich glaube daran, dass die Klebebandbranche eine Führungsrolle übernehmen wird, anstatt darauf zu hoffen, dass später jemand anderes (unsere Kinder) die Kohlen aus dem Feuer holen wird. Denn es liegt etwas in der menschlichen Natur, das den Homo Sapiens auszeichnet [6] – unsere herausragenden und einzigartigen Stärken, das Reden und Kooperieren.

Ich habe schon früher festgestellt, dass die europäische Klebebandbranche die Welt, in der wir tätig sind, neu überdenkt. Dass „Konkurrenten“ zu Partnern werden, um die Zukunft zu gestalten. Die Beendigung der auf fossilen Brennstoffen basierenden Wirtschaft ist zu einem Akt des „gemeinsam gegen den Angreifer“ geworden. Diese „Angreifer“ sind der Klimawandel und in letzter Zeit die wirtschaftlichen Turbulenzen. Das hat unseren Willen zur Veränderung in noch nie dagewesener Weise gestärkt. So können wir dazu beitragen, dass die erforderlichen Veränderungen stattfinden. Kein Unternehmen unserer Branche hat die Macht, die erforderlichen Veränderungen alleine herbeizuführen, aber gemeinsam können wir es – und wir tun es.

Entlang der gesamten Wertschöpfungskette eines Klebebandes arbeiten wir zusammen und haben dies zu unserer obersten Priorität

gemacht, da wir auch im nächsten Jahrzehnt einen Beitrag leisten wollen. Afera hat das Flaggschiff-Nachhaltigkeitsprojekt [7, 8] ins Leben gerufen. Dessen Schwerpunkte beruhen auf der Harmonisierung von Daten und Berechnungsmethoden, auf der Einführung gesetzlich vorgeschriebener bester Techniken für das Abfallmanagement und der Materialreduzierung sowie auf der Unterstützung unserer Mitglieder bei der „Übersetzung“ des EU Green Deal. Wir glauben, dass Klebebänder einer der versteckten Treiber in Richtung Klimaneutralität sind [9]. Klebebänder können eine Vielzahl von Funktionen auf einmal erfüllen, was bedeutet, dass Produkte dünner und leichter gemacht werden können und auf diese Weise weniger, günstigere und nachhaltigere Materialien verwendet werden können. Sie werden entwickelt, um den härtesten Umweltbedingungen standzuhalten, langlebig und zuverlässig zu sein, die Produktionseffizienz zu steigern und Recycling und Reparatur zu erleichtern. Wenn das keine Perspektiven sind. Und wenn wir dann doch mal im All auf Ferengi treffen, können wir ihnen zeigen, wie man die Probleme einer solchen Gesellschaftsform lösen kann.

## Literatur:

- [1] <https://thecorrespondent.com/449/why-climate-change-is-a-pandemic-in-slow-motion-and-what-that-can-teach-us>
- [2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Ferengi>
- [3] <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2022-05/overshoot-day-ressourcen-verbrauch-deutschland-klimawandel-nachhaltigkeit>
- [4] <https://www.forbes.com/sites/stevedenning/2017/07/17/making-sense-of-shareholder-value-the-worlds-dumbest-idea>
- [5] Damit Sie sich ein Bild davon machen können, wie schwierig der Wandel im wirklichen Leben ist, finden Sie hier eine unterhaltsame Lektüre. Lustig, weil sich viele damit identifizieren können. Ein offensichtliches Symptom für das Festhalten an Dingen, von denen wir uns wahrscheinlich alle einig sind, dass wir das nicht sollten. Strukturen, die oft mit Trugschlüssen heftig verteidigt werden. Wenn sich das ändert, dann verspreche ich Ihnen: Der Fortschritt ist im Anmarsch! <https://www.rootinc.com/everything-need-know-culture-parking-lot>
- [6] <https://www.ynharari.com/topic/power-and-imagination/>
- [7] <https://www.afera.com/adhesive-tapes-sustainability/flagship-sustainability-project/>
- [8] <https://www.afera.com/adhesive-tapes-sustainability/knowledge-hub>
- [9] <https://www.afera.com/uploads/Bestanden/Afera-Industry-Statement-E.U.-Green-Deal-Final.pdf>



## „FIPG und FIPFG sind spannende Akronyme“

Seit es industriell gefertigte und damit ausreichend verfügbare Elastomere gibt, wurden Zuschnitte daraus als Dichtungen in Gehäuse eingeklebt, wobei die Klebung meist als Montagehilfe oder „Verlierschutz“ diente. Denn die verschlossenen Gehäuse hielten die Dichtungen ohnehin in situ, also am Platz. Bis in die späten 80er war das „Stand der Technik“, wengleich es schon erste Anwendungen von FIPG-Dichtsystemen gab. Dabei wurde die Dichtung vor Ort geformt – formed in place gasket – indem ein pastöser Dichtstoff vor dem Fügen auf einen Flansch aufgetragen wurde, der vor oder nach dem Fügen chemisch vernetzte und so eine elastische Dichtung formte. Dieser Prozess konnte mechanisiert oder gar automatisiert werden, sparte also Handarbeit beim Einkleben der separat gefertigten Dichtelemente. Vor allem vermied dieses Verfahren aber Müll, der zwangsläufig beim Ausschneiden bzw. Ausstanzen der Dichtung zuvor entstanden war. Außerdem konnten so auch dreidimensionale Dichtungen geformt werden, was zuvor durch das Einlegen oder Einkleben von Elastomerrundschneuren erledigt wurde. Perfekte Lösung?

Noch nicht ganz: Das pastös aufgebraute Dichtmaterial musste noch vor dem Fügen aushärten – etwa um das Gehäuse später

wieder öffnen zu können. Damit war es aber oft, z.B. für dünnwandige Gehäuse, schon zu fest. Die Gehäuse wurden und werden aus Gewichts- und Materialersparnisgründen immer dünner. Deshalb folgte mit dem FIPFG die nächste Entwicklungsstufe, wobei das 2. F für „foamed“ steht. Auch hier wird eine flüssige bis pastöse Masse in einer Raupenform aufgebracht. Durch die anschließende Reaktion, die hier auch ein Aufschäumen beinhaltet, entsteht eine weiche, gut verpressbare Dichtung. Daher rührt letztlich auch der Name Formed In Place Foam Gasket, abgekürzt FIPFG. Die Schaumdichtung („foam gasket“) wird direkt („in-place“) am abzudichtenden Bauteil aufgebracht („formed“). Der größte Vorteil dieser Technologie liegt vor allem im maschinellen und damit kostengünstigen Auftragsprozess, denn das Auftragen des Dichtschams geschieht entweder per Roboter oder über ein Mehrachsen-Auftragsystem. Auch die Zu- und Abführung der abzudichtenden Bauteile kann mechanisiert oder gar automatisiert werden. Damit fallen die Vorfertigung der Dichtung, das manuelle Einlegen oder Einkleben weg – die Dichtung entsteht am Einsatzort und passt damit perfekt und haftet von sich aus auf dem Untergrund. Der Spruch „sitzt wie angegossen“ passt hier im wahrsten Sinne des Wortes! Das

„Auch wenn Fortschritt nur mit einem Buchstaben beschrieben werden kann, heißt das nicht, dass nicht eine Menge zu berücksichtigen wäre.“ – Thomas Stein, Inhaber, IMTS Interims Management



 **DICHT!digital:** Sie wollen sich über das Thema austauschen? Dann schreiben Sie mir per E-Mail.

spart Zeit und Geld – und wenn man dann noch das richtige Material wählt, kann man sich unter Umständen sogar die Dichtnut zur Aufnahme der Dichtung sparen. Warum? Weil es nicht nur dünnflüssige FIPFG-Systeme gibt, die gut in enge Nuten fließen, sondern auch pastöse, die einfach auf ebene oder schräg geneigte Flächen aufgetragen werden können. Das abzudichtende Bauteil kann damit oft konstruktiv vereinfacht werden. War das ein Fortschritt?

Aber ja doch! Und es ist außerdem ein schönes Beispiel dafür, dass die Hersteller von Dichtmaterialien sowie Misch-, Dosier- und Auftragstechnik eng zusammenarbeiten müssen, damit das System dann auch reibungsfrei läuft. Auf der Anwenderseite sorgen idealerweise Konstruktion, Anlagenplanung, Qualitätssicherung, Einkauf und Produktion für einen optimalen Projektverlauf. Erfolgreicher technischer Fortschritt – hier mal zur Vermeidung des Klebens – ist immer Teamwork.

 **DICHT!digital: Zum Lösungspartner**

**KÖPP**  
experts in foam



# FIP(F)G

**KOEPPcell®**

## Flüssigdichtungen

- ▶ 1K-Flüssigdichtungssysteme, Klebetechnik und Verguss
- ▶ 2K-Polyurethanschaum-Dichtungssysteme
- ▶ 2K-Schaumsilikon  **NEU**

**Dichten • Dämmen • Isolieren • Filtern**

### KONTAKT

Tel.: +49 241 16605-0  
E-Mail: sales@koepp.de  
Web: www.koepp.de



Your solutions  
in foam



# Fluorpolymere unterstützen die Erreichung der EU-Green-Deal-Ziele

## Neue Anwendungsbereiche und Herausforderungen für Fluorpolymere

**BRANCHENÜBERGREIFEND DICHTUNGSTECHNIK ALLGEMEIN, ROHSTOFFE, MISCHUNGEN – Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFAS) stehen derzeit in der Diskussion. Ein Verbot, andererseits aber auch ein unsachgemäßer Umgang mit Produkten aus diesen Fluorpolymeren am „End-of-Life“, wäre ein großer Rückschlag für die Gestaltung unserer Zukunft. Es gilt also, einen sinnvollen Weg zu finden.**

Die Europäische Union (EU) hat in ihren Nachhaltigkeitszielen die Minimierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes als eines der oberen Ziele ausgegeben. Dies bedeutet, dass anstelle fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl oder Erdgas andere Energieträger den Hauptbedarf an Energie liefern müssen. Wegen seiner Umweltfreundlichkeit steht hierbei Wasserstoff (H<sub>2</sub>) im Vordergrund: Als Verbrennungsprodukt bei der Energiegewinnung entsteht Wasser (H<sub>2</sub>O), das andererseits als Quelle für die Herstellung von Wasserstoff in unbegrenzten Mengen zur Verfügung steht. Die Schlüsselprozesse für die Umwandlung dieser innovativen Energieträger sind Prozesse wie die Elektrolyse oder die Brennstoffzelle – angestammte Technologien, die nur unter Verwendung von Fluorpolymeren wirtschaftlich betrieben werden können. Die Fluorpolymere sind innerhalb der EU Gegenstand der aktuellen Neuregelung für alle PFAS, die bis 2025 abgeschlossen sein soll. Unter PFAS versteht man alle Substanzen mit mindestens einer aliphatischen CF<sub>2</sub>- oder CF<sub>3</sub>-Gruppe in der Molekülstruktur. Somit fallen auch die Fluorpolymere, mit Ausnahme von Polyvinylfluorid (PVF), in diese Substanzklasse. Begründet wird die geplante umfassende Beschränkung von PFAS in erster Linie mit der hohen Persistenz vieler Vertreter der Stoffgruppe. Als weitere Gründe werden die hohe Mobilität der Substanzen in der Umwelt sowie das Bioakkumulationspotenzial einiger PFAS angeführt. Neue Anwendungen, und gleichzeitig neue Regulierungen, stellen die Fluorpolymerindustrie somit vor neue Herausforderungen.

### Erneuerbare Energie nicht nur produzieren, sondern auch speichern

Für die Zukunft brauchen wir Lösungen für einen einerseits steigenden elektrischen Energiebedarf und andererseits für die Energiespeicherung. Im Falle einer vollständigen

Umstellung von verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen auf solche mit Elektroantrieb, würde der Bedarf an Elektrizität um ca. 25% steigen. Auch die heute schon regenerativ erzeugte Energie krankt daran, dass wir sie kaum speichern können. In diesem Kontext bietet sich grüner Wasserstoff (H<sub>2</sub>), der nicht nur als Energieträger, sondern auch als Puffer für stark schwankende Energiemengen aus Windenergie oder Photovoltaik eingesetzt werden kann. Über Wasserstoffspeicher wird Energie dann an Industrie und Verbraucher abgegeben.

Bild 1 zeigt ein mögliches Wasserstoffszenario der Zukunft. Aus erneuerbaren Energien wird unter Verwendung von Wasser als Rohstoff Wasserstoff hergestellt. Dieser kann nun, nach Zwischenspeicherung, für verschiedene Zwecke eingesetzt werden: Gebäudeheizung in Form von Blockheizkraftwerken, Mobilität oder als Rohstoff für die Synthese verschiedener Chemikalien wie Methanol oder Polymere. Die Umsetzung von CO<sub>2</sub> zu „CO<sub>2</sub>-neutralen“ Kraftstoffen ist möglich, ebenso die Eliminierung von Koks-Kohle in der Stahlindustrie zur Reduzierung von Eisenerzen. Wasserstoff, und die zu seiner Herstellung verwendeten Fluorpolymere, tragen also wesentlich zur Erreichung der EU-Klimaziele bei.

### Dichtungen und Membranen aus PTFE

So werden z.B. die Funktion, eine lange Lebensdauer und eine hohe Betriebssicherheit von Elektrolysezellen, die unter Verwendung von Strom aus Solarmodulen und Windenergie durch Spaltung von Wasser grünen Wasserstoff herstellen, durch Dichtungen aus PTFE und modifiziertem PTFE sichergestellt. Anoden- und Kathodenraum sind durch eine ionenpermeable Fluorpolymermembran getrennt, die dank funktioneller Gruppen den Protonenaustausch zwischen beiden Zellbereichen ermöglichen.

