

SICK AG WHITEPAPER

SENSORLÖSUNGEN FÜR DIE BRENNSTOFFZELLENFERTIGUNG

AUTOREN

Paul Langenbacher

Trainee Technical Industry Management
SICK AG, Waldkirch, Deutschland

Thomas Hall

Strategic Industry Manager – Electronics & Solar
SICK AG, Waldkirch, Deutschland

Philipp Mutz

Strategic Industry Manager – Electronics & Solar
SICK AG, Waldkirch, Deutschland

INHALTSVERZEICHNIS

1. Die Brennstoffzelle als Energiesystem der Zukunft.....	3
2. Fertigung eines Polymerelektrolyt-Membran-Brennstoffzellensystems.....	4
2.1. Fertigung der katalysatorbeschichteten Elektrolytmembran.....	5
2.2. Fertigung der Gasdiffusionsschichten	6
2.3. Fertigung der Bipolarplatten	7
2.4. Montage des Brennstoffzellenstacks.....	8
2.5. Montage des Brennstoffzellensystems	9
3. Sensorapplikationen für die Fertigung eines Brennstoffzellensystems ...	10
3.1. Überwachen und Kontrollieren	10
3.2. Identifizieren	11
3.3. Rolle-zu-Rolle-Prozesse	12
3.4. Detektieren und Messen.....	13
3.5. Absichern	14

ZUSAMMENFASSUNG

Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien erfahren weltweit in der Öffentlichkeit, bei Unternehmen und in der Politik ein stetig wachsendes Interesse. Gerade vor dem Hintergrund des Klimawandels kann der Einsatz von Brennstoffzellen beim Umstieg auf erneuerbare Energien eine entscheidende Rolle einnehmen. Ein wichtiger Treiber ist die Anwendung von Brennstoffzellen in Fahrzeugen wie Bussen und Lkws. Hier stehen einer flächendeckenden Umsetzung jedoch der teure Wasserstoff und die hohen Produktionskosten der Brennstoffzellensysteme entgegen. Die Wettbewerbsfähigkeit der Brennstoffzellentechnologien hängt entscheidend davon ab, inwiefern es Unternehmen gelingt, die Produktion der Zellen zu automatisieren und deren Stückzahlen deutlich zu steigern. Nur so lassen sich die Kosten erheblich senken.

Das folgende Whitepaper beschreibt den aktuellen Stand der automatisierten Fertigung von Brennstoffzellensystemen. Dieser gliedert sich in die Produktion der Zellkomponenten, das Verbinden der Zellen zu einem „Stack“ und die Integration des Stacks in das finale Brennstoffzellensystem.

Dieses Whitepaper zeigt zudem konkrete SICK-Sensorapplikationen entlang der Produktionsprozesse auf. Ob bei den für hohe Stückzahlen essenziellen Rolle-zu-Rolle-Prozessen, bei der robotergeführten Kommissionierung einzelner Zellen für ein Stack oder bei der Identifikation der Komponenten und Brennstoffzellen entlang des gesamten Fertigungsprozesses – überall ermöglichen Sensorlösungen die Automatisierung der Brennstoffzellenproduktion.

1. Die Brennstoffzelle als Energiesystem der Zukunft

Wasserstoff ist der am häufigsten vorkommende Stoff im Universum und spielt eine wichtige Rolle in der zukünftigen Energiewirtschaft, da er der Speicherung von Strom aus erneuerbaren Energien dienen kann. Brennstoffzellen nutzen diese gespeicherte chemische Energie des Wasserstoffs und benötigen in den meisten Fällen nur zusätzlichen Sauerstoff direkt aus der Luft. Gerade vor dem Hintergrund des Klimawandels kann der Einsatz von Brennstoffzellen beim Umstieg auf erneuerbare Energien eine entscheidende Rolle einnehmen. Es ist daher nicht verwunderlich, dass Brennstoffzellen als Alternative zu etablierten Systemen wie Verbrennungsmotoren immer mehr Aufmerksamkeit erfahren. Brennstoffzellenfahrzeuge können in wenigen Minuten komplett aufgetankt werden und erzielen Reichweiten von mehr als 500 Kilometer – ohne klimaschädliche Emissionen. Es gibt verschiedene Arten von Brennstoffzellen, die sich vor allem in den genutzten Substanzen und ihren Betriebstemperaturen unterscheiden. Während die Festoxid-Brennstoffzelle (englisch: Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) häufig in stationären Anwendungen zum Einsatz kommt, ist es die Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle (englisch: Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell, PEMFC), die aufgrund ihrer Flexibilität aktuell im Vordergrund der Brennstoffzellenentwicklung steht. Die niedrige Betriebstemperatur, der hohe Wirkungsgrad und die einfache Bauweise machen diesen Brennstoffzellentyp ideal für Fahrzeuge und Energieversorgungssysteme, die in hohen Stückzahlen produziert werden sollen.

