

JOT

Journal für
Oberflächentechnik

SPECIAL Galvanotechnik

Alternative Elektrolyte

Cyanidfreie Goldbeschichtung –
Eine Vision mit Erfolgsaussicht?

Simulationsmodelle

Digitale Werkzeuge für
transparente Nachhaltigkeit

Kunststoffmetallisierung

Plasmaunterstützte Verfahren für
haftfeste Nickelabscheidung



Touchsensitive Bauteile

Sensortechnik unter Chromoberflächen

Digitale Werkzeuge – nachhaltig & modular

Die Digitalisierung ist ein wichtiges Werkzeug, um Prozesse transparenter und effizienter zu gestalten sowie die Nachvollziehbarkeit der Energie- und Stoffströme als auch der Produkte zu steigern. Darüber hinaus ist eine Flexibilisierung und Beschleunigung der Prozesse möglich. Echtzeitfähige digitale Zwillinge repräsentieren relevante Prozess- und Produkteigenschaften durch Simulationsmodelle, wodurch schnell und vorhersagbar auf neue Anforderungen reagiert werden kann.

Die Galvanotechnik ist eines der effektivsten und kostengünstigsten Verfahren der Oberflächentechnik und besitzt in diesem Bereich den weltweit größten Marktanteil [1]. Neben der zunehmenden Komplexität der Produkte und steigendem Kostendruck [2] muss sich die Branche aber auch den stetig wachsenden Anforderungen an die Nachhaltigkeit der Prozesse widmen. Dies beinhaltet neben der Einhaltung der REACH-Konformität der eingesetzten Chemikalien [3], Rohstoffe effizienter einzu-

setzen und die Kreisläufe der Stoffströme zu schließen.

Ein wichtiges Werkzeug, die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, kann hierbei die Digitalisierung sein. Sie kann dazu dienen, die Prozesse transparenter und effizienter zu machen und steigert so die Nachvollziehbarkeit der Energie- und Stoffströme als auch der Produkte. Weitergehend ermöglicht eine Modularisierung eine Flexibilisierung und Beschleunigung der Prozesse. Mittels Einsatzes echtzeitfähiger

digitaler Zwillinge, in welchem relevante Prozess- und Produkteigenschaften durch Simulationsmodelle repräsentiert sind, kann so z.B. auf Produktionsschwankungen oder neue Produktanforderungen schnell und vorhersagbar reagiert werden. Bisher basieren Simulationscodes vorwiegend auf physikalisch-chemischen Modellen, in denen entweder die Prozess- und Produkteigenschaften nur unvollständig wiedergegeben werden oder die einen erheblichen Rechenaufwand erfordern. Da-



Bild 1 > Modulare, prozessgesteuerte Galvanikanlage im 20 l-Maßstab mit integrierter Badanalyse und automatisierter Nachdosierung (links). Roboter-unterstützter Beschichtungsprozess (rechts).



Bild 2 > Dashboard der Forschungsgalvanik zur Visualisierung aller Prozessparameter.



Bild 3 > Augmented Reality-Ansicht einer beispielhaften Applikation für die Entscheidungsunterstützung bei der geeigneten Gestellwahl.

tengetriebene Modelle, die auf Kennfeldern oder Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) – insbesondere dem Deep Learning – basieren, umgehen diese Problematik. Außerhalb der Galvanotechnik werden KI-basierte Methoden bereits erfolgreich für Websuchen, Empfehlungssystemen, Bilderkennung, Spracherkennung und Textgenerierung eingesetzt. Um KI auch in der Galvanotechnik einsetzen zu

können, müssen produkt- und prozessübergreifende Datenbanken aufgebaut werden, indem Prozessdaten in-situ erfasst und die Ergebnisse vor- und nachgelagerter Proben- und Produktanalytik entsprechend eingebunden werden. Die Daten bilden die Grundlage für die auf die spezifischen Produkte und Prozesse trainierten digitalen Zwillinge, bestehend aus einer Kombination vereinfachter phy-

sikbasierter Modelle mit KI-Methoden. Mit den digitalen Zwillingen lassen sich die Produktionsprozesse modellbasiert regeln und optimieren sowie erforderliche Wartungen vorhersagen. Qualität, Durchsatz und Reproduzierbarkeit der Beschichtungsprozesse können so bei gleichzeitiger Ressourceneffizienz verbessert und die Grundlage für eine Kreislaufwirtschaft geschaffen werden.

Innovative Lösungen für Prozesse und Qualitätsmanagement

Mit dem Ziel, maßgeschneiderte Einzellösungen für komplexe Fragestellungen bereitstellen zu können, setzt das Fraunhofer IST bereits langjährig auf ein modulares Anlagenkonzept. Dieses wird stetig erweitert, unter anderem mit inline-Analytik der Prozessbäder, welche mit einer automatisierten Datenerfassung und -verarbeitung verknüpft ist (Bild 1). Hierzu werden Soft-

BRANCHEN-VERBUNDEN

Jetzt registrieren:

www.springerprofessional.de/mynewsletters



Der neue Newsletter „Kleb- und Dichttechnik“ von **adhäsion**

Alle Top-News und Branchen-Highlights aus der Welt der Kleb- und Dichttechnik, regelmäßig in Ihrem Postfach: Bestellen Sie jetzt unseren kostenlosen Newsletter.

adhäsion KLEBEN+ DICHTEN



Bild 4 > Arbeitsfelder in den unterschiedlichen Ebenen zur Gestaltung eines Gesamtproduktionssystem zur flexiblen Beschichtung.

warelösungen entwickelt, welche über den OPC-UA-Standard Prozessdaten abgreifen, aufbereiten und in zentralen Datenbanken abspeichern. Durch die zentrale Datenhaltung ist es unter anderem möglich, während der Beschichtung die abgeschiedene Schichtdicke in Echtzeit zu berechnen und dem Operator zur Verfügung zu stellen. Zur Überprüfung der Validität der Prozesse kommen verschiedenste moderne Verfahren und ein fundiertes Wissen im Bereich der Material- und Prüftechnik zur Anwendung.