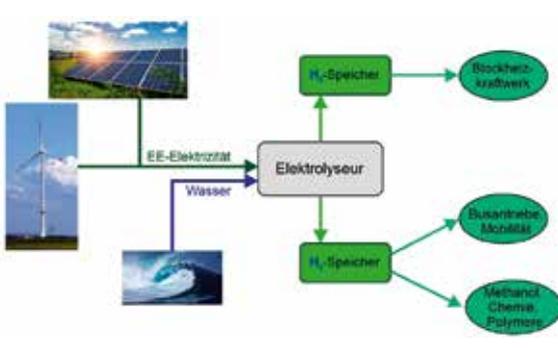
Welche Vorteile bietet ein modifiziertes PTFE bei der Verwendung als Flachdichtung in Elektrolysezellen der Wasserstoffherstellung? Die Flachdichtungen können typischerweise eine Abmessung von ca. 1,5 x 2,5 m haben und der rechteckige Dichtungsquerschnitt weist ca. 1 bis 2 x 60 mm auf. Dank der exzellenten Verschweißbarkeit von modifiziertem PTFE ist

eine Fertigung mittels Schweißverfahren unter Inkaufnahme nur geringster Abfallanteile möglich. Alternative Fertigungsverfahren, z.B. das Ausstanzen aus Schälfolien, würden lediglich bei einer Materialausbeute von < 5% liegen. Der reduzierte Kaltfluss von modifiziertem PTFE garantiert eine hohe Dichtigkeit gegenüber Gasen und Flüssigkeiten über die üblichen Nutzungsintervalle, die bei ca. zwei Jahren liegen, hinaus. Zudem gleicht er Fertigungstoleranzen der in Metall ausgeführten Anoden- und Kathodenräume aus. Die „Weichheit“ des Dichtungswerkstoffes nimmt die ionenpermeable Fluorpolymer-Trennmembran zwischen beiden Teilzellen schonend auf und garantiert Dichtigkeit, ohne schädigend auf den empfindlichen Membranwerkstoff zu wirken. Bei Wartungsintervallen werden Membran und Dichtung erneuert und damit das Nutzungsintervall wieder auf „Start“ gesetzt. Eine Effizienzabnahme des Gesamtsystems muss somit nicht in Kauf genommen werden. Dichtungen werden nach ihrem „End-of-Life“ recycelt.

Das Handling von Flüssigkeiten und Gasen im Anoden- und Kathodenraum ist die nächste Domäne für Fluorpolymere. Im Anlagenbereich niedriger Systemdrücke haben sich unverstärkte Fluorpolymersystemlösungen etabliert. Dank Verschweißmöglichkeit treten an diesen Verbindungsstellen keine Leckagen auf und die chemische Beständigkeit sowie die Reinheit der Prozesschemikalien ist durch die verwendeten Fluorpolymere ebenfalls garantiert. Bild 2 zeigt ein Fluid-Handling-System aus vollfluorierten Fluorpolymeren. Hier handelt es sich um Perfluoralkoxy-PTFE, PFA, die sich in der Elektrolyse oder in der Brennstoffzelle bewährt haben. Neben PFA findet auch häufig modifiziertes PTFE Verwendung. Schweißen, Tiefziehen oder Blasformen sind Fertigungsverfahren, die bei geringster Rate an Produktionsabfällen hohe Anlagenverfügbarkeit sicherstellen. Leckagen müssen nicht befürchtet werden.

### Maßgeschneiderter Werkstoffaufbau

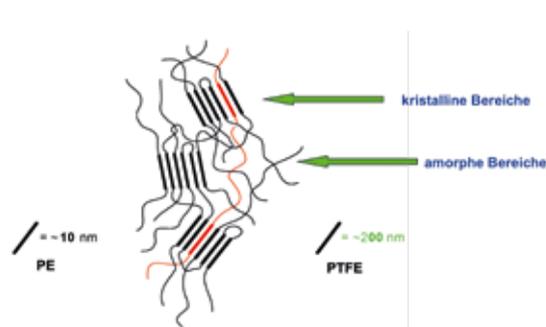
Wirtschaftliche Fertigungsverfahren und Sicherheit in der Anwendung sind bei den hauptsächlich verwendeten Fluorpolymeren in der Elektrolyseur-Anwendung eine Folge des gut ausbalancierten Polymeraufbaus. Wie



**Bild 1: Grüner Wasserstoff** – Im Elektrolyseur zur Herstellung von grünem Wasserstoff werden Fluorpolymere, z.B. als Dichtungen und als ionenpermeable Trennmembran zwischen Anoden- und Kathodenraum, eingesetzt (Bild: FPS GmbH)



**Bild 2: Fluid-Handling-System** – Für eine lange Lebensdauer von Membranen und Katalysatorschichten in Brennstoffzellen sind hochreine Chemikalien Voraussetzung (Bild: Chemours International Operations Sarl)



**Bild 3: Der molekulare Aufbau von Fluorpolymeren** – Diese sind, mit Ausnahme der Fluorelastomeren, teilkristalline Thermoplaste (Bild: FPS GmbH)

in Bild 3 gezeigt, sind die Werkstoffe PFA, modifiziertes PTFE oder Standard-PTFE aus kristallinen und amorphen Bereichen aufgebaut. Beide Werkstoffanteile spielen ihre spezielle Rolle sowohl bei den Verarbeitungsverfahren als auch in der Anwendung. Der vollfluorierte Molekülaufbau ist Garant für die in der beschriebenen Anwendung universelle Chemikalienbeständigkeit gegenüber Flüssigkeiten und Gasen. Selbst das in der Elektrolyse oft auftretende anodische Oxidationspotenzial ist kein Problem für die Sicherheit und die Anlagenverfügbarkeit – vorausgesetzt, diese Werkstoffe werden eingesetzt.

Die Länge der Moleküle bestimmen die Viskosität des Werkstoffes in der Schmelze und somit das Schweißverhalten. Die amorphen Bereiche sind die flexiblen Elemente der Molekülstruktur und ermöglichen Verarbeitungsverfahren wie Blasformen oder Tiefziehen. Die Kristallite sind auch für Gase undurchdringbar und sorgen deshalb für eine hohe Barrierewirkung gegenüber Chemikalien und Gasen. Geringste Permeationsraten sind die Folge. Auch die Stabilität der Werkstoffe bei hohen Betriebstemperaturen geht auf das Vorhandensein der Kristallinanteile zurück.

### Emissionen vermeiden, Kreislaufwirtschaft forcieren

Fluorpolymere haben eine große Bedeutung für die Umsetzung der neuen Megatrends und sind die Voraussetzung für die Weiterentwicklung neuer Technologien und Anwendungsfelder. Ihnen kommt außerdem eine wichtige Rolle für das Erreichen der Green-Deal-Ziele der EU-Kommission zu. Die PFAS-Neuregulierung konzentriert sich auf Emissionen während der Herstellung und beim „Lebensende“ von Fluorpolymeren. Abfälle aus der Bearbeitung von Fluorpolymeren müssen gesammelt und durch verschiedene Methoden der Wiederverwertung zugeführt werden. Bei der thermischen Verwertung von Fluorpolymeren ist zu beachten, dass diese bei 800 °C und höher vollständig zersetzt werden (mineralisieren) und die Bildung von PFAS, als Folge unvollständiger Verbrennung, ausgeschlossen ist. Der Anstoß zum Aufbau einer Kreislaufwirtschaft für Produkte nach dem Erreichen ihres Lebensendes ist einer der zentralen Punkte des PFAS-Regulierungsprozesses. Alle Beteiligten an der Wertschöpfungskette für Fluorpolymere müssen dabei gemeinsam dafür sorgen, dass Fluorpolymere nach ihrem End-of-Life nicht in Emissionen enden.

### Fakten für die Konstruktion

- Fluorpolymere bieten für Dichtungen und Membranen in erneuerbaren Energiesystemen unschätzbare Vorteile

### Fakten für die Produktion

- Bei der Verarbeitung von Fluorpolymeren gilt es, ressourcenschonend zu arbeiten und alle Abfälle zu recyceln

### Fakten für das Qualitätsmanagement

- Ein Recycling von Fluorpolymeren ist möglich und eine Grundvoraussetzung, damit diese Werkstoffe zum Green Deal beitragen können

### Weitere Informationen

FPS GmbH  
www.fps-solutions.de

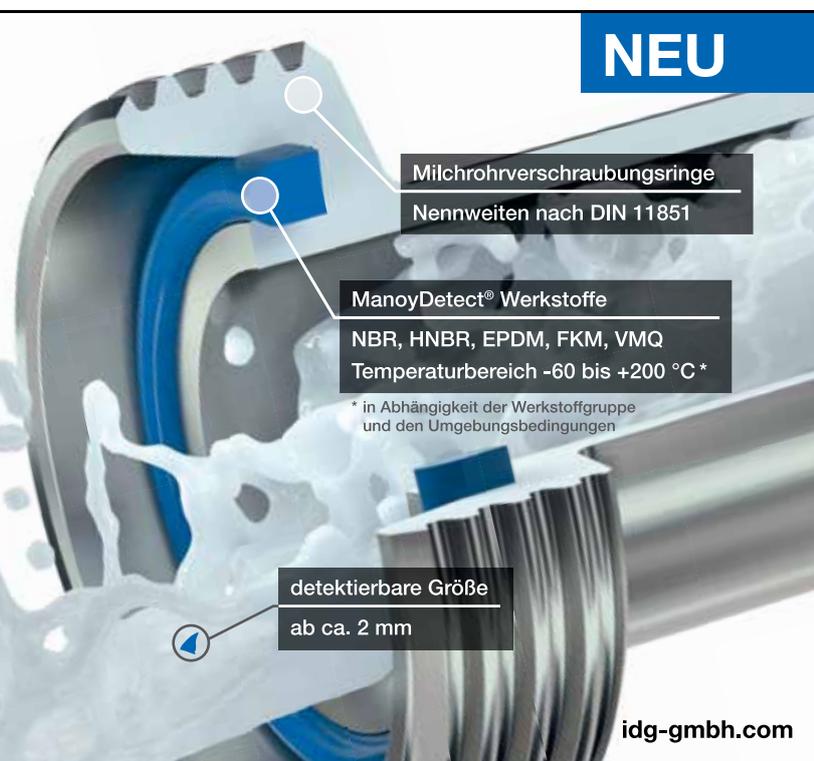
Von Dr. Michael Schlipf, Geschäftsführer

**DICHTdigital:** Metalldetektierbare Dichtungen für Milchrohrverschraubungen nach DIN 11851

# SICHERE PRODUKTION Mit ManoyDetect®

Besonders hygienesensible Produkte der Lebensmittel- und Getränkeindustrie werden mit unseren metalldetektierbaren Werkstoffen zu sicheren Lebensmitteln.

**IDG** Dichtungstechnik



**NEU**

idg-gmbh.com

# Das Ende der Unsicherheit

## KTW-BWGL-zertifiziertes Elastomermaterial für Trinkwasseranwendungen



Bild: AdobeStock\_julia\_ardia

**MASCHINEN- UND ANLAGENBAU, LEBENS-MITTELTECHNIK, CONSUMER ROHSTOFFE, MISCHUNGEN, HALBZEUGE – Mehr als eine Dekade lang gab es rund um die Trinkwasserverordnung viele Unsicherheiten: Die Hersteller, welche Inhaltsstoffe mit dem Trinkwasser in Berührung kommen, spielten oft die kleinere Rolle. „Das erste KTW-BWGL-zertifizierte Elastomermaterial bringt jetzt in jeder Hinsicht Sicherheit“ – lenkte Dr. Birgit Meuret-Hoppner, Chemist Sr. der Cooper Standard Technical Rubber GmbH, im Gespräch den Blick von der Richtlinie auf den Schutz für die Menschen.**

**Die Trinkwasserverordnung hat mit Blick auf zukünftig verwendbare Dichtungsmaterialien die letzten Jahre für Unruhe im Markt gesorgt. Was waren die Gründe dafür?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Der zentrale Grund war, dass viele früher gelistete Rohstoffe heute nicht mehr eingesetzt werden dürfen. Bei der Suche nach Alternativen ist man dann auch an technische und wirtschaftliche Grenzen gestoßen.

**Ist ein Teil der Unruhe auch durch die lange Zeit der Unsicherheit entstanden?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Das war sicher ein Grund. Dazu lohnt sich ein Blick auf die Historie und Reaktion des Marktes auf die Elastomerleitlinie: Diese trat 2011 für Elastomere mit Trinkwasserkontakt in Kraft. Sie enthielt zwei Listen mit Rohstoffen, die für Trinkwasserkontaktmaterialien eingesetzt werden dürfen. Die Liste 1 umfasste die „bewerteten Rohstoffe“ und die Liste 2 die „teil- oder unbewerteten Rohstoffe“. Die Elastomerleitlinie sollte fünf Jahre gültig sein und ab 2016 sollten dann die „teil- und unbewerteten Rohstoffe“ der Liste 2 komplett entfallen und nicht mehr eingesetzt werden dürfen. In der Zwischenzeit konnten für Rohstoffe, die von Liste 2 auf Liste 1 sollten, Stoffanträge zur Bewertung beim Umweltbundesamt (UBA) gestellt werden. Diese sollten dort toxikologischen Prüfungen unterzogen werden.

**Klingt bis hierhin unproblematisch.**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Theoretisch schon, praktisch nicht, denn aus verschiedenen Gründen wurden diese Stoffanträge nicht gestellt und mit den Rohstoffen der Liste 1 konnten keine wirtschaftlich tragbaren Elastomerprodukte hergestellt werden.

*„Moderne Materialentwicklungen dienen immer mehr dem Schutz von Mensch und Umwelt – das macht sie so wertvoll.“ – Dr. Birgit Meuret-Hoppner*



**Und dann?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Die Befristung wurde noch mal bis 31.12.2021 verlängert, aber eigentlich ist in der Zeit von 2011 bis August 2021 von Seiten des UBA oder der Rohstoff-Hersteller nichts passiert. Ende letzten Jahres hätten dann alle bisher verwendeten Elastomerprodukte für Trinkwasserkontakt nach diesem Stand ihre Zulassung verloren. Und es waren keine neuen Materialien da, die sie gleichwertig hätten ersetzen können.

**Wie sieht jetzt die Lösung aus?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Nach über neun Jahren Ungewissheit wurde im August 2021 die Liste 1 nun um wenige Rohstoffe erweitert, die eine praktikable Herstellung zulassen, ohne die Grundidee der Elastomerleitlinie aufzuweichen.