2. Fertigung eines Polymerelektrolyt-Membran-Brennstoffzellensystems

Zwei Herausforderungen stehen dem Markterfolg der Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle (PEM-Brennstoffzelle) aktuell gegenüber: erstens die Etablierung einer gut ausgebauten Wasserstoffinfrastruktur, die gerade für mobile Anwendungen grundlegend ist, und zweitens die allgemeine Kostensenkung bei Brennstoffzellensystemen. Um deren Anschaffungskosten preiswerter zu gestalten, ist vor allem der Wandel von der manuellen, manufakturartigen Brennstoffzellenfertigung hin zu einer automatisierten Produktion mit allgemeingültigen Prozessketten nötig. Die Industrialisierung der Fertigungsprozesse trägt sowohl zur Senkung der Kosten als auch zur Steigerung der Prozess- und Produktqualität bei.

Da sich die Prozesse für eine höhere Fertigungsgeschwindigkeit gerade noch in der Entwicklung befinden und die fertigenden Betriebe gegenwärtig ideale Technologien identifizieren, dringen nur wenige Informationen zu konkreten Prozessspezifikationen nach außen. Trotzdem lassen sich drei übergeordnete Prozessschritte feststellen, die zur Herstellung der Brennstoffzellensysteme nötig sind: die Fertigung der Zellkomponenten, die Stackfertigung und abschließend die Systemfertigung.



Zu den Kernkomponenten einer PEM-Brennstoffzelle gehören die katalysatorbeschichtete Membran (englisch: Catalyst coated membran, CCM) und die Gasdiffusionsschichten (englisch: Gas Diffusion Layers, GDL), die gemeinsam die Membranelektroden-einheit (englisch: Membran Elektrode Assembly, MEA) bilden. Über die MEA findet der Ionentransport statt, der für die Nutzung der elektrischen Energie nötig ist. Die Bipolarplatten (BPP) speisen die Elektronen in den Verbraucherstromkreis ein. Durch die Strömungsfelder der BPP fließen die Reaktionsmedien der Zelle. Bei der Stackfertigung werden die Zellen aus MEA und BPP zu einem funktionsfähigen Modul gestapelt. Weitere elektrische, mechanische und thermische Bauteile werden in der Systemfertigung mit dem Brennstoffzellenstack vereinigt.

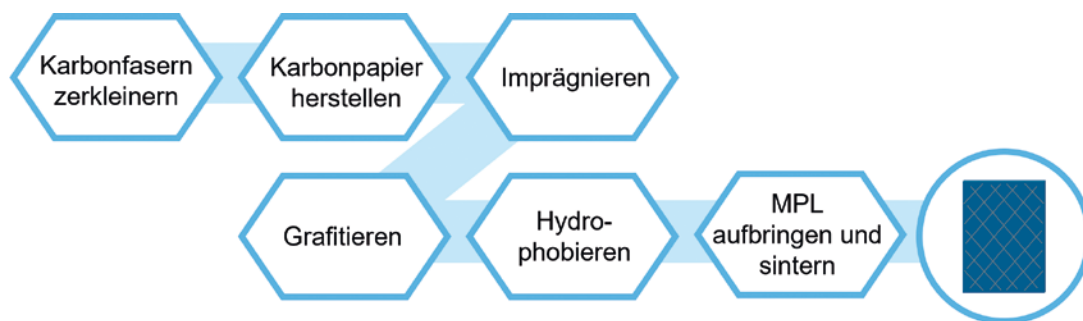
2.1. Fertigung der katalysatorbeschichteten Elektrolytmembran



