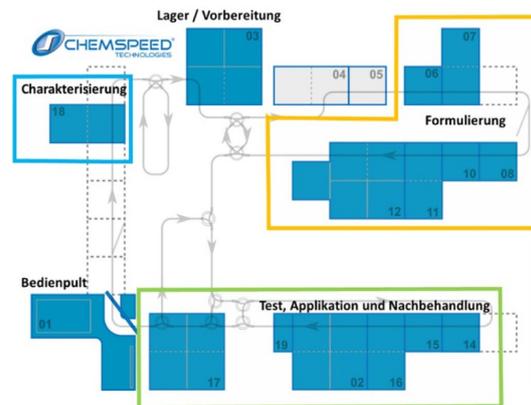




## Die Hochdurchsatzanlage am HIT

Die Kombination von Automation und Digitalisierung beschleunigt die universitäre und industrielle Forschung und Entwicklung nachhaltiger Lacksysteme. Mit Unterstützung aus dem Interreg VA Projekt D-NL-HIT ist eine FlexShuttle Anlage der Firma Chemspeed am HIT Institut aufgebaut worden und steht Partnern aus Wissenschaft und Industrie für ihre Arbeiten zur Verfügung. Mit der Anlage können abhängig vom Workflow bis zu 150 Proben pro Tag hergestellt, appliziert und charakterisiert werden. Sie besteht aus den drei Funktionsbereichen Formulierung, Applikation und Charakterisierung, die über ein Schienensystem mit einem zentralen Lager verbunden sind.



1 Schema der Flexshuttle-Anlage am HIT Institut



2 Shuttle mit Becher und Substrat auf dem Weg vom Lager zur Formulierungsloop

Der Nutzer legt den Versuchsplan fest und kann dabei optional durch einen Machine Learning Algorithmus unterstützt werden. Dabei werden für die jeweiligen Proben Parametergrenzen und Zielkriterien vorgegeben, die dann von der Hochdurchsatzanlage in einem vollautomatisierten Prozess abgearbeitet

werden. Die dabei erstellten Proben, bestehend aus Formulierung und appliziertem Substrat, werden am Ende im Lager abgelegt und können von dort für weitere Tests entnommen werden. Alle im Prozess anfallenden Daten einer Probe stehen dem Nutzer zur weiteren Bewertung zur Verfügung und sichern somit eine lückenlose Dokumentation der Versuche.

Die Hochdurchsatzanlage setzt sich aus insgesamt 18 Modulen zusammen. Jedes Modul besitzt eine dedizierte Funktionalität. Verbunden werden die Module durch Schienenfahrzeuge, den sog. Shuttles. Die spezielle Anordnung der Module in Verbindung mit Kreuzungspunkten (Weichen) im Schienensystem garantiert einen optimalen Durchsatz bei gleichzeitig maximaler Flexibilität. Dazu gehört auch das Proben nur in einzelnen Funktionsbereichen bearbeitet oder über das Lager im Labor gefertigte Zwischenprodukte oder Formulierungen in den Prozess eingeschleust werden können.

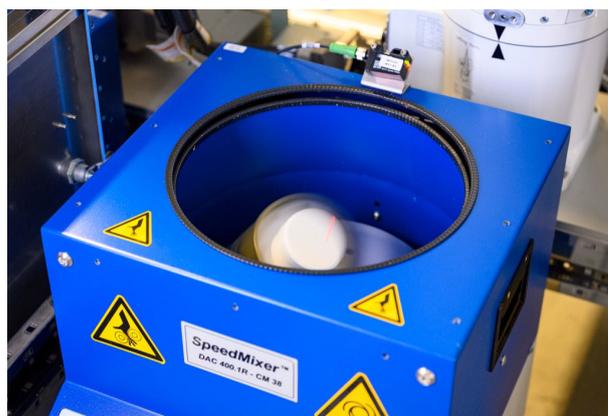
## Formulierungsloop

Im Formulierungsloop können Flüssigkeiten und Feststoffe in definierten Mengen in die Probenbecher dosiert und mittels SpeedMixer homogen vermischt werden. Optional können durch Zugabe von Glasperlen höhere Scherkräfte erzielt werden um das Mahlgut zu mahlen wobei die Glasperlen anschließend automatisch abfiltriert werden. Je nach Anforderung an den Mischprozess kann der Formulierungsloop mehrfach durchlaufen werden. Die in den einzelnen Modulen tatsächlich dosierten Stoffmengen werden in einer Datenbank hinterlegt

und bei der Auswertung oder Anpassung der Rezeptur genutzt. Nach dem Formulierungsloop können die Proben dann in den nachfolgenden Stationen weiterbearbeitet werden. Ebenfalls ist vor der Weiterverarbeitung auch eine Zwischenlagerung im Lager möglich, je nach Notwendigkeit für einen optimalen Prozess.