**Warum erfüllten viele bisherige Elastomerwerkstoffe die neuen Anforderungen nicht mehr?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Insbesondere für die oft genutzten peroxidisch-vernetzten Trinkwasser-Qualitäten wurden vom UBA neue Prüfungen eingeführt und bestehende Prüfungen verschärft. Viele der bisherigen Elastomerprodukte erfüllten diese Vorgaben nicht.

Bei anderen Qualitäten ist es nicht wirtschaftlich, sie auf Basis der aktuell gültigen Liste 1 herzustellen. Das gilt z.B. für schwefelvernetzte Trinkwasserqualitäten oder die

mittlerweile neu entwickelten harz-vernetzten Elastomere. Auch bei ihnen ist der Herstellungsprozess kostenintensiver und so können sie – aus produktionstechnischer Sicht – die peroxidisch-vernetzten nicht ersetzen.

**War eine Novellierung der Trinkwasserverordnung überhaupt notwendig?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Auf jeden Fall, denn zum einen hatten die bisherigen Empfehlungen und Leitlinien nur empfehlenden Charakter, auch wenn sie zur Bewertung herangezogen wurden. Mit der Trinkwasserverordnung wurden nun verbindliche Bewertungsgrundlagen erstellt.

Zum anderen entsprach die bisherige Trinkwasserprüfung nach KTW 1.3.13 aus dem Jahr 1985 trotz Änderungen und Ergänzungen nicht mehr dem Stand der Technik und den wissenschaftlichen Erkenntnissen. Darüber hinaus trug sie auch nicht mehr den gestiegenen Anforderungen an die hygienische Sicherheit beim Trinkwasserkontakt Rechnung.

Dieses Thema muss man zudem in einem größeren Kontext betrachten. Die Anforderungen an die hygienische Sicherheit von Trinkwassermaterialien nehmen weltweit zu, da der Anspruch auf sauberes Wasser ein menschliches Grundrecht ist. Deswegen hat das Trinkwasser generell von gesetzlicher Seite und seitens der Lebensmittelüberwachung den allerhöchsten Stellenwert. Der wird auch in Zukunft nicht kleiner, da sauberes Trinkwasser in Zukunft perspektivisch in vielen Regionen eine knappe Ressource ist bzw. wird.

**Wodurch entstanden Qualitätsprobleme durch früher verwendete Materialien?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Das eine ist, dass wissenschaftliche Erkenntnisse über die Jahre immer wieder zur Neubewertung von Rohstoffen geführt haben. Ein ganz anderes Problem war, dass man in der Vergangenheit gar nicht wusste, was in einer Mischung alles so drin ist. So setzten z.B. Kautschuk-Verarbeiter zur Her-

stellung von Gummimischungen sogenannte „Rohstoffe“ ein, die jedoch tatsächlich keine Zubereitung reiner Rohstoffe waren, sondern Mischungen. Die Zusatzstoffe zur Herstellung dieser „Rohstoffe“ wurden in alten KTW-Vorschriften völlig außer Acht gelassen. Anwendende wußten also nicht, welche Dichtungsmaterialien sie wirklich in ihren Trinkwasseranlagen einsetzen. Mit dieser Unsicherheit hat der Gesetzgeber jetzt aufgeräumt.

#### **Sie haben jetzt das erste KTW-BWGL-zertifizierte Elastomermaterial auf den Markt gebracht, was macht diese Entwicklung besonders?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Es ist genau dieser Gewinn an Sicherheit. Mit dem „Zertifikat zur Konformitätsbestätigung nach der neuen KTW-BWGL“ haben unsere Kunden durch eine unabhängige akkreditierte Zertifizierungsstelle den Nachweis, dass unsere Materialien alle Prüfungen und Anforderungen für den Kontakt mit Trinkwasser einhalten. Und das ist für alle Trinkwasserkontaktmaterialien bei Neuinstallationen oder Instandhaltung unerlässlich.

#### **In den Jahren der Unsicherheit wurde immer wieder TPE als einfache Alternative propagiert. Wie schätzen Sie diesen Werkstoff für Trinkwasseranwendungen ein?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Eine wirkliche Alternative zu unseren Elastomermaterialien ist TPE für Dichtungen, die wir aus Elastomerbahnen produzieren, nicht.

#### **Warum?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Das Hauptargument liegt für mich in der Elastizität. Es ist nun mal die wichtigste Aufgabe eines Dichtelements, abzudichten und das heißt, dass das Material über seine gesamte Lebensdauer – bei hohen und tiefen Temperaturen, unter Druck oder unter Medieneinfluss – elastisch bleiben muss und eine hohe Rückstellkraft aufweist, damit es sicher abdichtet. Und hier ist Gummi einfach unschlagbar. Die Elastizität eines Dichtelementes basiert nun mal auf Elastomeren und der Anteil an Elastomeren ist im Gummi am höchsten. Daran ändern auch moderne TPE-Entwicklungen nichts.

#### **Für Silikone oder TPE auf Silikonbasis gelten derzeit noch Übergangsregelungen. Wie sind hier die Zeiträume und erwarten Sie zertifizierte Lösungen aus diesen Werkstoffen?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Bei den TPE werden zwei Arten unterschieden, die physikalisch- und die chemisch-vernetzten. Physikalisch-vernetzte TPE ähneln mehr den Kunststoffen und sie werden – entsprechend der EU-Kom-

mission – nach der Bewertungsrichtlinie für Kunststoffe bewertet. Die chemisch-vernetzten TPE werden nach der Bewertungsrichtlinie für Elastomere bewertet. Somit wurde die Übergangsregelung für TPE schon in die KTW-BWGL überführt.

Bei Silikonen sieht es ganz anders aus. Sie fallen noch nicht in den Geltungsbereich der KTW-BWGL. Für sie gilt die aktuelle Silikon-Übergangsempfehlung. Wann es für diesen Werkstoff eine zertifizierte Lösung gibt, wage ich nicht abzuschätzen.

#### **Eine Zertifizierung ist aufwändig – wie muss man sich einen Zertifizierungsprozess vorstellen?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Da Sicherheit auf maximaler Transparenz beruht, wird in einem Zertifizierungsprozess von Anfang an alles offengelegt. Das beginnt damit, die Rezeptur mit allen Inhaltsstoffen (chem. Bezeichnung, Handelsname, CAS-Nr., Sicherheitsdatenblatt) mit Hersteller/Lieferanten und den prozentualen Anteilen im Elastomer bei der Zertifizierungsstelle anzugeben. Die Zertifizierungsstelle fragt bei den Herstellern der einzelnen Ingredienzen nach deren Inhaltsstoffen und diese Inhaltsstoffe müssen wieder auf alle ihre Bestandteile hin offengelegt werden. Das wird so lange gemacht, bis alle Details bekannt sind. Erst wenn dieser Schritt abgeschlossen ist, d.h. alle Substanzen bis zum letzten Inhaltsstoff bekannt und nach der KTW-BWGL zugelassen sind, fängt die eigentliche Prüfung des Gummimaterials im Kontakt mit Trinkwasser an. Diese umfasst die Migrationsprüfungen und Prüfungen zum mikrobiellen Bewuchs, die sich auch wieder über Wochen hinziehen.

#### **Wie hoch ist der Aufwand?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Das ist je nach Material und Produkt unterschiedlich, aber auf jeden Fall hoch. Der erste Teil des Prozesses dauert mehrere Monate, da ja sehr viele Informationen abgefragt werden – gerade im Hinblick auf die Rohstoffe und deren Vorprodukte. Dann folgen die Prüfungen. Sie können abhängig vom Produkt, d.h. sowohl vom Produktaufbau, seiner Dimension als auch von der Oberfläche, die mit dem Trinkwasser in Kontakt steht, aufwändig sein. Danach wird bestimmt, welche Art der Zulassung benötigt wird – und das wiederum spiegelt sich in Summe im finanziellen Aufwand für eine Zulassung wider.

#### **Wie groß ist der Markt für Dichtungen und Trinkwasseranwendungen – lohnt sich der Aufwand?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Ja, allerdings darf man dabei nicht nur ein Land im Blick haben. Zwar hat jedes Land seine eigenen Bewertungsvorgaben und nicht mal innerhalb der EU werden die Zulassungen länderübergreifend anerkannt – aber mit unserer ganzheitlichen und systematischen Vorgehensweise bei der Entwicklung neuer Materialien fällt es uns leichter auch in anderen Staaten die notwendigen Zulassungen zu erhalten. Dadurch entsteht ein höheres Marktpotenzial.

#### **In welcher Form liefern Sie das neue Material?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Wir liefern hauptsächlich Bahnenware, die wir hier am Standort auf unseren Rotocure-Anlagen produzieren. Die Endlos-Bahnen verarbeiten unsere Kunden in verschiedenen Verfahren zu Dichtungen und Stanzteilen in allen Größen. Außerdem produzieren wir Pressplatten bis zu einer Stärke von 60 mm, die z.B. zum Zuschneiden von Manschetten verwendet werden können. Dafür haben wir seit anderthalb Jahren eine neue Presse, auf der diese Stärken hergestellt werden können.

Zusätzlich produzieren wir unsere Rohmischungen nicht nur für den Eigenbedarf, sondern verkaufen sie auch als unvulkanisierte Ware, damit Kunden sie als Spritzartikel oder Formartikel weiterverarbeiten können.

#### **Welche weiteren Schwerpunkte hat Ihre Entwicklungsarbeit?**

**Dr. Meuret-Hoppner:** Viele Materialien für Dichtungen und Formteile liefern heute die Antworten auf aktuelle Fragestellungen und Trends. So entwickeln wir z.B. EPDM-Gummiqualitäten aus nachwachsenden Rohstoffen – schadstofffrei und mit vermindertem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Unsere neue ECO-CARE-Reihe bietet damit eine umweltfreundlichere Alternative zu den bisherigen Qualitäten. Wir reagieren damit auf den allgemeinen Trend zu Nachhaltigkeit und einer sauberen Umwelt.

#### **Vielen Dank für das Gespräch.**

#### **Weitere Informationen**

Cooper Standard Technical Rubber GmbH  
www.cooperstandard-isg.com



DICT!digital: Weitere Infos zu Materialien

# Höhere Fertigungsqualität durch bessere Oberflächenmesstechnik

## Optische Messverfahren: 3D versus 2D

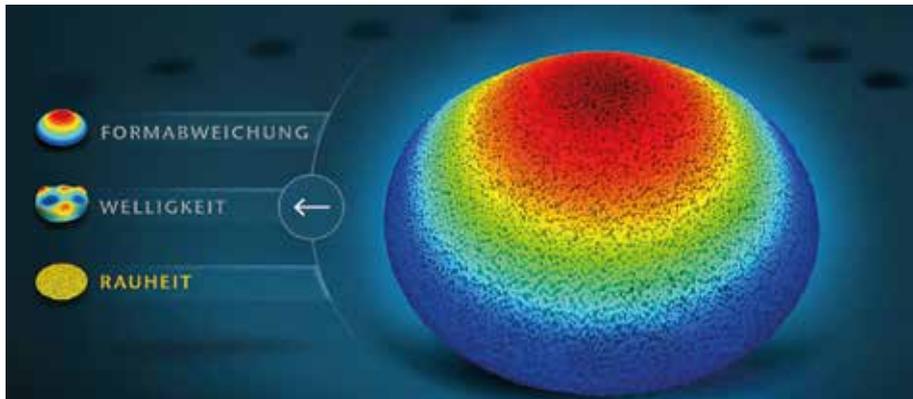


Bild 1: Als berührungslose und zerstörungsfreie Analyse- und Prüfmethode erschließen optische Messverfahren der Qualitätskontrolle und Fertigungsoptimierung viele Möglichkeiten, da sie für nahezu alle Materialien einsetzbar sind und sich auch für empfindliche Oberflächen eignen (Bild: Polytec GmbH)

**BRANCHENÜBERGREIFEND MESS- UND PRÜFTECHNIK – Den Oberflächen der Bauteile einer Dichtstelle kommt hinsichtlich Funktion und Langlebigkeit eine zentrale Bedeutung zu. Die optische 3D-Messtechnik bietet hier viele Perspektiven und zeigt die Grenzen von 2D-Lösungen auf.**

Oberflächeneigenschaften spielen bei vielen Produkten, wie z.B. Dichtungen, eine wichtige Rolle, da sie nicht nur Haptik und Ästhetik, sondern auch mechanisches, elektrisches oder chemisches Verhalten beeinflussen können. Informationen über die Ebenheit oder Rauheit bilden deshalb eine wichtige Grundlage für Optimierungen. Mit ihrer Hilfe lässt sich z.B. die Reibung erhöhen oder vermindern, Verschleiß minimieren, die Unempfindlichkeit gegenüber äußeren Einflüssen steigern oder die Übertragungsfähigkeit verbessern. Da die Oberfläche Ergebnis eines oft mehrstufigen Herstellungsprozesses ist, kann nur ein sorgsam abgestimmter und qualitätsüberwachter Fertigungsprozess zum gewünschten Ergebnis führen. Optische Messverfahren als berührungslose und zerstörungsfreie Analyse- und Prüfmethode (Bild 1) erschließen hier interessante Möglichkeiten, da sie für nahezu alle Materialien einsetzbar sind und sich auch für empfindliche Oberflächen eignen.

Traditionell werden für Oberflächenmessungen meist noch taktile Messgeräte eingesetzt. Besonders verbreitet ist das Tast-

schnittverfahren. Dabei wird eine feine Diamant-Tastspitze über die Oberfläche geführt und durch die Oberflächentextur vertikal ausgelenkt. Die Information über die Oberfläche wird somit zweidimensional entlang eines Profils gewonnen. Das Verfahren ist in einschlägigen Normen wie der DIN EN ISO 3274 oder DIN 4287 ausführlich beschrieben und hat sich in der Praxis bewährt. Inwieweit die Reduzierung der Oberfläche auf einen Profilschnitt ausreichende Ergebnisse liefert, hängt aber von den Anforderungen ab, denn das Ergebnis für den Rauheitskennwert wird stark von der gewählten Messposition beeinflusst. Die Beschreibung der Oberflächenbeschaffenheit als Profilschnitt genügt deshalb i.d.R. nicht für Aussagen über die Funktionalität der gesamten Oberfläche oder für eine Optimierung der Fertigung. Dies ist bei der dreidimensionalen optischen Messung anders, da sie über die gesamte Oberfläche detektieren kann. Bei dem berührungslosen Verfahren sind zudem Beschädigungen der Oberfläche ausgeschlossen (Bild 2).

