

# adhäsion **KLEBEN+ DICHTEN**

Das Fachmagazin für industrielle Kleb- und Dichttechnik

## **Marktübersicht**

Hersteller und Verfahren  
zum Klebstoffauftrag

## **K-Messe**

Innovationen für das  
Kleben und Dichten

## **Anlagen- und Gerätetechnik**

Im automatisierten Labor neue  
Klebstoffe entwickeln

Kleben von Verbundwerkstoffen

## **Zuverlässige Verbindung auf Schnee**



# Mit dem automatisierten Labor zu neuen Klebstoffformulierungen

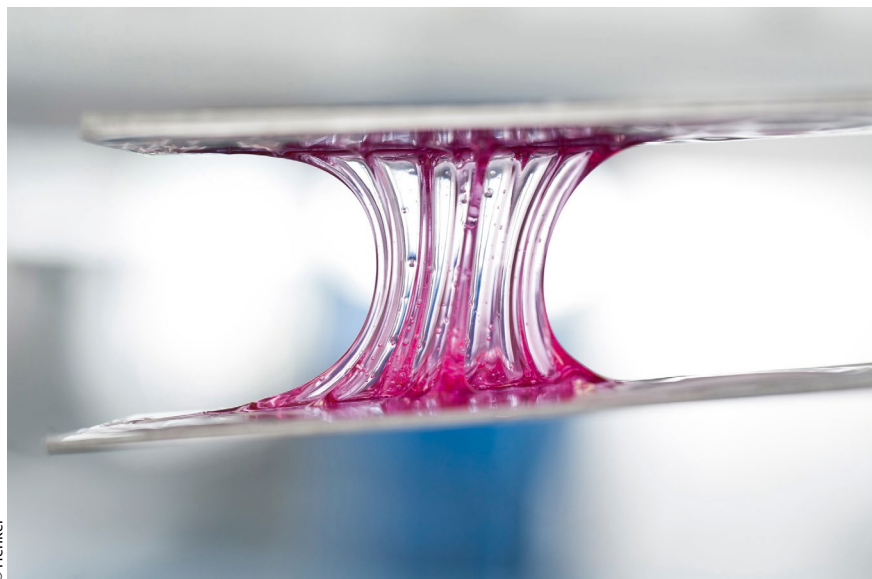
Die Automatisierung von Labortätigkeiten in der Klebstoffformulierung entlastet Chemiker und erzeugt solide Grundlagen für statistische Auswertungen. Für das Forschungszentrum von Henkel Adhesive Technologies wurde eine Anlage entwickelt und gebaut, mit der kleine Mengen Klebstoff präzise angemischt und verlustfrei auf Probenträger aufgebracht werden.

Das 2021 eröffnete Adhesive Inspiration Center von Henkel trägt mit seinen automatisierten Lösungen dazu bei, die Markteinführung neuer Klebstoffformulierungen zu beschleunigen, dabei gleichzeitig möglichst viele Varianten zu testen und die Ergebnisse wissenschaftlich zu verwerten. Zweck der neuen Anlage von Füll Lab Automation ist es dabei, vollautomatisch Klebstoffe herzustellen und auf bestimmte Trägermaterialien aufzutragen oder Materialproben für weitere Untersuchungen zu erzeugen. So werden immer neue und

auch kundenspezifische Klebstoffe für unterschiedliche Branchen entwickelt. Verschiedene Rohstoffe zu dosieren, miteinander zu mischen und die so hergestellten Formulierungen direkt auf Probenträger oder Substrate aufzubringen, gehört zu den Kernkompetenzen von Füll Lab Automation. Bei der Anlage für Henkel ging es darum, die besonderen Eigenschaften von Klebstoffen und Rohstoffen zur Klebstoffherstellung bei der Automatisierung zu berücksichtigen (Bild 1). Die Bandbreite der Rohstoffe und ihrer Kon-

sistenz reicht von pulverförmig, fest, pastös oder hochviskos bis flüssig. Hier war die Aufgabe, ein Handhabungsverfahren zu finden, das möglichst viele verschiedene Formulierungen aus diesen Rohstoffen erlaubt. Einer flüssigen Basis werden die verschiedenen Stoffe automatisch entsprechend der gewünschten Rezeptur zugefügt und vermischt. Die fertige Formulierung wird dann auf Träger zur weiteren Untersuchung appliziert.