Nach dem aktuellen Stand der Technik besteht der Fertigungsprozess einer **katalysatorbeschichteten Elektrolytmembran** (englisch: Catalyst Coated Membrane, CCM) aus vier Schritten. Das Katalysatormaterial (meist Platin) wird mit einem Träger-substrat aus Kohlenstoff, einem Lösungsmittel und einem Ionomer (einem thermoplastischen Kunststoff) gemischt. Aufgrund der hohen Feuchtigkeitsempfindlichkeit der Membran wird die Katalysatortinte zunächst auf eine Transferfolie gedruckt und getrocknet. Die Kathoden- und Anodenschicht lassen sich dabei getrennt voneinander produzieren und in einem Heißpressvorgang von den Transferfolien beidseitig auf die Membran übertragen. In einem weiteren Prozessschritt erfolgt das Heraustrennen der beschichteten Membranen aus dem Folienband und das Verpressen mit einem Trägermaterial, das gleichzeitig als Dichtung fungiert. Dieses sogenannte „Subgasket“ wird der Membran von beiden Seiten zugeführt und so perforiert, dass es die herausgetrennten CCM positionsgenau umschließt und verbindet. Um die angestrebten Fertigungsgeschwindigkeiten zu erreichen, sind Rolle-zu-Rolle-Prozesse unausweichlich.

Alternativ wird bei kleineren Stückzahlen die Katalysatortinte durch Sprühbeschichten, Bandgießen, Siebdruckverfahren oder Schlitzdüsenbeschichtung aufgetragen. Neben der indirekten Beschichtung per Trägerfolie lässt sich die Polymerelektrolytmembran auch direkt beidseitig beschichten. Allerdings ist die Folie dabei dauerhaft unter Spannung zu halten und bei hoher Temperatur zu trocknen, um ein Aufquellen der feuchtigkeitsempfindlichen Membran zu vermeiden.

2.2. Fertigung der Gasdiffusionsschichten

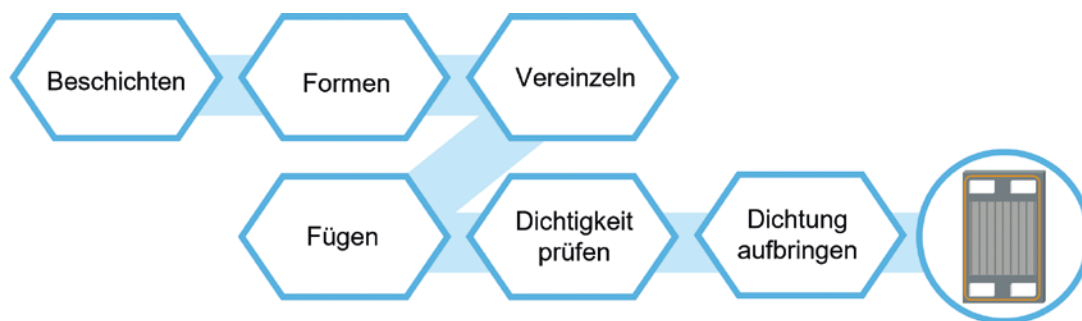


Die **Gasdiffusionsschichten** (englisch: Gas Diffusion Layers, GDL) werden auf beiden Seiten der CCM angebracht. Die Schichten haben einen hohen Einfluss auf den Wirkungsgrad der Brennstoffzelle, da sie die Reaktanten auf der Anoden- und Kathodenseite gleichmäßig verteilen und den Wasserhaushalt an der Elektrolytmembran regeln. Zerkleinerte Kohlenstofffasern und ein Binderpolymer bilden die Basis der GDL, das Karbonpapier. Das Imprägnieren und Grafitieren der Schichten sorgen für die gewünschten Eigenschaften bezüglich der Porosität, der Materialfestigkeit und der elektrischen und thermischen Leitfähigkeit. Nach dem Hydrophobieren der GDL wird diese mit einer porösen Schicht aus Kohlenstoff und Grafitpartikeln beschichtet und gesintert. Alternativ lässt sich diese Schicht auch per Schlitzdüse, Siebdruck oder Siebauftrag auf die GDL aufbringen.