### Die Wahl der Grenzwellenlänge

Rauheit, Form und Welligkeit sind bei der optischen Oberflächenmessung keine scharf voneinander abgegrenzten und separiert nebeneinander vorliegenden Merkmale. Stattdessen lässt sich eine Oberfläche als Überlagerung zahlreicher Wellenlängen beschreiben, wobei der Übergang von den besonders langwelligen Formanteilen über die Welligkeitsanteile bis hin zu den kurzwelligen Rau-

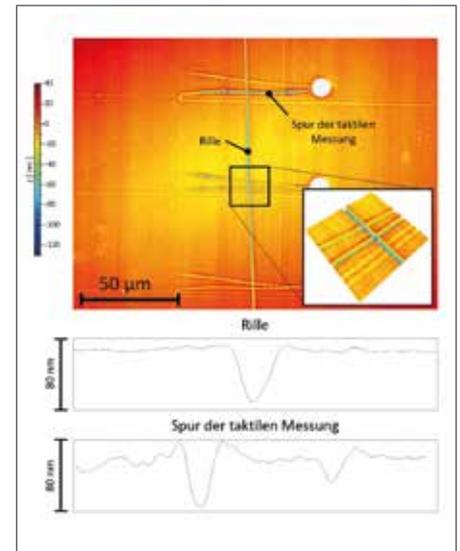


Bild 2: Eine taktile Höhenmessung hat 70 nm tiefe Kratzer in der Oberfläche hinterlassen, die in derselben Größenordnung liegen wie die zu messende Stufe selbst (Bild: Polytec GmbH)

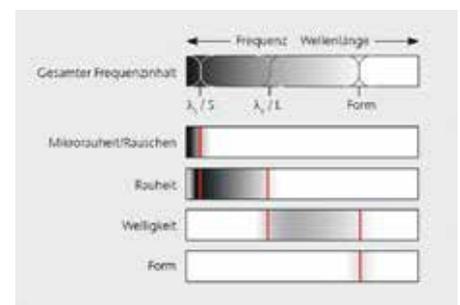
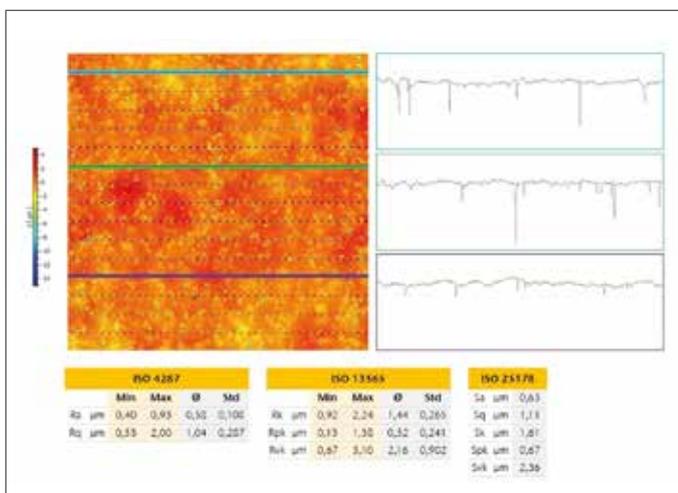


Bild 3: Übergang der Oberflächenbestandteile (Bild: Polytec GmbH)

heitsanteilen fließend ist (Bild 3). Für die Separierung sind Frequenzfilter zuständig. Durch Anwendung dieser Tief- bzw. Hochpassfilter mit Gauß-Charakteristik liegt dann zur weiteren Auswertung ein bandbreitenbegrenztes Profil bzw. eine bandweitenbegrenzte Oberfläche vor. Der Wahl der jeweiligen Grenzwellenlängen kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu, denn je nach Einstellung können sich unterschiedliche Messwerte für die gesuchte Messgröße ergeben.

Die Messketten für die flächen- bzw. profilhafte Auswertung, die sich heute auf die optische Messtechnik anwenden lassen, sind in den Normenreihen ISO 25178 bzw. ISO 4287 beschrieben. Bei der profilhaften Messung

**DICHT|digital:** Ableitung von Eigenschaften aus Materialanteilkurven



**Bild 4:** Bei Oberflächen mit zufällig verteilten Strukturen ist der Messwert bei profilhafter Rauheitsmessung abhängig von der Messposition. Flächenhafte Rauheitskennwerte liefern stabilere und zuverlässigere Ergebnisse (Bild: Polytec GmbH)

werden die Grenzwellenlänge, die Einzelmessstrecke und die Auswertelänge in Abhängigkeit von den Oberflächeneigenschaften auf Grundlage einer Tabelle ermittelt. Hierzu werden die zu erwartenden Texturparameter zunächst geschätzt und dann Testmessungen durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird in Kürze durch die neue Norm DIN EN ISO 21920 modifiziert. Für die flächenhafte Messung gibt es keine vergleichbare Tabelle. Es ist jedoch empfehlenswert, dieselben oder ähnliche Werte als Basis für Testmessungen zu wählen. Die häufig in der Praxis angewendeten Amplituden und Höhenparameter wurden in der neueren Norm weitgehend auf die flächenhafte Auswertung erweitert. Dabei hat die flächige Messung und Auswertung der Topografie den Vorteil, dass sie nicht von der Wahl der Messposition abhängt und somit – vor allem bei inhomogenen oder fehlerhaften Oberflächen – zuverlässigere Ergebnisse liefert (Bild 4).

**Kenngößen in der Oberflächenmesstechnik**

Für die Vielzahl der Kenngößen aus den Profilmormen ISO 4287 und ISO 13565 findet sich ein Äquivalent in der neueren Flächennorm ISO 25178. Darüber hinaus bietet die flächenhafte Auswertung der Topografie jedoch – aufgrund der hinzukommenden Dimension – zusätzliche Möglichkeiten, die eine funktionsorientierte Bewertung der Oberfläche erlauben. Materialanteilkurven, die auf flächenhaft ermittelten Daten beruhen, machen es z.B. möglich, das funktionale Verhalten einer Oberfläche zu beschreiben. Weitere Auswertungen, die auf Materialvolumen- oder Topografieparametern basieren und zusätzliche Erkenntnisse liefern, können noch hinzukommen.

**Fazit: 3D anstatt 2D**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die profilhafte 2D-Oberflächenmesstechnik mittelfristig wohl nur dort weiter sinnvoll sein wird, wo ihre Aussagekraft ausreicht. Die flächenhafte Charakterisierung der Oberfläche mithilfe der optischen 3D-Messtechnik bietet wesentlich mehr Möglichkeiten. Messeinrichtungen sollten deshalb spätestens dann ergänzt oder ersetzt werden, wenn 2D-Kennwerte die Charakteristik oder Funktion einer Oberfläche nicht mehr ausreichend genau oder nur unzuverlässig beschreiben können.

**Fakten für die Fertigung**

- Optische berührungslose und zerstörungsfreie Prüf- und Analyseverfahren stehen für nahezu alle Materialien zur Verfügung und sind auch für empfindliche Oberflächen geeignet

**Fakten für das Qualitätsmanagement**

- Die dreidimensionale optische Messtechnik bietet nicht nur eine funktions- und strukturorientierte Auswertung, sondern auch ein für die menschliche Auffassungsgabe leichter verständliches Abbild der Oberfläche

**Weitere Informationen**

Polytec GmbH  
www.polytec.de

 Von Dr.-Ing. Özgür Tan, Produkt-Manager optische Oberflächenmesstechnik, und Jan Zepp, Applikationsingenieur

**DICHTUNGSTECHNIK**  
PREMIUM-QUALITÄT SEIT 1867



**COG SETZT ZEICHEN:**  
**Brillante Ringe für alle Herausforderungen.**



Präzisions-O-Ringe für unterschiedlichste Industriebereiche und höchste Ansprüche.



22. - 26. August 2022

Besuchen Sie uns in:  
Halle 9.0, Stand B4

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

# Prüfverfahren praxisgerecht anwenden

## Teil 2a: Druck- und Zugverformungsrestprüfung (DVR/ZVR) in Luft und Medien – eine einfache Prüfmethode mit hoher Aussagekraft

(Bild: O-Ring Prüflabor Richter GmbH)

**BRANCHENÜBERGREIFEND MESS- UND PRÜFTECHNIK – Ohne die richtigen Mess- und Prüfverfahren sind Entwicklungen im Bereich der Dichtungstechnik schwierig oder unnötig teuer. Diese Serie zeigt, wie man anhand klassischer und innovativer Verfahren zu relevanten und/oder hilfreichen Daten kommt.**

Neben der Härte- und Dichtemessung ist die Prüfung des Druck- bzw. Zugverformungsrestes ein wichtiger Baustein einer Wareneingangsprüfung, da sie Auskunft über die Verarbeitungsqualität eines Elastomerbauteiles gibt. Darüber hinaus kann diese Methode dem Anwender noch einige andere Fragen beantworten.

**Das Verfahren in Kürze:** Es ist allgemein bekannt, dass eine Dichtung nach einer langen Belastung dazu neigt „sitzen zu bleiben“, d.h. einer Spaltänderung nicht mehr in vollem Maße folgen zu können. Leckagen bzw. Dichtungsversagen sind eine häufige Folge. Will man den Verlust des Rückstellvermögens bzw. des Spaltüberbrückungsvermögens eines Werkstoffes oder einer Dichtung in Abhängigkeit der Temperatur und der Zeit ermitteln, ist die Druckverformungsrest-Prüfung die einfachste und am häufigsten angewendete Methode. Bei dieser Prüfung werden ein Normprobekörper oder ein Fertigteil i.d.R. um 25% verpresst und dann im verpressten Zustand über einen bestimmten Zeitraum (24 h bis zu mehreren Wochen) in Luft oder Flüssigkeiten bei erhöhter Temperatur gealtert. Nach Aufhebung der Verpressung wird gemessen, wie weit sich der Probekörper wieder in seine ursprüngliche Höhe rückverformt. So bekommt man eine direkte Aussage über das verlorene Rückstellvermögen der Probe – absolut (in mm) sowie relativ (in % der Verformung).

Der Zugverformungsrest wird u.a. für Fertigteile verwendet, wenn dies geometriebedingt eine bessere Messbarkeit im Vergleich zur Druckverformungsrestprüfung ergibt. So werden bspw. Lippendichtungen über einen Dorn gedehnt, dann in Heißluft oder Medien

Einsatzbereich	
Werkstoffprüfung	<input checked="" type="checkbox"/>
Fertigteilprüfung	<input checked="" type="checkbox"/>
Fertigungsqualität	<input checked="" type="checkbox"/>
Wareneingangskontrolle	<input checked="" type="checkbox"/>
Schadensanalyse	<input checked="" type="checkbox"/>

Kosten des Prüfverfahrens	
bis 100 € (in Heißluft)	<input checked="" type="checkbox"/>
100 bis 200 € (in Medien)	<input checked="" type="checkbox"/>
200 bis 500 € (Langzeit DVR)	<input checked="" type="checkbox"/>
500 bis 2.000 €	<input type="checkbox"/>
> 2.000 €	<input type="checkbox"/>

gealtert und schließlich wird gemessen, inwieweit sich diese wieder rückverformen.

**Wichtigste Prüfnormen:** Die am häufigsten angewandte Norm für den DVR bei erhöhten Temperaturen ist die ISO 815-1, welche große Ähnlichkeiten zur ASTM D395 aufweist. Für den ZVR kommen die ISO 2285, die ASTM D412 (chapter Determination of Tensile Test) und die ASTM D1414 (für Fertigteile: chapter Tension Set Test) zur Anwendung. [1]

**Interpretation der Messergebnisse bzw. Bewertung des Verfahrens:** Nach der ISO 815-1 wird der DVR wie folgt berechnet:

$$\text{DVR} = [(h_0 - h_1) / (h_0 - h_s)] \times 100$$

Dabei sind:

- $h_0$  = ursprüngliche Höhe des Probekörpers in mm
- $h_1$  = Höhe des Probekörpers nach Entspannung in mm
- $h_s$  = Höhe des Abstandshalters zwischen den Prüfplatten = verpresste Höhe in mm
- DVR = Druckverformungsrest in %

Ein Druckverformungsrest von 0% bedeutet, dass es sich um einen idealelastischen Körper handelt, während 100% bedeuten, dass die

**Bild 1:** Prüfwerkzeug mit drei Probekörpern für den DVR: Durch unterschiedlich tief eingeschliffene Nuten in der Basisplatte, können verschiedene Verpressungen ohne den aufwändigen Einsatz von Abstandshaltern realisiert werden. (Bild: O-Ring Prüflabor Richter GmbH)

Dichtung vollkommen „sitzen geblieben ist“. Es ist also keine Rückformung nach Entlastung erfolgt.

Mit der DVR-Prüfung können unterschiedliche Gummirezepturen gut miteinander verglichen werden. Die ISO 815-1 bietet die drei Verfahren A, B und C, welche sich u.a. in der Art der Abkühlung und Rückmessung unterscheiden.

Als Fertigteilprüfung hat sich der DVR besonders bewährt. Die DVR-Messung an Fertigteilen ist eine einfache Methode, Aussagen über die Verarbeitungsqualität (ausreichende Vulkanisation = guter DVR-Wert) zu erhalten.

