

Für eine wirtschaftliche und ökologische Prozessführung in der Oberflächentechnik fehlt eine praktikable Messtechnik zum Überwachen der Konzentration von Chemikalien in Prozessflüssigkeiten. Die derzeit praktizierten Überwachungstechniken wie z.B. die Titration, die Chromatographie oder die Spektroskopie sind fehleranfällige Labormethoden bzw. erfordern teure Spezialgeräte. Aus Sicht des Anwenders im Fertigungsbereich sind die Messmethoden am besten geeignet, für welche robuste und einfach zu bedienende Geräte zur Verfügung stehen, die ohne Probenvorbereitung und Verbrauchsstoffe auskommen und für den Einsatz am und im Prozess durch hinreichende Genauigkeit und Funktionssicherheit geeignet sind. Die SITA Messtechnik GmbH nutzt für ihre Applikationsprojekte im Bereich der industriellen Teilereinigung die Blasendrucktensiometrie und die Leitfähigkeitsmesstechnik zum Überwachen der Reinigerkonzentration, sowie die Fluoreszenzmesstechnik für die Schmutzkontrolle im Reinigungsbad und die Sauberheitskontrolle der Oberflächen von Teilen. (www.sita-messtechnik.de)

Einfache Messung der Konzentration von Badinhaltsstoffen Hydrogelsensoren zur Prozessüberwachung

Aktuelle Forschungsarbeiten der SITA Messtechnik GmbH in Kooperation mit der Technischen Universität Dresden zu Hydrogelsensoren haben das Ziel, die direkte Konzentrationsmessung und eine einfache Online-Überwachung von Prozesschemikalien in Vorbehandlungs- und Beschichtungsbädern zu ermöglichen.

Hydrogele sind auf die zu erfassende Stoffkonzentration speziell sensibilisierte Polymernetzwerke, denen Wasser als Quellmittel dient. Die einzelnen Komponenten des Hydrogels haben das Bestreben in Wasser in Lösung zu gehen. Durch die Vernetzung der Komponenten des Hydrogels kommt es zur Wasseraufnahme in Form eines Quellprozesses. Die Menge an Wasser, die in das Hydrogel eingelagert wird, ist abhängig von den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Lösung. Allgemein können Hydrogele auf geringe Änderung der Konzentration verschiedener Salze, Säuren, Basen oder des Gehalts an organischen Lösungsmitteln empfindlich reagieren. Abb. 1 zeigt das Quellverhalten eines Hydrogels in Abhängigkeit der Stoffkonzentration z.B. eines Salzes in der wässrigen Lösung. Neben dem Volumen ändern sich auch die Masse, die Dichte und die Viskosität des Hydrogels in Abhängigkeit des Quellgrades. Diese Änderungen der mechanischen Eigenschaften des Hydrogels lassen sich mit Hilfe eines Messwertwandlers in ein elektrisches Signal abbilden.