Heißpressen bringen die fertigen GDL auf beiden Seiten der CCM an. Dazu wird die GDL mit Klebstoff bestrichen, perforiert und mithilfe von Rollen an die CCM-Folie geheftet. Abschließend erfolgt die Vereinzelung der verbundenen Komponenten.

Bei niedrigen Stückzahlen wird das Verbinden der Komponenten noch diskontinuierlich durchgeführt, da die Rolle-zu-Rolle-Prozesse in der Fertigung der GDL und CCM noch selten Anwendung finden. In diesem Fall werden CCM und GDL schon vor der Vereinigung vereinzelt.

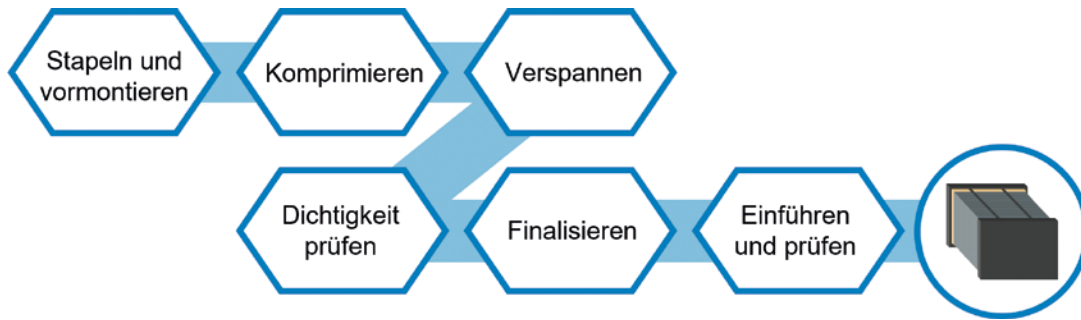
2.3. Fertigung der Bipolarplatten



In den Bipolarplatten (BPP) finden Gasfluss, Stromsammlung und thermisches Management der Zelle statt. Bei Anwendungen, in denen Gewicht, Volumen und Kosten eine große Rolle spielen – wie es in der Automobilindustrie der Fall ist – werden die BPP aus metallischen Materialien hergestellt. Ansonsten kann auch Grafit zum Einsatz kommen. Der Herstellungsprozess unterliegt dabei engen Toleranzen. Aufgrund der mehreren Hundert Zellen, die innerhalb eines Stacks verbaut sind, führen schon kleine Fehler in der Ebenheit und Parallelität der Platten zu großen Abweichungen.

Der Fertigungsprozess der BPP beginnt mit der Beschichtung des Rohmaterials. Für bessere Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit geschieht dies in einer Vakuumumgebung. Es folgt die entscheidende Formgebung der Verteilfelder – entweder durch Spritzgießen, Tiefziehen oder Stanzen der Metallbahnen. Alternativ erlaubt das Hydroforming-Verfahren das Formen der Bipolarplattenhälften direkt von einer Materialrolle. Daher ist es bei der Massenfertigung der Platten bevorzugt im Einsatz. Nach der Formgebung der Gaskanäle werden die Plattenhälften vereinzelt und in einem Schweißprozess so miteinander verbunden, dass eine fertige BPP jeweils eine Anoden- und Kathodenseite besitzt. Anschließend prüft man die BPP auf Dichtigkeit. Per Siebdruck wird auf ihrer Außenseite eine Dichtung für die spätere Zelle aufgebracht oder alternativ dispensiert.