Für dieses Verfahren hat Füll Lab Automation mit der BLS-Spritze eine geeignete Dosiertechnik im Programm (Bild 2). Sie besteht aus einem Zylinder und einem separaten Kolben, der auch automatisiert in den Zylinder eingefügt werden kann. Der wesentliche Vorteil ist, dass in demselben Behälter die Formulierung entsteht und daraus dann direkt appliziert wird. Dieses Prinzip funktioniert selbst bei höherviskosen Flüssigkeiten oder Pasten, die grundsätzlich nicht einfach anzusaugen sind. Das Vakuum in einer Standardspritze oder Direktverdrängerpipette reicht in der Regel nämlich nicht aus, um zum Beispiel Klebstoff blasenfrei zu bewegen. Das direkte Auftragen einer Formulierung aus der BLS-Spritze auf einen Träger und das Erzeugen einer dünnen Schicht mittels Rakeln ist ein bekanntes Verfahren aus der Farb- und Lackindustrie. Die Anlage für Henkel nutzt diese Anwendung, um Proben herzustellen, mit denen zum Beispiel das Aushärteverhalten oder die Klebkraft von Klebstoffen untersucht werden kann.



© Henkel

**Bild 1** > Mit immer neuen Formulierungen lassen sich Klebstoffe für verschiedene Anwendungsgebiete entwickeln.



**Bild 2** > Die BLS-Spritze eignet sich für hochviskose Klebstoffe wie für Farben und Lacke oder niedrigviskose Formulierungen.

Zusätzlich kommt mit der Herstellung von „Dogbones“ eine individuelle Verwendung hinzu, die Füll Lab für Henkel umgesetzt hat. Hierbei wird der Klebstoff, ähnlich wie bei einem 3D-Drucker, entlang definierter Bahnen in kleine Formen gefüllt, die an Kauknochen für Hunde erinnern. Die so entstandenen Körper eignen sich dazu, die Reißfestigkeit und die Elastizität der Klebstoffe zu testen. Zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit einer Verklebung gegen Scherkräfte lassen sich auch überlappende Verklebungen für Zugversuche herstellen.

### Anlage mit 21 aktiven Modulen

Eine sogenannte Integrated Lab Station (ILS) bildet die Basis für die Anlage bei Henkel (Bild 3). Diese modular aufgebaute vollautomatische Lösung eignet sich besonders für das Handling einer großen Anzahl von Proben. Alle Elemente für die Handhabung und die gewünschten Automatisierungsschritte legt Füll Lab kundenspezifisch aus. Hier erfolgt lediglich das erste Bestücken mit Rohstoffen, Formulierungsgefäßen und Substraten manuell, alle weiteren Schritte sind automatisiert. In diesem Fall besteht die gesamte Anlage aus 21 aktiven Modulen, jeweils drei davon zur Dosierung von Flüssigkeiten und Pulvern im Formulierungsteil. Anschließend erfolgt die Mischung der Klebstoffformulierung direkt im Zylinder der Spritze in einem von vier Speed Mixern, wobei drei zusätzlich mit Vakuum arbeiten (Bild 4). Hierbei wird der Behälter in einer geneigten Position zentrifugiert und dreht sich gleichzeitig um die eigene Achse. Durch die Kombination beider

Bewegungen und der dabei auftretenden Kräfte vermischen sich die Komponenten homogen und Luft oder Gas wird aus der Probe entfernt. Diese Entgasung wird durch das Vakuum zusätzlich unterstützt. Ein großer Vorteil dieses Verfahrens gerade beim Umgang mit Klebstoff ist, dass keine weiteren Rühr- oder Mischelemente benötigt werden, an denen die Rohstoffe oder die Formulierung anhaften. Die Formulierung wird im BLS-Spritzenzylinder hergestellt und gemischt und anschließend direkt daraus appliziert. Das verhindert, dass sich die Zusammensetzung der Formulierung durch die Prozessschritte ändert und macht ein Reinigen von Mischer oder Rührer überflüssig. Vier weitere Module stehen für das Entdecken und Verschließen der Probenbehälter zum Beispiel vor und nach dem Mischen oder am Ende des Workflows zur Verfü-

gung. Weitere Funktionsmodule übernehmen das Rakeln und die Erstellung der Dogbones sowie das Erhitzen der Proben. Wichtig für die Auswahl der Dosiertechnik ist sowohl die Bandbreite der Rohstoffe als auch deren einzelne Beschaffenheiten. Für hochviskose Materialien, die sonst schwierig zu dosieren sind, aber auch sehr niedrigviskose Flüssigkeiten, eignet sich die BLS-Spritze besonders gut. Für Pulver oder pulverähnliche Rohstoffe wird ein spezieller, verschließbarer Pulverbehälter eingesetzt. Auch faserige Feststoffe lassen sich damit so dosieren, dass die Fasern erhalten bleiben. Das Handling der Spritzen, das heißt der Rohstoffe und der Formulierungen, übernimmt klassischerweise ein Roboter (Bild 5).