Die DVR-Prüfung kann auch als Lebensdauernachweis eingesetzt werden. Ist das Lebensdauer-Temperaturkollektiv der Anwendung bekannt, lässt sich daraus über vereinfachte Arrheniusmultiplikatoren (Faustregel: 10 K Temperaturerhöhung = Verdoppelung der Reaktionsgeschwindigkeit der Alterung) eine isotherme Ersatzbeanspruchung (Zeit/Temperatur) ermitteln, nach welcher im Labor geprüft werden kann. Ist das nicht ausreichend genau, kann dies über eine DVR-Messung bei mindestens drei verschiedenen Prüfungen weiter verbessert werden (Bild 1, 2, 3).

**Zukunft des Verfahrens:** Bei der DVR-Prüfung handelt es sich um ein klassisches Standardprüfverfahren, das weit eingeführt ist und mit einem Minimum an Laborausstattung (DVR-Form, Umluftofen, Höhentaster) durchgeführt werden kann. In naher Zukunft sind keine Prüfverfahren erkennbar, die diese Methode voll umfänglich ersetzen werden. Dennoch gibt es Verfahren mit einer verbesserten Aussagekraft, wie z.B. die Druckspannungsrelaxation, welche im nächsten Teil der Serie behandelt wird.



Druckverformungsrest [%] Nach 24 h / 150 °C / Probekörper Fertigteil / Verformung 25 % / Lagergefäß DVR + Ofen / Medium - / Medium Herkunft: -		Bestimmung des Druckverformungsrestes bei Umgebungstemperaturen oder erhöhten Temperaturen – Verfahren A nach DIN ISO 815-1 (Ausgabe 2016-09)		
Mittelwert	Median	Größtwert	Kleinstwert	Spannweite
28,2	28	28,8	27,8	1,0
Einzelwerte: 27,8; 28,8; 28,0				

**Bild 2:** Runde Prüfform mit Abstandshaltern und Abschnitten eines zu prüfenden O-Ringes. Durch die runde Form ist eine Einlagerung in Medien im Becherglas möglich

(Bild: O-Ring Prüflabor Richter GmbH)

**Bild 3:** Auszug aus einem Ergebnisbericht: Prüfung des DVR an Fertigteilen

(Bild: O-Ring Prüflabor Richter GmbH)

*„Je mehr man sich mit dieser einfachen Prüfmethode befasst, desto hilfreichere Aussagen kann sie für die Praxis liefern.“ –*  
**Bernhard Richter,**  
Geschäftsführer



nen auch 2 mm dicke Prüfplatten dreifach geschichtet werden. Bei kleinen Fertigteilen werden mindestens drei Stück benötigt. Bei größeren Fertigteilen können drei Probestücke herausgeschnitten werden. Die Prüfung dauert je nach Vorgabe mindestens 24 h. Die Standarddurchlaufzeit im Labor (Ankunft der Probekörper bis Versand des Ergebnisberichts an den Kunden) beträgt ca. drei bis fünf Arbeitstage plus der vorgegebenen Prüfzeit.

**Literatur**

[1] Weitere Informationen – <https://www.din.de/de/ueber-normen-und-standards>

**DICT!digital:** Weitere Infos zur DVR/ ZVR-Prüfung

**Weitere Informationen**  
O-Ring Prüflabor Richter GmbH  
[www.o-ring-prueflabor.de](http://www.o-ring-prueflabor.de)

Von Dipl.-Ing. Bernhard Richter,  
Geschäftsführer, und Dipl.-Ing. (FH)  
Ulrich Blobner, Consultant

**DICT!digital:** Zum Lösungspartner

**DICT!digital:** Alle Teile dieser Serie

**Aus dem Polymer-Netzwerk**

**Gesteigerte Verfügbarkeit bei Hochleistungspolyurethanen** – Um zukünftig der stark gestiegenen Nachfrage nach FiPur®-Werkstoffen gerecht zu werden, hat die Fietz-Gruppe die eigenen Polymerisationskapazitäten deutlich erweitert.

**DICT!digital:** Zur Meldung

**Gesundheitsfreundlicher PUR-Dosenschaum** – Der 1K-PUR-Pistolenschaum mit monomerarmer Rezeptur ISO-TOP THERMFOAM „BLUE LINE“ von ISO-Chemie ist aufgrund des sehr niedrigen Gehalts an freien Isocyanaten gesundheitsfreundlich in der Anwendung und auch nach dem 24.08.2023 schulungsfrei anwendbar.

**DICT!digital:** Zur Meldung

**Optimierte HGÜ-Komponenten durch Vergussmassen mit Pflanzenöl** – Für die höhere Langlebigkeit und Effizienz von Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs(HGÜ)-Anlagen entwickelte die Wevo-Chemie GmbH pflanzenölbasierte Materialien. Die Vergussmassen ermöglichen den Verzicht auf die bislang vorwiegend genutzten umweltschädlichen Gase und Isolieröle.

**DICT!digital:** Zur Meldung



**Herstellung von Flachdichtungsplatten**

**BELPA®**

Tel. +34 944 180 011  
[access@monterofye.com](mailto:access@monterofye.com)  
[www.monterofye.com](http://www.monterofye.com)



**Montero®**  
Sealing and Insulation Technology

**KTW DVGW**

**DICHT!**

## Impressum

DICHT! – Dichten. Kleben. Polymer. verstehen  
16. Jahrgang | ISSN: 1863-4699

## Redaktion:

 Dipl.-Ing. Holger Best (ViSDP)  
Tel.: +49(0)6 21.71 76 888-7  
hbest@isgatec.com

## Anzeigen und Projektmanagement:

 Bärbel Schäfer  
Tel.: +49(0)6 21.71 76 888-3  
bschaefer@isgatec.com

## Herausgeber/Verlag:

ISGATEC GmbH  
Am Exerzierplatz 1A | 68167 Mannheim  
DEUTSCHLAND  
Tel.: +49(0)6 21.71 76 888-0  
info@isgatec.com | www.isgatec.com

## Geschäftsführung:

Sandra Kiefer

## Vertriebsleitung: Bärbel Schäfer

## Layout: Petra Greb-Gaß

## Druck:

Silber Druck oHG  
Otto-Hahn-Straße 25 | 34253 Lohfelden

## Erscheinungsweise: 4 x jährlich

## Bezugspreis des Magazins:

## Jahresbezugspreis (4 Ausgaben):

Im Inland 43,30 € brutto  
inkl. Versandkosten

Im Ausland 79,00 € netto  
inkl. Versandkosten

Einzelverkaufspreis: 8,50 € brutto  
zzgl. Versandkosten

## Copyright:

ISGATEC GmbH | 2022 | Mannheim

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion nicht übernommen werden. Die Zeitschrift und ihre Bestandteile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts bedarf der Zustimmung des Verlages/des Herausgebers. Mit der Annahme des Manuskriptes und seiner Veröffentlichung in dieser Zeitschrift geht das umfassende, ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich unbeschränkte Nutzungsrecht auf den Verlag/Herausgeber über. Dies umfasst die Veröffentlichung in Printmedien aller Art sowie entsprechende Vervielfältigung und Verbreitung, das Recht zur elektronischen Verwertung, zur Veröffentlichung in Datenbanken sowie Datenträgern jedweder Art, wie z.B. die Darstellung im Rahmen von Internet-Dienstleistungen, CD-ROM, CD und DVD, Datenbanknutzung. Es umfasst auch das Recht, die vorgenannten Rechte auf Dritte zu übertragen. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei betrachtet und damit von jedermann benutzt werden dürften. Im Namen oder Zeichen des Verfassers gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wider. Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Autoren.



Mitglied der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V.

# Preisindex von Kautschuk

**BRANCHENÜBERGREIFEND ROHSTOFFE** – Wie nicht anders zu erwarten, ist die Lage an den Beschaffungsmärkten weiter sehr angespannt. Vergleicht man die Werte mit dem letzten Preisindex, „entspannt“ sich zwar die Lage bei ECO, CR und IIR, ACM und AEM auf hohem Niveau. Besonders kritisch ist die Verfügbarkeit von FKM, VMQ, HNBR und Ruß. Das wirkt sich auch auf die Preisentwicklung aus. Beim Rohöl ist die Lage schwer einzuschätzen. Nach einem extremen Peak Anfang März pegelte sich der Preis im April 20% über den Werten vom Februar ein. An diese Berg-und-Tal-Fahrt werden wir uns wohl gewöhnen müssen. Der Krieg in Europa krepelt den Energiemarkt um und speziell in Deutschland werden wir uns hinsichtlich Energie- und Rohstoffversorgung neu sortieren und orientieren müssen. Inwieweit und wie massiv das im Einzelfall auf Dichtungsprodukte durchschlägt, bleibt abzuwarten. Schon jetzt gibt es viele Nachrichten zu massiven Preissteigerungen bei Halbzeugen und Dichtelementen. Das führt zwangsläufig zu Preisnachverhandlungen mit Abnehmern. Vertrieb und Einkauf

stehen angesichts dieser Situation vor großen Herausforderungen und ein Ende ist nicht in Sicht.

Elastomerbasis	Preisentwicklung
SBR	++
NR	++
NBR	+
EPDM	+
ECO	0
VMQ	++
CR	+
IIR	+
ACM	0
AEM	0
HNBR	+
FKM	++
FVMQ	++

Preisentwicklung im letzten Quartal  
-- sinkend, – tendenziell sinkend,  
0 gleichbleibend, + tendenziell steigend,  
++ steigend

**Dichten. Kleben. Polymer.**  
**49 vertiefende Fachbeiträge**  
praxisnah.  
lösungsorientiert.  
kompakt.

Printausgabe 59,- €  
zzgl. Versand und Verpackung  
ISBN Print: 978-3-946260-05-9  
Digitalausgabe 49,- €  
ISBN Online: 978-3-946260-06-6



## Jetzt bestellen!

www.isgatec.com > Medien  
Tel.: +49 621 7176888-0

**ISGATEC®**  
**MEDIEN**



29.09.2022 Klebebänder-Forum, Heidelberg

## Die Vorteile industrieller Klebebänder nutzen

Trends. Stand der Technik. Praxis.

! Jetzt anmelden und alles Wissenswerte erfahren sowie **Netzwerken und** gezielt **fachlich austauschen**.

### Sie sollten die Vorteile dieser Klebtechnologien kennen!

Das Potenzial und breite Einsatzspektrum industriell genutzter Klebebänder ist bei projektbezogenen Entscheidungen für ein Klebsystem oft nicht ausreichend bekannt. Anhand von Projektbeispielen aus verschiedenen Branchen wird hier gezeigt, was Klebebänder besser können als klassische Kleb- und Dichtlösungen, aber auch wo ihre Grenzen sind. Die Referierenden zeigen anhand von neuen Entwicklungen und Projekterfahrungen, wie Konstruierende und ihre Kolleg:innen aus Anlagenplanung, Fertigung und Qualitätssicherung diese Technologie erfolgreich in Projekten einsetzen können.

### Die Themen für Sie:

- Mit den richtigen Materialien neue Anwendungsbereiche erschließen
- Geprüfte Beständigkeit von Klebebändern
- Klebebänder im Kontext zu (inter-)nationalen Normen einsetzen
- Mit Customized Solutions Produktionsprozesse optimieren
- Wenn Klebebänder an Grenzen stoßen

### Warum lohnt sich eine Teilnahme?

Bei diesem Forum, das in Kombination mit dem Forum „Erfolgreiches Kleben ist Teamwork“ durchgeführt wird, erhalten Konstruierende und ihre Kolleg:innen aus Anlagenplanung, Fertigung und Qualitätssicherung einen Überblick, welches – oft unterschätztes – Lösungspotenzial Klebebänder haben. Das Know-how, Erfahrungen und Praxistipps der Referierenden helfen Teilnehmenden, diese Technologie zukünftig erfolgreich einzusetzen.

### Event-Partner:



**Für weitere Infos zum Programm und zur Anmeldung – Sprechen Sie mich an:**

ISGATEC GmbH  
Sema Tatlıdede  
Telefon: +49 (0) 621-717 68 88-5  
E-Mail: akademie@isgatec.com  
[www.isgatec.com](http://www.isgatec.com) > Forum

**Be- und Verarbeitung**

**DMH**  
SOLUTION FOR SEALS

**DMH Dichtungs- und Maschinenhandel GmbH**  
Industriepark West 11  
8772 Traboch | ÖSTERREICH

Tel.: +43(0)3833.20060-0 | Fax: +43(0)3833.20060-500  
office@dmh.at | www.dmh.at

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**RAMPF**  
discover the future

**RAMPF Production Systems GmbH & Co. KG**  
Römerallee 14  
78658 Zimmern o. R.

Tel.: +49(0)741.2902-0 | Fax: +49(0)741.2902-2100  
production.systems@rampf-group.com | www.rampf-group.com

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**Dichtungen**

**BERGER S2B**

**Berger S2B GmbH**  
Hans-Thoma-Straße 49-51  
68163 Mannheim

Tel.: +49(0)621.41003-0 | Fax: +49(0)621.41003-33  
info@bergers2b.com | www.bergers2b.com

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**DONIT**  
A perfect fit

**DONIT TESNIT GmbH**  
Werastr. 105  
70190 Stuttgart

Tel.: +49(0)160.92380498 | Tel.: +49(0)170.2753976  
sales.deutschland@donit.eu | https://de.donit.eu

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**elringklinger**  
Kunststofftechnik

**ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH**  
Etzelstraße 10  
74321 Bietigheim-Bissingen

Tel.: +49(0)7142.583-0 | Fax: +49(0)7142.583-200  
info.ekt@elringklinger.com | www.elringklinger-kunststoff.de | shop.elringklinger-kunststoff.de

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**Dichtungen**

**GFD-Gesellschaft für Dichtungstechnik mbH**  
Hofwiesenstraße 7  
74336 Brackenheim

Tel.: +49(0)7135.9511-0 | Fax: +49(0)7135.9511-11  
info@gfd-dichtungen.de | www.gfd-dichtungen.de

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**HEUTE + COMP. GmbH + Co.**  
Kaiserstraße 186-188  
42477 Radevormwald

Tel.: +49(0)2195.67601 | Fax: +49(0)2195.4996  
info@heutecomp.de | www.heutecomp.de

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**Die Dichtung.**  
Seit 1963