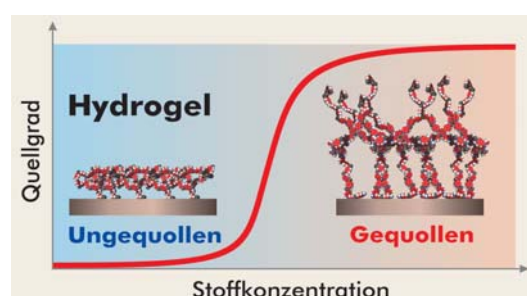


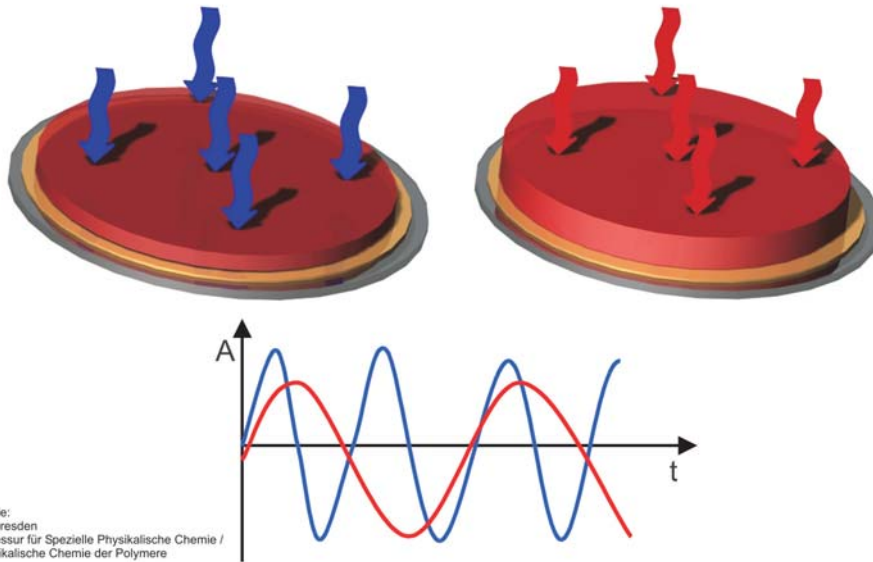
Abb. 1: Quellverhalten eines Hydrogels
(Quelle: SITA Messtechnik GmbH)

Mit dem neuen Sensorprinzip können die Konzentrationen verschiedener Salze, Säuren, Basen oder organischer Stoffe (zum Beispiel Alkohole, Aceton, Hexan und Glucose) in wässrigen Lösungen überwacht werden. Es ist aber auch möglich, den Wassergehalt in organischen Lösungen zu ermitteln. Die Einsatzmöglichkeiten der neuartigen Hydrogelsensoren für die Konzentrationsmessung einzelner Stoffe in Flüssigkeiten sind sehr vielfältig, da die Hydrogele auf den relevanten Stoff sensibilisiert werden können.

Im Rahmen eines von der Europäischen Union und vom Freistaat Sachsen geförderten Verbundprojektes zwischen Chemikern der Professur Spezielle Physikalische Chemie / Physikalische Chemie der Polymere und Feinwerktechnikern des Instituts für Feinwerktechnik und Elektronik-Design der Technischen Universität Dresden sowie Entwicklern der SITA Messtechnik GmbH Dresden werden die physikalisch-technischen Grundlagen für das Umsetzen dieses Wandlerprinzips in gerätetechnische Lösungen erarbeitet. Schwerpunkt der Forschungsarbeiten ist das Konzipieren von Prinziplösungen und deren Erprobung an ausgewählten Messaufgaben. Die Arbeiten sind ausgerichtet auf das Gewinnen von Erkenntnissen:

- zur applikationsorientierten Entwicklung und Fertigung von Hydrogelen,
- zu prozessangepassten Verfahren für das Messen, Überwachen und Steuern von Stoffkonzentrationen mit Hydrogelsensoren in Prozessbädern,
- zu zuverlässigen, kostengünstigen konstruktiven Lösungen für die Hydrogelsensoren und einfach handhabbare Prozessmessgeräte.

Entwickelt und im Labor erprobt wurde das im folgenden beschriebene Messprinzip (Abb. 2). Der Messwertwandler basiert auf dem Prinzip der



Quelle:
TU Dresden
Professur für Spezielle Physikalische Chemie /
Physikalische Chemie der Polymere



Abb. 2: Messprinzip des Hydrogelsensors (Quelle: TUD)

Quarz-Mikro-Waage und ist ein piezo-elektrischer Schwingquarz als frequenzbestimmendes Element in einer speziellen Oszillatorschaltung. Die Einkristall-Quarzscheibe ist dabei ein Dickenschwinger mit auf beiden Seiten aufgedampften Elektroden. Daran wird ein elektrisches Wechselfeld mit der Resonanzfrequenz des Schwingquarzes angelegt. Ändern sich die mechanischen Eigenschaften des einseitig aufgetragenen Hydrogels, so verschiebt sich die Resonanzfrequenz des Systems.