### Ansatzgröße von 80 ml und weniger

Die BLS-Spritze ermöglicht es, die Ansatzgrößen für neue Formulierungen deutlich zu reduzieren. Während im manuellen Prozess im Labor Ansatzgrößen von mehreren 100ml üblich sind, arbeitet die BLS-Spritze mit einer Ansatzgröße von 80 ml oder auch deutlich weniger. Dies ist möglich, weil sowohl Spritze als auch Pulverbehälter kleine Rohstoffmengen präzise dosieren können. In der Folge lassen sich auch die Abfallmengen in erheblichem Maß – verglichen mit üblichen Ansatzmengen von mehreren Kilogramm im Labor – reduzieren. Die verringerte Formulierungsmenge und die Verwendung der BLS-Spritze tragen in verschiedener Hinsicht wesentlich zur Einsparung von Rohstoffen bei: Es werden geringe Mengen von Rohstoffen für den Ansatz benö-



**Bild 3** > Die zehn Meter lange und vier Meter breite Anlage umfasst 21 aktive Module.



© Füll Lab Automation

**Bild 4** > Vakuummischer ermöglichen das präzise Anmischen und vollständige Entlüften hochviskoser Formulierungen auch in kleinen Mengen.



© Füll Lab Automation

**Bild 5** > Der Handlingroboter transportiert eine Rohstoffspritze.

tigt, es gibt keine Verluste durch Umfüllen der fertigen Formulierung, da weitere Behälter, Pipettenspitzen oder andere Einwegteile nicht erforderlich sind, und die benötigte Menge der Lösungsmittel für die Reinigung ist ebenfalls gering. In Summe sinkt damit die Abfallmenge deutlich. Werden für bestimmte Untersuchungen größere Klebstoffmengen benötigt, also mehr als 80ml, arbeitet die Anlage auch mit den entsprechend größeren Formulierungsbehältern, ohne dass Umbauten erforderlich sind. Das modulare Konzept der Anlage erlaubt das problemlose An-

binden weiterer Funktionen oder zusätzlicher Anlagen.

### Keine Forschung ohne Statistik

Die Forschung entwickelt sich schon lange weg von intuitiven Ansätzen, die auf dem Erfahrungsschatz Einzelner beruhen, und hin zu statistischen Methoden. Mit diesen lässt sich ermitteln, wie sich die Veränderung einzelner Parameter auf das Ergebnis auswirkt. Das bei Füll Lab entwickelte Softwarepaket Workflow-Manager steuert die Abläufe innerhalb der ILS-Anlage und

damit auch die Rezeptur und den Mischprozess. Die Übertragung der Ergebnisse findet dann über eine entsprechend konfigurierte Softwareschnittstelle zum Kundensystem statt.

Ein entscheidender Faktor jeder wissenschaftlichen Arbeit ist die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Dazu gehört, dass alle Daten so aufgezeichnet werden, dass sie jederzeit herangezogen und mit anderen Werten verglichen werden können. Das Ziel ist es, mit Hilfe von Design of Experiment (DoE)-Formeln Eigenschaften zu ermitteln. DoE-Software errechnet, wie viele Versuche nötig sind, um die Koeffizienten beziehungsweise Faktoren der Formel errechnen zu können. Auch gibt die Software die Änderungen vor, die für die mathematische Auswertung der Versuchsergebnisse wichtig sind. Je mehr Einflussfaktoren dabei vorliegen, desto komplexer wird die Formel und desto mehr Versuche sind nötig, um die Faktoren zu ermitteln. In einem automatisierten Prozess müssen dafür alle Versuche sowie die Messergebnisse exakt dokumentiert werden. Auf dieser Grundlage lässt sich bestimmen, welcher der vielen Faktoren in einer Formel der ausschlaggebende ist, um das vorgegebene Ziel am besten zu erreichen.

### Fazit

Mithilfe der automatisierten Lösung ist es vergleichsweise einfach, alle Eckdaten eines Versuchs zu protokollieren, beispielsweise die Menge an zugegebenen Komponenten, die Dauer des Mischens oder Temperatur und alle mit Messgeräten ermittelten Daten. Zudem gestattet die Wiederholbarkeit und die Verknüpfung von bereits bestehenden Daten mit neu gewonnenen das Verifizieren von Ergebnissen oder die Präzisierung von Vorhersagemodellen. //

### Kontakt

#### Füll Lab Automation GmbH

Ostfildern

Sandra Kugler, Marketing/Sales

sandra.kugler@fuell-labautomation.com

www.fuell-labautomation.com