**Alwin Höfert**  
Fabrikation von  
Spezialdichtungen

Ferdinand-Harten-Straße 15 | 22949 Ammersbek/Hamburg

Tel.: +49(0)40.604477-0 | Fax: +49(0)40.6046523  
service@hoefert.de | www.hoefert.de | shop.hoefert.de

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**IDG-Dichtungstechnik GmbH**  
Heinkelstraße 1  
73230 Kirchheim/Teck

Tel.: +49(0)7021.9833-0 | Fax: +49(0)7021.9833-50  
info@idg-gmbh.com | www.idg-gmbh.com

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**ITA GmbH + Co. KG**  
Gerhard-Frede-Straße 4  
59320 Ennigerloh

Tel.: +49(0)2525.8075 1-0 |  
info@ita-profile.de | www.ita-profile.de

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**Jurima Dichtungen GmbH**  
Derchinger Straße 143  
86165 Augsburg

Tel.: +49(0)821.74867-0 | Fax: +49(0)821.74867-99  
post@jurima-gmbh.de | www.jurima-gmbh.de

**P H D** **A E ET MA MT PT**

Legende

<b>P</b> Produzent	<b>A</b> Automotive	<b>MA</b> Maschinen- und Anlagenbau
<b>H</b> Händler	<b>E</b> Elektronik	<b>MT</b> Medizintechnik
<b>D</b> Dienstleister	<b>ET</b> Energietechnik	<b>PT</b> Prozesstechnik (Chemie, Lebensmittelindustrie, Pharma)

Dichtungen

**KASTAS** **KASTAS SEALING TECHNOLOGIES EUROPE GmbH**  
 Robert-Bosch-Straße 11-13  
 25451 Quickborn

Tel.: +49(0)4106.80928-0 | Fax: +49(0)4106.80928-49  
 europe@kastas.com | www.kastas.de

**P H D A E ET MA MT PT**

**KÖPP** **W. KÖPP GmbH & Co. KG**  
 Hergelsbendenstraße 20  
 52080 Aachen

Tel.: +49(0)241.166.05-0 | Fax: +49(0)241.166.05-55  
 info@koeppe.de | www.koeppe.de

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**MICHELFELDER** **MICHELFELDER GmbH**  
 METALLTECHNIK | ROHRTECHNIK | WERKZEUGECHNIK | DOSIERTECHNIK  
 Breite Straße 1  
 78737 Fluorn-Winzeln

Tel.: +49(0)7402.3920-0 | Fax: +49(0)7402.3920-9000  
 info@michelfelder.de | www.michelfelder.de

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**Montero** **MONTERO FyE**  
 Retuerto s/n  
 48903 Baracaldo  
 Spanien

Tel.: +34(0)944.18 00 11  
 access@monterofye.com | www.monterofye.com

**P H D A E ET MA MT PT**

**PTFE NÜNCHRITZ** **PTFE NÜNCHRITZ GmbH & Co. KG**  
 become flexible   
 Industriestraße C9  
 01612 Glaubitz

Tel.: +49(0)35265.5040  
 service@ptfe-nuenchritz.de | www.ptfe-nuenchritz.de

**P H D A E ET MA MT PT**

**Schlösser** **SCHLÖSSER GmbH & Co. KG**  
 Wilhelmstraße 8  
 88512 Mengen

*Dichtungen. Technische Teile.*

Tel.: +49(0)7572.606-0 | Fax: +49(0)7572.606-5598  
 info@schloesser.de | www.schloesser-dichtungen.de

**P H D A E ET MA MT PT**

Dichtungen

**TEADIT** **TEADIT International Produktions GmbH**  
 Europastraße 12  
 6322 Kirchbichl | ÖSTERREICH

Sealing for a safer and greener tomorrow

Tel.: 0043(0)5372.64020-0 | Fax: 0043(0)5372.64020-20  
 austria@teadit.eu | www.teadit.com

**P H D A E ET MA MT PT**

**trygonal** **Trygonal Group GmbH**  
 Neue Heimat 22  
 74343 Sachsenheim-Ochsenbach

Tel.: +49(0)7046.9610-0 | Fax: +49(0)7046.9610-33  
 info@trygonal.com | www.trygonal.com

**P H D A E ET MA MT PT**

**xpress seals** **xpress seals gmbh**  
 Dichtungen für Hydraulik  
 Fangdieckstr. 70-74  
 22547 Hamburg

Tel.: +49(0)40.8797.445-0 | Fax: +49(0)40.8797.445-69  
 michael.muelner@xpress-seals.com | www.xpress-seals.com

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

Dienstleistungen

**ORING**  
**PRÜFLABOR**  
**RICHTER**

Prüfungen, Schadensanalyse, Seminare  
**O-Ring Prüflabor Richter GmbH**  
 Kleinbottwarer Straße 1  
 71723 Großbottwar

Tel.: +49(0)7148.16602-0 | Fax: +49(0)7148.16602-299  
 info@o-ring-prueflabor.de | www.o-ring-prueflabor.de

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

Dosiertechnik

**bdtronic** **bdtronic GmbH**  
 Ahornweg 4  
 97990 Weikersheim

Tel.: +49(0)7934.104-0 | Fax: +49(0)7934.104-372  
 info@bdtronic.de | www.bdtronic.de

**P H D** **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**Dosiertchnik**



**Beinlich Pumpen GmbH**  
Gewerbestraße 29  
58285 Gevelsberg

Tel.: +49(0)2332.5586-0 | Fax: +49(0)2332.5586-31  
info@beinlich-pumps.com | www.beinlich-pumps.com

P H D **Zum Lösungspartner** A E ET MA MT PT



**DoBoTech AG**  
Am Eschengrund 4  
83135 Schechen

Tel.: +49(0)8039.90146-0 | Fax: +49(0)8039.90146-19  
info@dobotech.com | www.dobotech.com

P H D **Zum Lösungspartner** A E ET MA MT PT



**Drei Bond GmbH**  
Carl-Zeiss-Ring 13  
85737 Ismaning/München

Tel.: +49(0)89.962427-0 | Fax: +49(0)89.962427-19  
info@dreibond.de | www.dreibond.de

P H D **Zum Lösungspartner** A E ET MA MT PT



**Epoxy Technology Europe GmbH**  
Steinerne Furt 78  
86167 Augsburg

Tel.: +49(0)821.748720 | Fax: +49(0)821.742970  
sales\_de@epotekeurope.com | www.epotek.com

P H D **Zum Lösungspartner** A E ET MA MT PT



**Hilger u. Kern GmbH**  
**Dosier- und Mischtechnik**  
Käfertaler Straße 253  
68167 Mannheim

Tel.: +49(0)621.3705-500 | Fax: +49(0)621.3705-300  
info@dopag.de | www.dopag.de

P H D **Zum Lösungspartner** A E ET MA MT PT

**Dosiertchnik**



**Kopf und Pfaff GbR**  
Tergartenstraße 1  
78655 Dunningen-Seedorf

Tel.: +49(0)7402.93833-0 | Fax: +49(0)7402.93833-29  
info@kps-dosiertchnik.de | www.kps-dosiertchnik.de

P H D **Zum Lösungspartner** A E ET MA MT PT



**Meter Mix Systems**  
**(Deutschland)**  
Käfertaler Straße 253  
68167 Mannheim

Tel.: +49(0)621.3705-500 | Fax: +49(0)621.3705-200  
sales@metermix.de | www.metermix.de

P H D **Zum Lösungspartner** A E ET MA MT PT



**MICHELFELDER GmbH**  
METALLTECHNIK | ROHRTTECHNIK | WERKZEUGTECHNIK | DOSIERTECHNIK

Breite Straße 1  
78737 Fluorn-Winzeln

Tel.: +49(0)7402.3920-0 | Fax: +49(0)7402.3920-9000  
info@michelfelder.de | www.michelfelder.de

P H D **Zum Lösungspartner** A E ET MA MT PT



**SEC Compounds GmbH**  
Karl-Arnold-Straße 28  
73230 Kirchheim-Teck

Tel.: +49(0)7021.9448-0 | Fax: +49(0)7021.9448-99  
info@sec-compounds.com | www.visec-systems.com

P H D **Zum Lösungspartner** A E ET MA MT PT



**ViscoTec Pumpen- u. Dosiertchnik GmbH**  
Amperstraße 13  
84513 Töging a. Inn

Tel.: +49 (0)8631.9274-0 | Fax: +49(0)8631.9274-300  
mail@viscotec.de | www.viscotec.de

P H D **Zum Lösungspartner** A E ET MA MT PT

**Legende**

<b>P</b> Produzent	<b>A</b> Automotive	<b>MA</b> Maschinen- und Anlagenbau
<b>H</b> Händler	<b>E</b> Elektronik	<b>MT</b> Medizintechnik
<b>D</b> Dienstleister	<b>ET</b> Energietechnik	<b>PT</b> Prozesstechnik (Chemie, Lebensmittelindustrie, Pharma)

**Flüssigdichtsysteme**

 **CeraCon GmbH**  
 Talstraße 2  
 97990 Weikersheim

Tel.: +49(0)7934.9928-0 | Fax: +49(0)7934.9928-600  
 epost@ceracon.com | www.ceracon.com

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **Drei Bond GmbH**  
 Carl-Zeiss-Ring 13  
 85737 Ismaning/München

Tel.: +49(0)89.962427-0 | Fax: +49(0)89.962427-19  
 info@dreibond.de | www.dreibond.de

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **W. KÖPP GmbH & Co. KG**  
 Hergelsbendenstraße 20  
 52080 Aachen

Tel.: +49(0)241.166.05-0 | Fax: +49(0)241.166.05-55  
 info@koeppe.de | www.koeppe.de

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **RAMPF Polymer Solutions GmbH & Co. KG**  
 Robert-Bosch-Straße 8-10  
 72661 Grafenberg

Tel.: +49(0)7123.9342-0 | Fax: +49(0)7123.9342-2444  
 polymer.solutions@rampf-group.com | www.rampf-group.com

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **Three Bond GmbH**  
 Kleb- und Dichtstoffe  
 Giesenheide 40  
 40724 Hilden

+49(0)2103.7895816-0 | Fax: +49(0)02103.78958-58  
 info@threebond.de | www.threebond.de

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**Formteile**

 **Berger S2B GmbH**  
 Hans-Thoma-Straße 49-51  
 68163 Mannheim

Tel.: +49(0)621.41003-0 | Fax: +49(0)621.41003-33  
 info@bergers2b.com | www.bergers2b.com

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **Trygonal Group GmbH**  
 Neue Heimat 22  
 74343 Sachsenheim-Ochsenbach

Tel.: +49(0)7046.9610-0 | Fax: +49(0)7046.9610-33  
 info@trygonal.com | www.trygonal.com

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**Funktionsadditive**

 **The Mineral Engineers**  
 A DIVISION OF QUARZWERKE GROUP

**HPF The Mineral Engineers, a division of Quarzwerke Group**  
 Augustinusstraße 9D  
 50226 Frechen

Tel.: +49(0)2234.101-0 | Fax: +49(0)2234.101-480  
 sales@hpfminerals.com | www.hpfminerals.com

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**Kautschuk-Mischungen**

 **HEXPOL Compounding GmbH**  
 Ottostraße 34  
 41836 Hückelhoven-Baal

Tel.: +49(0)2433.9755-0 | Fax: +49(0)2433.9755-99  
 info.huk@hexpol.com | www.hexpol.com

**P H D** **A E ET MA MT PT**

 **Gummiwerk KRAIBURG GmbH & Co. KG**  
 Teplitzer Straße 20  
 84478 Waldkraiburg

Tel.: +49(0)8638.61-0 | Fax: +49(0)8638.61-310  
 info@kraiburg-rubber-compounds.com  
 www.kraiburg-rubber-compounds.com

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**Kautschuk-Mischungen**

**RADO** • ELASTOMER  
• FLUOR  
• SILICONE **KOMPETENZ IN KAUSCHUK**

**RADO Gummi GmbH**  
Ülfe-Wuppertal-Straße 17-19  
42477 Radevormwald

Tel.: +49(0)2195.674-0 | Fax: +49(0)2195.674-110  
info@rado.de | www.rado.de

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**SEC** special compounds

**SEC Compounds GmbH**  
Karl-Arnold-Straße 28  
73230 Kirchheim-Teck

Tel.: +49(0)7021.9448-0 | Fax: +49(0)7021.9448-99  
info@sec-compounds.com | www.sec-compounds.com

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**Kleb- und Dichtstoffe**

**epple**

**E. Epple & Co. GmbH**  
Dichtstoffe, Klebstoffe,  
Gießharze, Lohnfertigungen  
Hertzstraße 8 | 71083 Herrenberg

Tel.: +49(0)7032.9771-0 | Fax: +49(0)7032.9771-50  
info@epple-chemie.de | www.epple-chemie.de

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**OTTO** CHEMIE

**Hermann Otto GmbH**  
Krankenhausstraße 14  
83413 Fridolfing

**DICHTEN & KLEBEN**

Tel.: +49(0)8684.908-0 | Fax: +49(0)8684.908-1840  
info@otto-chemie.de | www.otto-chemie.de

**P H D** **DICHTdigital: Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**wevo**

**WEVO-CHEMIE GmbH**  
Schönbergstraße 14  
73760 Ostfildern-Kemnat

Tel.: +49(0)711.16761-0  
info@wevo-chemie.de | www.wevo-chemie.de

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**Kleb- und Verbindungstechnik**

**Atlas Copco**

**Atlas Copco IAS GmbH**  
Gewerbestraße 52  
75015 Bretten

Tel.: +49(0)7252.5560-0 | Fax: +49(0)7252.5560-5100  
ias.de@atlascopco.com | joining.atlascopco.com

**P H D** **DICHTdigital: Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**bdtronic**

**bdtronic GmbH**  
Ahornweg 4  
97990 Weikersheim

Tel.: +49(0)7934.104-0 | Fax: +49(0)7934.104-372  
info@bdtronic.de | www.bdtronic.de

**P H D** **DICHTdigital: Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**beinlich** pump systems

**Beinlich Pumpen GmbH**  
Gewerbestraße 29  
58285 Gevelsberg

Tel.: +49(0)2332.5586-0 | Fax: +49(0)2332.5586-31  
info@beinlich-pumps.com | www.beinlich-pumps.com