Dieses Messprinzip ermöglicht das Abbilden der Konzentration eines Stoffes in einer Flüssigkeit über die Frequenzverschiebung. Die Vorteile des verwendeten Messwertwandlers gegenüber anderen Wandlerprinzipien sind begründet in einer großen Empfindlichkeit und Auflösung sowie einer geringen Ansprechdauer von wenigen Sekunden.

Ein Einsatzfeld für dieses neue Messprinzip ist das Überwachen der Builderkonzentration in der industriellen wässrigen Reinigung von Metallteilen. Builder sind anorganische Verbindungen, sie bestehen hauptsächlich aus Alkalien und anorganischen Salzen. Übliche Verfahren für das Überwachen der Builderkonzentration sind die Säure-Base-Titration, die Leitfähigkeitsmessung und die photometrische Farbkomplex-Messung. Typische Fehlerquellen dieser Methoden sind die Probenentnahme und -vorbereitung und die Volumenmessung bei manueller Durchführung. Außerdem führt der Eintrag von Verschmutzungen zu deutlichen Messabweichungen. Weitere Nachteile sind der Verbrauch von Chemikalien und der Aufwand für Kalibrierungen.

Der Hydrogelsensor wurde für diese Messaufgabe applikationsspezifisch angepasst und im Labor erprobt. Getestet wurde der Hydrogelsensor mit Builder in einem Konzentrationsbereich von 0 Vol.% bis 8 Vol.%. Die Testergebnisse zeigten, dass der

Hydrogelsensor in einem Konzentrationsbereich von 0,5 Vol.% bis 8 Vol.% mit einer Auflösung von 0,2 Vol.% zuverlässig arbeitet. Der in Abb. 3 gezeigte Demonstrator veranschaulicht die einfache Handhabung. Das kompakte, mobile Messgerät besteht aus dem Grundgerät und einem Sensorkopf mit dem mit Hydrogel beschichteten Wandler. Zur Messung wird der Sensorkopf in die zu analysierende Flüssigkeit eingetaucht. Das Ergebnis steht nach dem Drücken des Startknopfes sofort zur Verfügung. Die Kalibrierung des Hydrogelsensors erfolgt mit Hilfe von Referenzkonzentrationen automatisch.

Schwerpunkte der folgenden Forschungsarbeiten sind das Optimieren der konstruktiv-technologischen Lösung hinsichtlich Genauigkeit und Zuverlässigkeit sowie der Erprobung der Funktionsmuster in verschiedenen Applikationen.

Diese interdisziplinären Projektarbeiten bieten für interessierte Studenten zahlreiche Möglichkeiten, sich am Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design an der Forschung zu Hydrogelsensoren zu beteiligen.

Die SITA Messtechnik GmbH entwickelt auf Basis der Forschungsergebnisse ein neues Messgeräteprogramm und erschließt systematisch die möglichen Applikationsfelder für neue nutzbringende Anwendungen. Hierzu werden Wünsche und Anregungen von Produktinteressenten gern einbezogen. ■



Kontakt:
SITA Messtechnik GmbH
Gostritzer Str. 63
01217 Dresden
Dipl.-Ing. Daniel Schümann
Tel.: +49-351-8718063
Fax: +49-351-8718464
E-Mail:
daniel.schuemann@sita-messtechnik.de
www.sita-messtechnik.de

Technische Universität Dresden
Institut für Feinwerktechnik
und Elektronik-Design
01062 Dresden
Markus Windisch
Tel.: +49-351-46335208
Fax: +49-351-46337183
E-Mail: markus.windisch@ifte.de
www.ifte.de



Abb. 3: Demonstrator im Labortest (Foto: SITA Messtechnik GmbH)