3 Zugabe von Pulvern



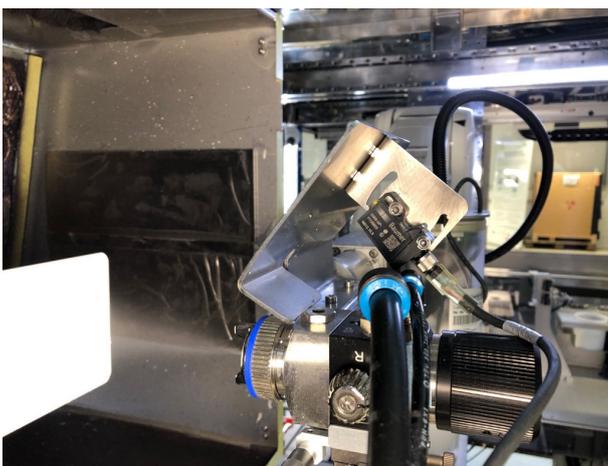
4 Vermischen der Formulierungen



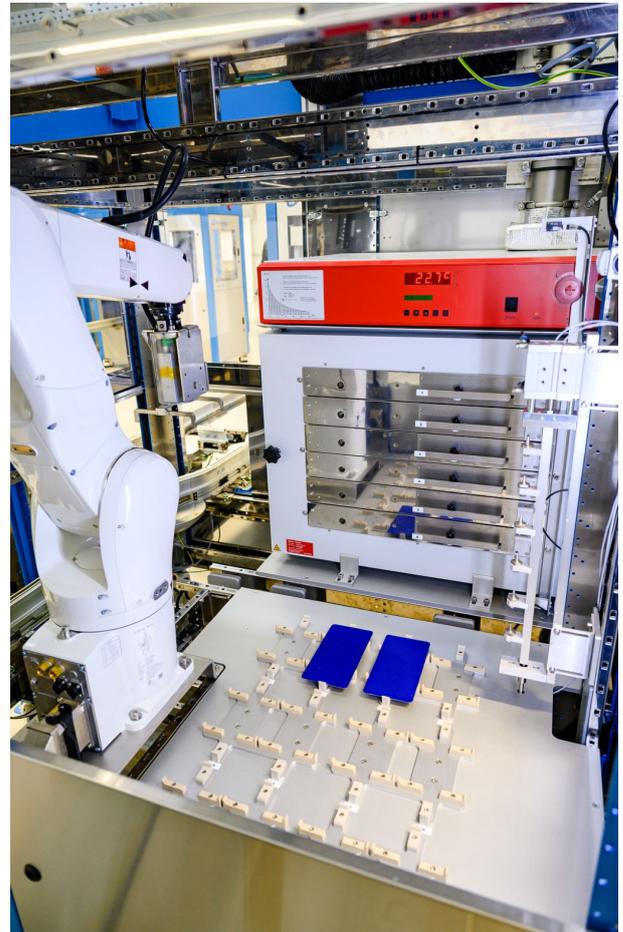
5 Roboter, der nach dem Mixen die Probe zur Weiterfahrt auf dem Shuttle ablegt

## Applikations- und Nachbehandlungsloop

Auf dem Weg vom Formulierungs- zum Applikationsloop stehen optional Module zur Messung und Anpassung des pH-Werts sowie der Messung der Viskosität zur Verfügung. Es folgen dann ein Rakelmodul (Drawdown) und eine Spraykabine, bei denen automatisch eine zuvor festgelegte Menge der Rezeptur aus dem Becher entnommen und auf das Substrat aufgetragen wird. Nach der Beschichtung können die Proben kontrolliert ablüften und optional in einem Ofen getrocknet werden.



6 Einstellung des Strahls für die Spraybeschichtung



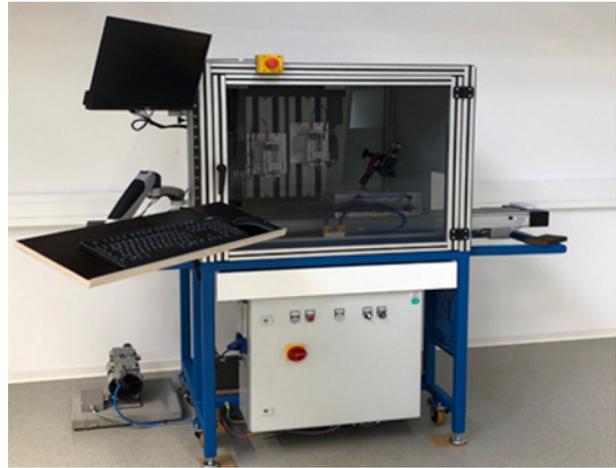
7 Ablüften beschichteter Proben vor dem Einlagern im Ofen

## Charakterisierungsloop

Der Charakterisierungsloop bietet die Möglichkeit, vor dem Einlagern die beschichteten Substrate zerstörungsfrei zu charakterisieren. Als Messmethoden bietet dieses Modul aktuell die Schichtdickenmessung, die Messung der Farbmessung mittels Spektralphotometer sowie Glanz und Glanzschleier mittels eines Haze/Gloss-Messgeräts an. Nach dem Einlagern der Proben können diese entnommen und weiteren teilautomatisierten Charakterisierungsmodulen (Machine-Vision-System, Laserscan-Mikroskop, Mechanische Testplattform) zugeführt werden. Die dabei gemessenen Eigenschaften werden über einen QR-Code eindeutig den jeweiligen Daten der Probe in der angeschlossenen Datenbank zugeordnet.



Roboter im Charakterisierungsmodul



Mechanische Testplattform



**Fr. Carmen Stoffelen-Janßen** – Chemie-Expertin  
[carmen.stoffelen-janssen@hs-niederrhein.de](mailto:carmen.stoffelen-janssen@hs-niederrhein.de)

**Hr. Lasse Wagner** – Anlagen- und Automationsexperte  
[Lasse.wagner@hs-niederrhein.de](mailto:Lasse.wagner@hs-niederrhein.de)



**Hochschule Niederrhein**  
University of Applied Sciences

**Hochschule Niederrhein**  
University of Applied Sciences  
Reinarzstraße 49  
47805 Krefeld

Telefon: +49 (0)2151 822-0  
Fax: +49 (0)2151 822-3998  
[www.hs-niederrhein.de](http://www.hs-niederrhein.de)

Hochschule Niederrhein  
University of Applied Sciences



**HIT**  
Institut für Oberflächentechnik  
Institute of Surface Technology

**Innovative Hochschule**



EINE GEMEINSAME INITIATIVE VON  
Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Gemeinsame  
Wissenschaftskonferenz  
GWK