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**DREI BOND**

**Drei Bond GmbH**  
Carl-Zeiss-Ring 13  
85737 Ismaning/München

Tel.: +49(0)89.962427-0 | Fax: +49(0)89.962427-19  
info@dreibond.de | www.dreibond.de

**P H D** **DICHTdigital: Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

**EPOXY** TECHNOLOGY EUROPE

**Epoxy Technology Europe GmbH**  
Steinerne Furt 78  
86167 Augsburg

Tel.: +49(0)821.748720 | Fax: +49(0)821.742970  
sales\_de@epotekeurope.com | www.epotek.com

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**Legende**

<b>P</b> Produzent	<b>A</b> Automotive	<b>MA</b> Maschinen- und Anlagenbau
<b>H</b> Händler	<b>E</b> Elektronik	<b>MT</b> Medizintechnik
<b>D</b> Dienstleister	<b>ET</b> Energietechnik	<b>PT</b> Prozesstechnik (Chemie, Lebensmittelindustrie, Pharma)

**Kleb- und Verbindungstechnik**

 **Hilger u. Kern GmbH**  
**Dosier- und Mischtechnik**  
 Käfertaler Straße 253  
 68167 Mannheim  
 Tel.: +49(0)621.3705-500 | Fax: +49(0)621.3705-200  
 info@dopag.de | www.dopag.de

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **Lohmann GmbH & Co. KG**  
**The Bonding Engineers**  
 Irlicher Straße 55  
 56567 Neuwied  
 Tel.: +49(0)2631.34-0 | Fax: +49(0)2631.34-6661  
 info@lohmann-tapes.com | www.lohmann-tapes.com

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **Meter Mix Systems (Deutschland)**  
 Käfertaler Straße 253  
 68167 Mannheim  
 Tel.: +49(0)621.3705-500 | Fax: +49(0)621.3705-200  
 sales@metermix.de | www.metermix.de

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **INTEC SAMES-KREMLIN GmbH**  
 Otto-Hahn-Allee 9  
 50374 Erftstadt  
 Tel.: +49(0)2235.46558-0  
 info@intec.sames-kremlin.com | https://intec\_de.sames-kremlin.com

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **Scheugenflug GmbH**  
**Advanced Dispensing Technology**  
 Gewerbepark 23  
 93333 Neustadt/Do.  
 Tel.: +49(0)9445.9564-0 | Fax: +49(0)9445.9564-40  
 sales.de@scheugenflug-dispensing.com | www.scheugenflug-dispensing.com

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **VSE Volumenteknik GmbH**  
 Hönnestraße 49  
 58809 Neuenrade  
 Tel.: +49(0)2394.616-30 | Fax: +49(0)2394.616-33  
 info@vse-flow.com | www.vse-flow.com

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**Klebebänder**

 **VITO Irmnen GmbH & Co. KG**  
 Mittelstraße 74-80  
 53424 Remagen  
 Tel.: +49(0)2642.40070  
 info@vito-irmnen.de | www.vito-irmnen.de

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**Lohnfertigung**

 **E. Epple & Co. GmbH**  
 Dichtstoffe, Klebstoffe,  
 Gießharze, Lohnfertigungen  
 Hertzstraße 8 | 71083 Herrenberg  
 Tel.: +49(0)7032.9771-0 | Fax: +49(0)7032.9771-50  
 info@epple-chemie.de | www.epple-chemie.de

**P H D** **A E ET MA MT PT**

**Lohnschäumen**

 **CeraCon GmbH**  
 Talstraße 2  
 97990 Weikersheim  
 Tel.: +49(0)7934.9928-0 | Fax: +49(0)7934.9928-600  
 epost@ceracon.com | www.ceracon.com

**P H D** **A E ET MA MT PT**

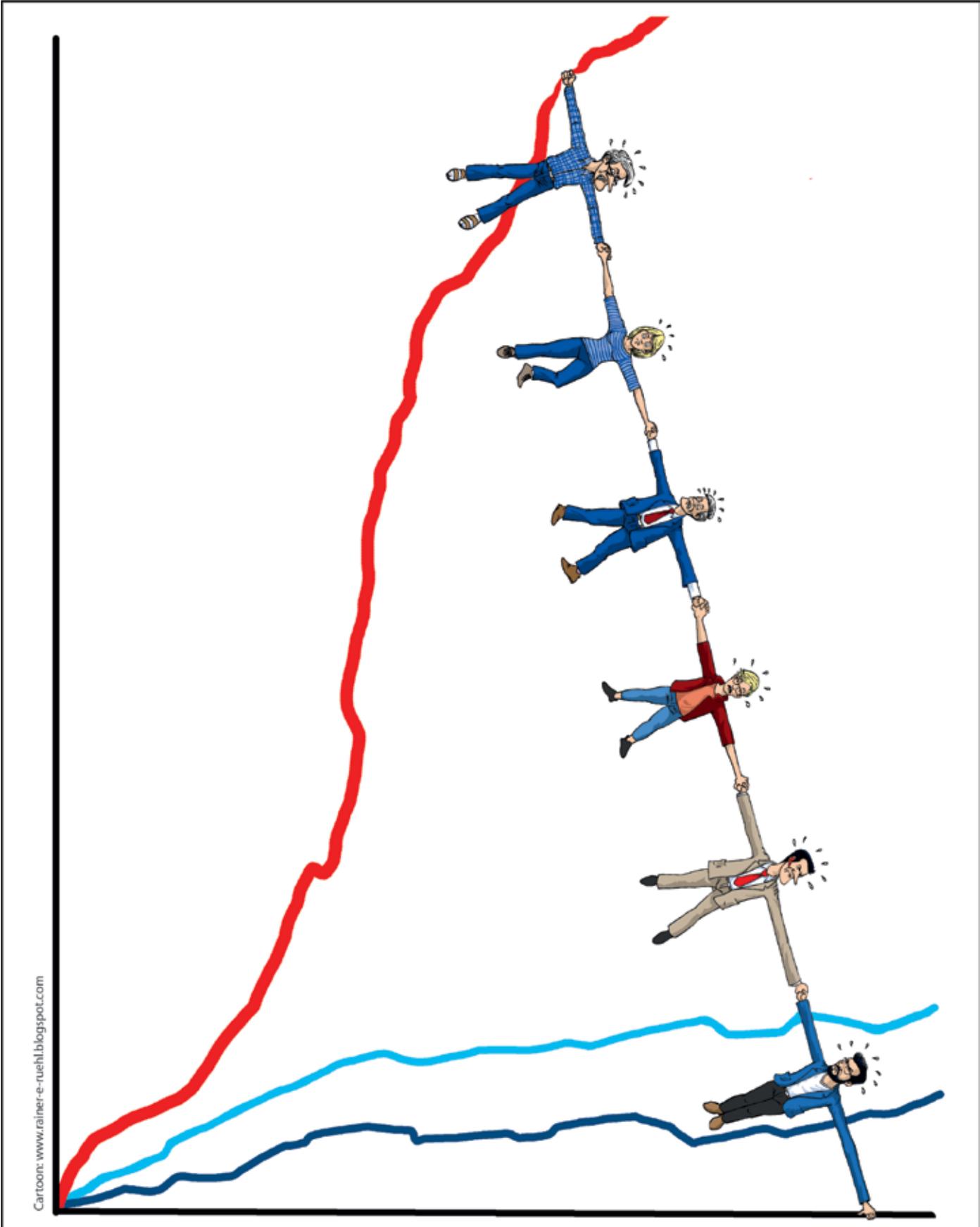
 **W. KÖPP GmbH & Co. KG**  
 Hergelsbendenstraße 20  
 52080 Aachen  
 Tel.: +49(0)241.166.05-0 | Fax: +49(0)241.166.05-55  
 info@koeppe.de | www.koeppe.de

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**

 **Polyprocess GmbH**  
**Dosierteknik als Dienstleistung.**  
 Am Wald 15  
 97348 Rödelsee  
 OT Fröhstockheim  
 Tel.: +49(0)9323.8759-0 | Fax: +49(0)9323.8759-11  
 info@polyprocess.de | www.polyprocess.de

**P H D**  **Zum Lösungspartner** **A E ET MA MT PT**





Reißfestigkeit, eine an Dichtelemente oft gestellte Anforderung, fordert auch im Kontext zur Unternehmensfitness – früher eine eher unterschätzte oder vernachlässigte Sportart – aktuell von allen Beteiligten Höchstleistungen.

# Gomastit<sup>®</sup>

FireSeal MS 90



Der Brandschutz SMP-Dichtstoff,  
geprüft nach neuster Norm EN 1366-4



merz+benteli ag

**VDMA**  
**Fluid Power Association**

Lyoner Str. 18  
 60528 Frankfurt am Main  
 Germany

Phone +49 69 6603-1513  
 E-Mail maximilian.hartmann@vdma.org  
 Internet www.vdma.org/fluid-power

**Institute of Machine Components (IMA),  
 University of Stuttgart**

Pfaffenwaldring 9  
 70569 Stuttgart  
 Germany

Phone +49 711 685-66176  
 E-Mail susanne.hahn@  
 ima.uni-stuttgart.de  
 Internet www.ima.uni-stuttgart.de

**Contact / Organisation**

FVA GmbH  
 21st ISC

Dr. Maximilian Hartmann  
 Lyoner Str. 18  
 60528 Frankfurt am Main  
 Germany

Phone +49 69 6603-1513  
 E-Mail maximilian.hartmann@vdma.org  
 Internet www.sealing-conference.com

**21<sup>st</sup> ISC**

**Stuttgart, Germany**  
**Oct. 12 – 13, 2022**



**Announcement**

**International Sealing Conference**

Conference Registration:  
**[www.sealing-conference.com](http://www.sealing-conference.com)**

Media Partner



Schedule

Wednesday 12 <sup>th</sup> October 2022				
09:00	Exhibition		Exhibition - Poster Session Visit to IMA Laboratory	
	Opening 21 <sup>st</sup> ISC			
10:00	<b>Plenary Talks I</b> (Bauer) I 1 - I 2			
	Break Exhibition			
11:00	<b>Alternative Energy</b> (Schwarz) A 1 - A 3	<b>Mechanical Seals</b> (Hübner-Hecker) B 1 - B 3		
12:00	Lunch Exhibition			
13:00	<b>Rotary Shaft Seals I</b> (Bock) A 4 - A 7			<b>Reciprocating Seals</b> (Goerres) B 4 - B 7
14:00	Break Exhibition			
15:00	<b>Rotary Shaft Seals II</b> (Kröger) A 8 - A 11			<b>Static Seals</b> (Riedl) B 8 - B 10
16:00	Exhibition			
17:00	Exhibition			
18:00	Exhibition			
19:00	<b>Conference Dinner</b>			
20:00	Exhibition			

Schedule

Thursday 13 <sup>th</sup> October 2022				
09:00	<b>Applications in Practice</b> (Hunger) A 12 - A 15	<b>Simulation I</b> (Dakov) B 12 - B 15	Exhibition - Poster Session Visit to IMA Laboratory	
10:00				Break Exhibition
11:00	<b>Automotive/ E-Mobility</b> (Waidner) A 16 - A 19	<b>Materials and Surfaces I</b> (Bischoff) B 16 - B 19		
12:00				Lunch Exhibition
13:00	<b>Materials and Surfaces II</b> (Brödner) A 20 - A 22			<b>Simulation II</b> (Thielen) B 20 - B 22
14:00	Break Exhibition			
15:00	<b>Plenary Talk II</b> (Bauer) C 1			
16:00	<b>Closing 21<sup>st</sup> ISC</b>			
17:00	Exhibition			

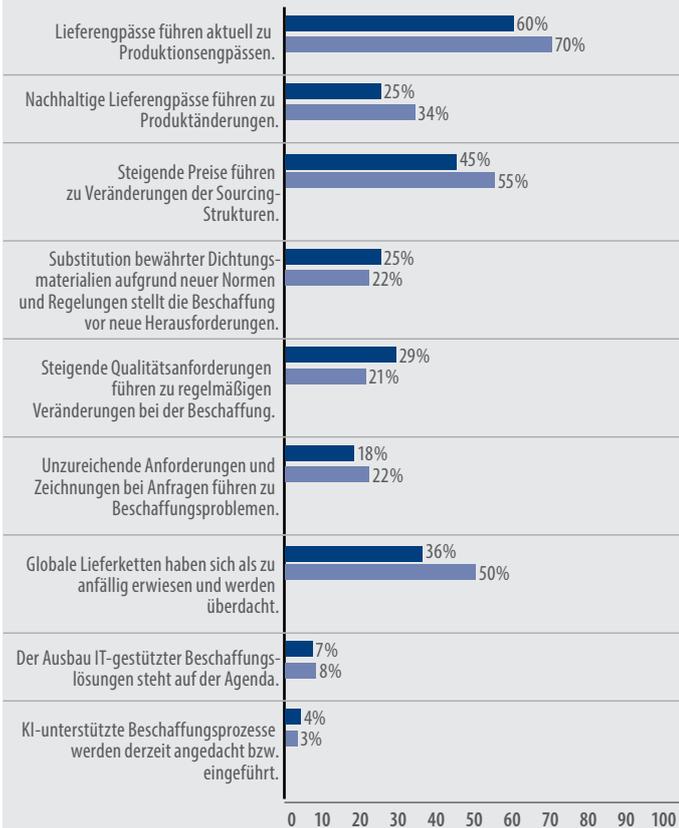
The detailed programme can be downloaded from the ISC website or ordered at the contact address.