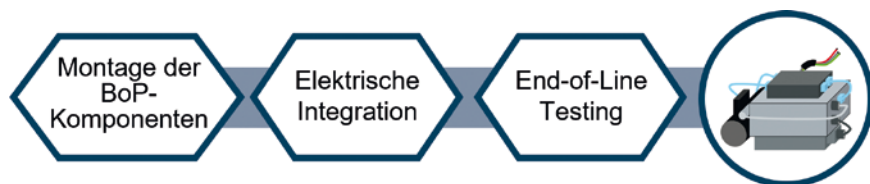
2.4. Montage des Brennstoffzellenstacks



Um die gewünschte Leistung eines Brennstoffzellensystems zu erreichen, werden die einzelnen Zellen elektrisch in Reihe verbunden. Die Versorgung mit Brennstoff, Reaktionsluft und Kühlmittel erfolgt parallel, um in jeder Einzelzelle den gleichen elektrischen Stromfluss sicherzustellen. Die geforderten Spannungen und Ströme definieren dabei die Anzahl der Zellen und die Größe ihrer Reaktionsflächen. Zusätzlich zu den mehreren hundert Einzelzellen besteht das Stack aus zwei Endplatten, der Verteilerplatte, zwei Stromkollektoren und einer Überwachungseinheit. Bisher werden niedrige Stückzahlen manuell gefertigt. Die hohe Wiederholungszahl immer gleicher Abläufe beim Stapeln bietet allerdings ein großes Potenzial zur Automatisierung durch Roboter.

Die Basis des Stacks bildet eine Endplatte, auf der ein Stromkollektor aufgebracht ist. Es folgen die Zellen, bestehend aus einer BPP, einer Dichtung, einer MEA, einer weiteren Dichtung und wieder einer BPP. Nachdem die gewünschte Zellenzahl erreicht ist, kommen abermals ein Stromkollektor und die zweite Endplatte hinzu. Das darauffolgende Verpressen dichtet das Stack ab und senkt die Kontaktwiderstände der Komponenten. Spannbänder oder Zugstäbe halten das verpresste Stack dann dauerhaft zusammen. An dieser Stelle findet die Prüfung der Zelle auf ihre Dichtigkeit statt. Zur Stackfinalisierung zählt das Anbringen der Überwachungseinheit und der Stromsammelschienen sowie das Fügen von Gehäuse und Verteilerplatte. Nun lässt sich das Brennstoffzellenstack „einfahren“. Dabei werden dem Stack die Betriebsmedien zugeführt und eine elektrische Last wird angelegt. Während der Prüfung durchläuft das Brennstoffzellenstack verschiedene Parameterkombinationen, bis sich die optimale Leistungsfähigkeit des Stacks einstellt.

2.5. Montage des Brennstoffzellensystems



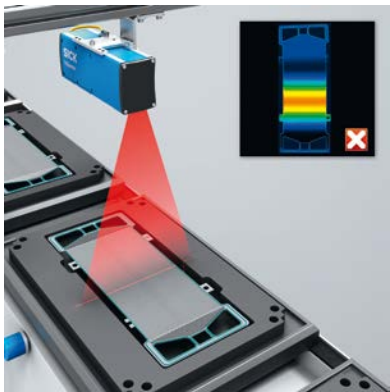
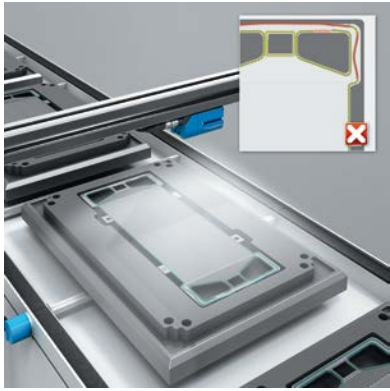
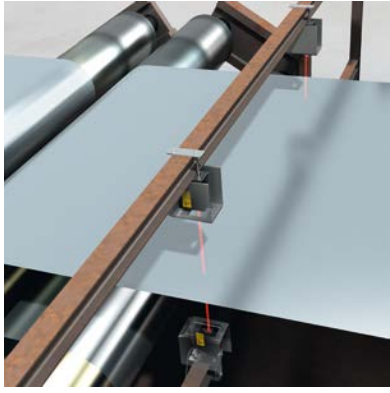

Das Stack stellt das Herz eines Brennstoffzellensystems dar. Neben dem Stack sind jedoch weitere Bestandteile nötig, damit das System funktioniert. Dazu zählen der Kühl-, Luft- und Wasserstoffkreislauf sowie das Steuergerät und die Stromleiter. Während der Kühlkreislauf die Abführung der Reaktionswärme sicherstellt, verdichtet und befeuchtet der Luftkreislauf die Umgebungsluft und führt sie an der Kathodenseite der PEM-Brennstoffzelle zu. Der Wasserstoffkreislauf bringt den Wasserstoff an die Anodenseite der Zelle und regelt damit die Leistung des Systems.