Die kontinuierliche Prozessdatenerfassung liefert eine transparente Prozess- und Schichtentwicklung mit verschiedenen Auswerte- und Visualisierungsmöglichkeiten – siehe *Bilder 2* und *3*.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der TU Braunschweig werden zudem AR-Modelle entwickelt, mit denen die Ergebnisse intelligenter Datenauswertung Mitarbeitern so zur Verfügung gestellt werden sollen, dass sie die Wertschöpfungsprozesse möglichst zielgerichtet unterstützen [4] (*Bild 3*).

Zusätzlich ermöglichen digitale Schnittstellen eine herstellerübergreifende Zusammenarbeit von Mess- und Produktionssystemen und dadurch eine automatisierte Elektrolytsteuerung. Die Prozesse können somit langzeitstabil und ressourcenschonend gefahren werden. Eine geschlossene Rückverfolgung der Energie- und Stoffströme schafft zudem die Möglichkeit für eine ökologische und ökonomische Bewertung

der Prozesse, welche zukünftig bereits während der Prozessentwicklung als Entscheidungsunterstützung eingesetzt werden soll.

Die Lösungen werden in ein Gesamtproduktionssystem zur flexiblen Beschichtung eingebunden, bei dem alle notwendigen Schritte von Wareneingang, über Vorbehandlung wie Reinigung und zugehörige Bauteilkontrolle, Probentransport, Beschichtung bis hin zum Warenausgang physisch und digital verknüpft werden (*Bild 4*). Anhand des digitalen Zwillings lassen sich somit für die jeweilige Prozessroute notwendige Arbeitsschritte auch für unterschiedliche Beschichtungsverfahren verknüpfen.

Am Fraunhofer IST wird ein umfassender Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und datenbasierten Methoden zur Prozesssteuerung und -nachregelung sowie zur inline-Qualitätssicherung geplant. Die KI und der Anlagenbediener werden in enger Zusammenarbeit fundierte, datenbasierte Entscheidungen mit der notwendigen Innovationskraft des Menschen verbinden. Damit werden zum einen Einfahrzeiten deutlich verkürzt, zum anderen lassen sich neue Schichtsysteme auf Basis von Erfahrung und Ergebnissen der begleitenden Entwicklungsarbeit schneller umsetzen. Voraussetzung hierfür ist die Selbstbeschreibung der Produkte, Prozesse und des Produktionssystems, die über notwendige Sensorintegration zur Zustandsüberwachung sowie der Anlagensteuerung zur Vernetzung der Zellen

dargestellt wird. Ergebnis ist eine qualifizierte Beschreibung von Prozessparameter-Struktur-Eigenschaftsbeziehungen der Dünnschichtsysteme. //

Literaturhinweise:

- [1] ZVO Jahresbericht 2020
- [2] https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/erschliessen-der-potenziale-der-anwendung-von-industrie-4-0-im-mittelstand.pdf%3F__blob%3DpublicationFile%26v%3D5
- [3] Reach betrifft aktuell vor allem kleine und mittlere Unternehmen der Galvanotechnik (fluid.de)
- [4] Chancen durch den Einsatz von Mixed Reality in der Oberflächentechnik | WOTech Technical Media | WOMag | WOClean (wotech-technical-media.de)

Autoren

Rowena Duckstein
Holger Gerdes
Dr.-Ing. Torben Seemann
Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST, Braunschweig
info@ist.fraunhofer.de
www.ist.fraunhofer.de

Fundiertes Fachwissen für Ihr Team!

Die digitale Unternehmenslizenz

Profitieren Sie und Ihre Mitarbeiter von dem geballten Fachwissen von JOT. Mit einer digitalen Unternehmenslizenz erhalten Sie vollen Zugriff auf die interaktiven E-Magazine und das umfangreiche Online-Archiv. Wählen Sie Ihr individuelles Zugangsmodell für Ihre Team- bzw. Unternehmensgröße – von IP-Freischaltung bis individuellem Login.

- ✓ **Umfassend:** aktuelle Ausgaben plus Fachartikelarchiv seit 2000
- ✓ **Kostensparend:** exklusive Rabatte für Ihr Team
- ✓ **Individuell:** das passende Zugangsmodell für Ihre Bedürfnisse
- ✓ **Flexibel:** jederzeit und überall lesen
- ✓ **Interaktiv:** zusätzliches Spezialwissen durch verlinkte Inhalte
- ✓ **Rechtssicher:** erfüllt das Urheber- und Lizenzrecht



Wir beraten Sie gern:

Ramona Wendler
 Tel. 0611 7878-126 | magazinlizenzen@springernature.com



JOT