## International Sealing Conference

# Die grundlegenden Baustellen der Dichtungstechnik sind Dauerbaustellen

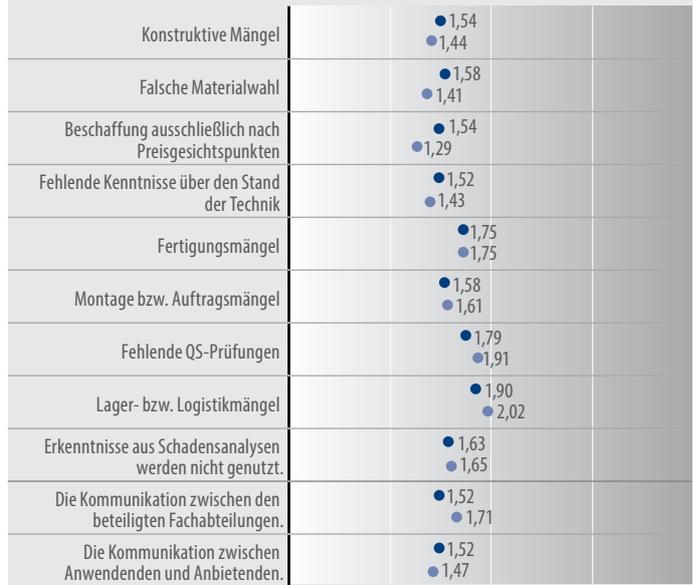
## Aktuelle Einschätzungen zu alten und neuen Herausforderungen rund um Dichtungssysteme

Die Beschaffung von Dichtungen bzw. der eingesetzten Werkstoffe ist derzeit aus verschiedenen Gründen nicht einfach. Welchen Aussagen stimmen Sie zu <sup>2</sup>



**Bild 6:** Dass Lieferengpässe zu Produktionsengpässen führen, kann man derzeit überall beobachten. Dass sie nur in Teilen zu Produktänderungen führen werden, ist ein Ergebnis dieser Umfrage. Im Vergleich zu früheren Umfragen steigt die Annahme, dass steigende Preise zu Veränderungen der Sourcing-Strukturen führen werden. Dabei werden zunehmend globale Sourcing-Strukturen infrage gestellt. Scheinbar ist die Zuversicht auf „normale“ Zeiten – nach zwei Jahren Pandemie und als Folge des aktuellen Kriegs in Europa – gesunken. (Bild: ISGATEC GmbH)

Was führt in der Praxis zu qualitativen Dichtungsproblemen?<sup>22</sup>



1 2 3 4

1 (höher), 2 (gleichbleibend), 3 (sinkend) bis 4 (spielt keine Rolle)

**Bild 7:** Lager- und Logistikmängel und fehlende QS-Prüfungen führen eher selten zu qualitativen Dichtungsproblemen. Alle anderen Werte haben „zu häufig“ recht hohe Werte. Das zeigt auch, wie systematisch und ganzheitlich vorgegangen werden muss, um Dichtungsprobleme in den Griff zu bekommen. (Bild: ISGATEC GmbH)

DICHTdigital: zurück zum Beitrag S. 8

<sup>1</sup> Die Einschätzungen sind nach Anwendenden und herstellenden bzw. liefernden Unternehmen getrennt ausgewertet.

<sup>2</sup> Mehrfachauswahl möglich

## Dichten. Kleben. Polymer.

### 49 vertiefende Fachbeiträge

praxisnah.  
lösungsorientiert.  
kompakt.

Printausgabe 59,- € zzgl. Versand und Verpackung  
ISBN Print: 978-3-946260-05-9  
Digitalausgabe 49,- €  
ISBN Online: 978-3-946260-06-6



Jetzt bestellen!

www.isgatec.com > Medien  
Tel.: +49 621 7176888-0



# Die grundlegenden Baustellen der Dichtungstechnik sind Dauerbaustellen

## Aktuelle Einschätzungen zu alten und neuen Herausforderungen rund um Dichtungssysteme

Dichtungsauftrag und -montage sorgen immer wieder für Dichtungsprobleme. Welchen Aussagen stimmen Sie zu?<sup>2</sup>



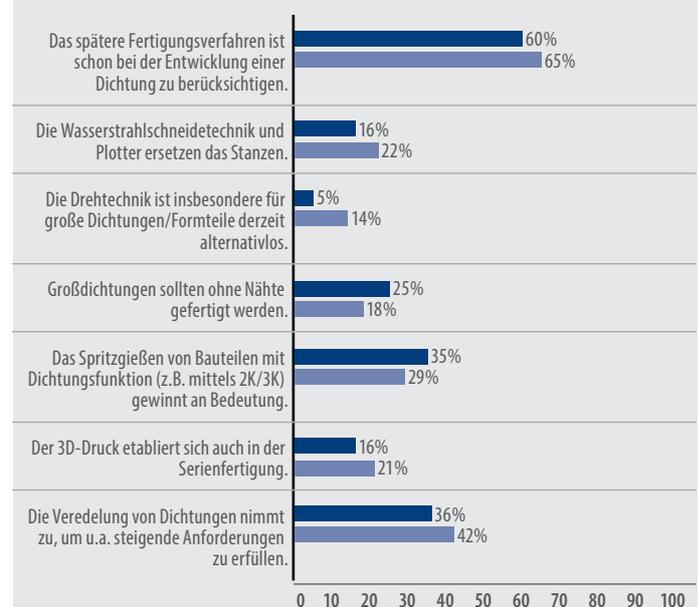
**Bild 8:** Hier schließt sich der Kreis zu Frage 5: „Das Applizieren und die Montage von Dichtungen wird bei der Konstruktion zu wenig berücksichtigt.“ – Diese Aussage hat die meisten Nennungen, gefolgt von dem „Klassiker“ der mangelnden Reinigung. Der erste Aspekt zeigt, wie wichtig die Kommunikation entlang der Wertschöpfungskette einer Dichtstelle ist. (Bild: ISGATEC GmbH)

Dichtungen werden intelligent. Wie sind Ihre Erfahrungen mit solchen Dichtungen?<sup>2</sup>



**Bild 9:** Hier gibt es ein klares Bild: Es gab bisher überwiegend keine Ansätze für einen Einsatz. Dieses Stimmungsbild hat sich die letzten Jahre kaum verändert. Bleibt abzuwarten, ob und wann Industrie 4.0 auch bei den Dichtungen in der Breite ankommt. (Bild: ISGATEC GmbH)

Welchen Aussagen zu Be- und Verarbeitungssystemen von Dichtungen stimmen Sie zu?<sup>2</sup>



**Bild 10:** Auch hier schließt sich der Kreis zu Frage 5 – die Mehrheit meint: Das spätere Fertigungsverfahren sollte schon bei der Entwicklung einer Dichtung berücksichtigt werden. Interessant ist es beim Thema 3D-Druck. Waren bei der letzten Umfrage (2020) noch rd. 50% der Teilnehmenden der Meinung, der 3D-Druck von Dichtungen und Formteilen würde in den nächsten Jahren zunehmen, sehen dies 2022 mit dem Fokus auf den Seriendruck nur rd. 20%. 3D-Druck ist also offenbar überwiegend ein Kleinserien- und Prototyping-Thema. (Bild: ISGATEC GmbH)

<sup>1</sup> Die Einschätzungen sind nach Anwendenden und herstellenden bzw. liefernden Unternehmen getrennt ausgewertet.

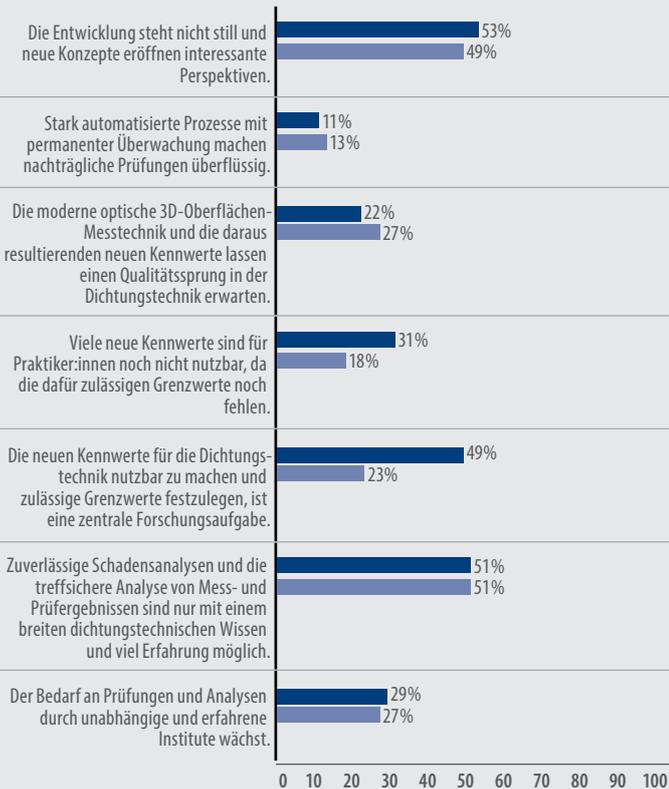
<sup>2</sup> Mehrfachauswahl möglich



# Die grundlegenden Baustellen der Dichtungstechnik sind Dauerbaustellen

## Aktuelle Einschätzungen zu alten und neuen Herausforderungen rund um Dichtungssysteme

Welchen Aussagen zum Themenbereich „Mess- und Prüftechnik für die Dichtungstechnik“ stimmen Sie zu?<sup>2</sup>



**Bild 11:** Um zuverlässige Schadensanalysen und die treffsichere Analyse von Mess- und Prüfergebnissen zu realisieren, benötigt man ein breites dichtungstechnisches Wissen und viel Erfahrung. Dieser Aussage stimmen die Meisten zu. Anwenderseitig wurde dieser Aspekt nochmals durch die fast gleich häufige Nennung der Aussage „Die neuen Kennwerte für die Dichtungstechnik nutzbar zu machen und zulässige Grenzwerte festzulegen, ist eine zentrale Forschungsaufgabe“ unterstrichen. In Kombination mit der Entwicklung in diesem Bereich, die von vielen positiv gesehen wird, zeichnen sich hier die Herausforderungen für die Mess- und Prüftechnik ab. Wir müssen auch lernen zu verstehen, was wir immer genauer messen und daraus die richtigen Schlüsse für die Praxis ziehen. (Bild: ISGATEC GmbH)

Das Handling und die Logistik von Dichtungen werden oft unterschätzt. Welchen Aussagen stimmen Sie zu?<sup>2</sup>



**Bild 12:** Anwendende sehen das Hauptproblem darin, dass die Lagerfähigkeit von Dichtungen vernachlässigt wird. Dieser Aspekt wird wahrscheinlich angesichts der angestrebten größeren Bevorratung von Dichtungen aufgrund von möglichen Lieferengpässen noch weiter an Bedeutung gewinnen. Im 3D-Druck sehen die wenigsten eine Perspektive in diesem Kontext. (Bild: ISGATEC GmbH)

<sup>1</sup> Die Einschätzungen sind nach **Anwendenden** und herstellenden bzw. liefernden **Unternehmen** getrennt ausgewertet.

<sup>2</sup> Mehrfachauswahl möglich



DICHT!digital: zurück zum Beitrag S. 8



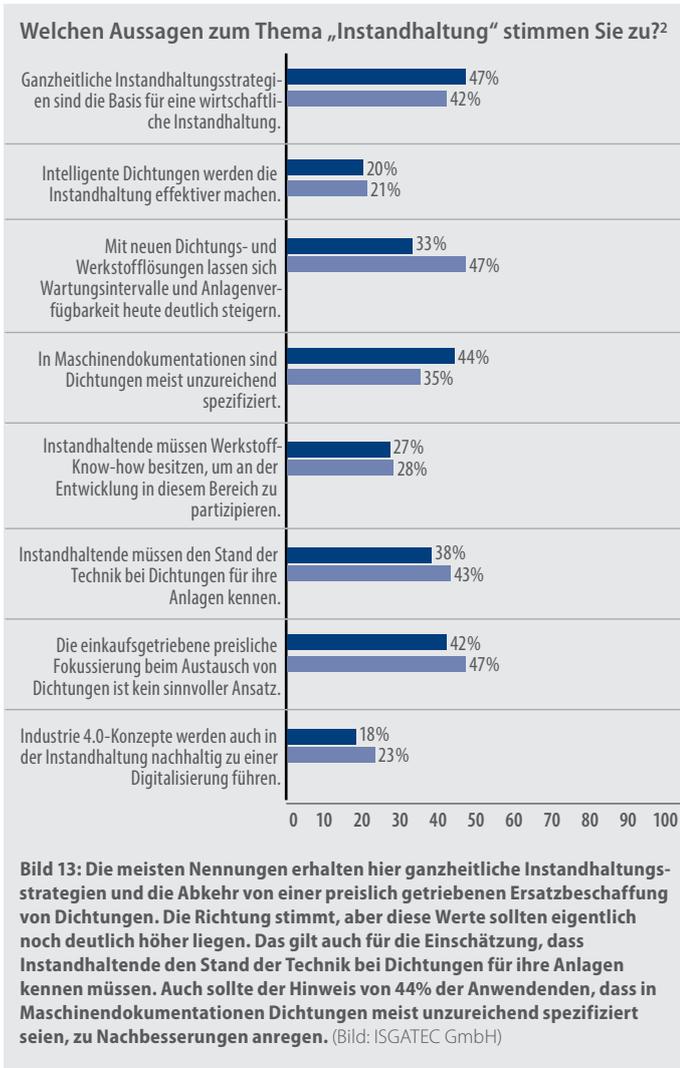
Wettbewerbsvorteile: integrierte Inhouse-Weiterbildung **macht's möglich**

**ISGATEC®**  
**AKADEMIE**  
www.isgateg.com > Akademie



# Die grundlegenden Baustellen der Dichtungstechnik sind Dauerbaustellen

## Aktuelle Einschätzungen zu alten und neuen Herausforderungen rund um Dichtungssysteme



<sup>1</sup> Die Einschätzungen sind nach **Anwendenden** und herstellenden bzw. liefernden **Unternehmen** getrennt ausgewertet.

<sup>2</sup> Mehrfachauswahl möglich

 DICT!digital: zurück zum Beitrag S. 8

**Weitere Informationen**  
ISGATEC GmbH  
[www.isgatec.com](http://www.isgatec.com)

 Ihre Fragestellungen sind in unserem Expert:innennetzwerk **gut aufgehoben**

**ISGATEC**<sup>®</sup>  
CONSULTING  
[www.isgatec.com](http://www.isgatec.com) > Consulting