Die Fertigstellung des Brennstoffzellensystems beginnt mit der Montage der Balance-of-Plant-(BoP)-Komponenten. Dazu gehören: das Kühlsystem, das aus Filter, Kühlwasserpumpe und Druckregler besteht; das Anodenmodul, das sich aus Wasserstoffpumpe und Druckregler zusammensetzt; und das Kathodenmodul, eine Kombination aus Verdichter, Luftfilter und Druckregler. Ein Steuergerät zur Regelung des Systems gehört ebenfalls dazu. Viele der BoP-Komponenten eines Brennstoffzellensystems stimmen mit denen aus dem Verbrennungsmotor bekannten Komponenten überein. Bei der elektrischen Integration werden die BoP-Komponenten mit dem Stack verbunden. Zudem erhält das System dabei seine Verkabelung, inklusive Kabelbaum für die Integration in die spätere Anwendung. Vor der finalen Freigabe des Brennstoffzellensystems durchläuft es einen abschließenden Test, der die Funktionstüchtigkeit aller Komponenten und ihre korrekten Verbindungen zueinander prüft.

Intelligente Sensorlösungen sind die Basis einer hochautomatisierten, digitalisierten Produktion von Brennstoffzellen. Im Wettbewerb zu konventionellen Antriebs- und Speichertechnologien sind der hohe Produktionsoutput und die Erfüllung hoher Qualitätsanforderungen entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit der Brennstoffzelle. Mit Sensoren in den Aufgabenbereichen Detektion, Identifikation, Qualitätskontrolle und Maschinensicherheit wappnen sich Anlagenbetreiber und Maschinenbauer für die Automatisierungsherausforderungen der Brennstoffzellenproduktion.

3. Sensorapplikationen für die Fertigung eines Brennstoffzellensystems

3.1. Überwachen und Kontrollieren

 <p>The image shows a blue SICK TriSpector1000 sensor mounted on a production line. A red laser beam projects onto a bipolar plate. An inset image shows a 3D color-coded surface scan of the plate, with a red 'X' indicating a detected defect.</p>	<p>Vermessung von Bipolarplatten</p> <p>Mit dem konfigurierbaren 3D-Vision-Sensor TriSpector1000 ist eine zuverlässige 3D-Vermessung von Bipolarplatten möglich. Um die korrekte Montage der Brennstoffzelle sicherzustellen, wird diese auf Bruchstellen, Durchbiegung und weitere Defekte geprüft.</p> <p>Für sehr präzise Vermessungen bietet die 3D-Kamera Ruler3000 eine hohe Genauigkeit bei hoher Geschwindigkeit.</p>
 <p>The image shows a grey SICK InspectorP62x sensor positioned above a bipolar plate assembly. An inset image shows a 2D scan of the seal area with a red 'X' indicating a defect.</p>	<p>Überprüfung der Versiegelung</p> <p>Ein präziser Auftrag der Versiegelung ist für die Dichtigkeit der Brennstoffzelle essenziell. Der 2D-Vision-Sensor InspectorP62x inspiziert die Kleberaupe. Dank seiner kompakten Bauweise lässt sich der Sensor auch direkt am Dispenser installieren. Die integrierten Bildverarbeitungstools machen die Inbetriebnahme sehr einfach. Bei Bedarf lassen sie sich mithilfe von SICK AppSpace erweitern.</p>
 <p>The image shows a displacement sensor (OD5000) mounted on a production line, measuring the thickness of a moving sheet of material.</p>	<p>Kontinuierliche Dickenmessung</p> <p>Displacement-Messsensoren OD5000 überwachen bei der Herstellung von Bipolarplatten deren einheitliche Dicke. Mit einer Messfrequenz von bis zu 80 kHz erzielt der OD5000 auch bei hohen Geschwindigkeiten sehr gute Leistungen.</p>
 <p>The image shows a red light grid sensor (MLG-2) installed in a factory setting, monitoring a transparent film for cracks.</p>	<p>Rissdetektion</p> <p>Bei Handhabung und Transport von Folienbahnen oder durch die Folienspannung in der Maschine können in den Folien Risse entstehen. Das messende Automatisierungs-Lichtgitter MLG-2 erkennt selbst bei hoher Bahngeschwindigkeit Risse von wenigen Millimetern Größe und bestimmt genau deren Größe und die Stellen, an denen die Folien defekt sind. Der Dynamikbereich des MLG-2 ermöglicht zudem das Vermessen transparenter Folien.</p>

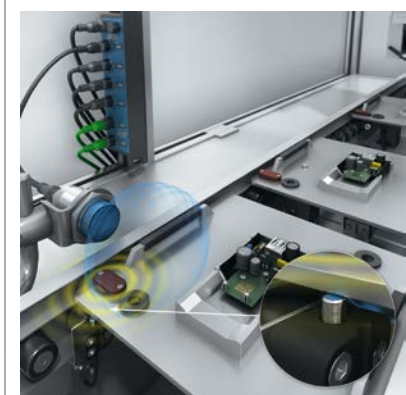
3.2. Identifizieren



Identifikation von Bipolarplatten

Zur Rückverfolgung der Brennstoffzellenkomponenten über den gesamten Produktionsprozess bietet SICK vielfältige Lösungsmöglichkeiten an. Zur Identifikation von Bipolarplatten anhand eines 2D-Codes eignet sich der kamerabasierte Codeleser Lector61x. Sein zuverlässiges Beleuchtungskonzept und umfangreiches Optikzubehör ermöglichen das Lesen gelasener Data-Matrix-Codes (DPM) auf spiegelnden, metallischen Oberflächen.

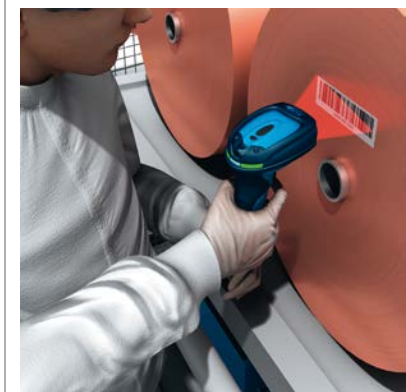
Lector61x



Identifikation des Werkstückträgers

Mithilfe des HF-Schreib-/Lesegeräts RFH51x und des Transponders am Werkstückträger können Bauteilen relevante Produktinformationen und Fertigungsbefehle zugewiesen werden. Diese Daten lassen sich sowohl auf dem Transponder als auch im System hinterlegen und dadurch sind die Werkstückträger leicht zu identifizieren. Das sichert Transparenz und ein hohes Qualitätsniveau entlang des gesamten Montageprozesses.

RFH5xx, SIG200

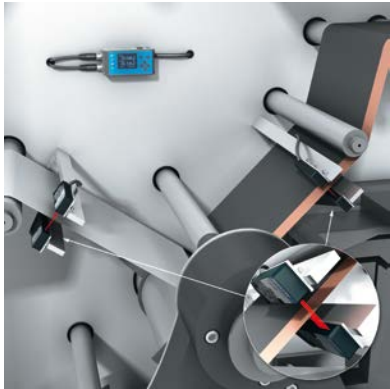
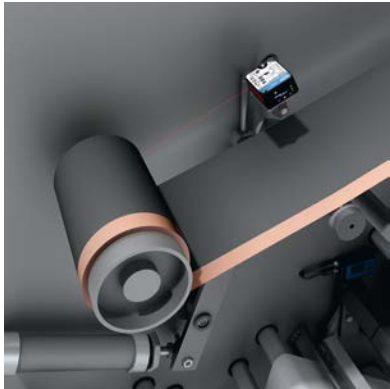
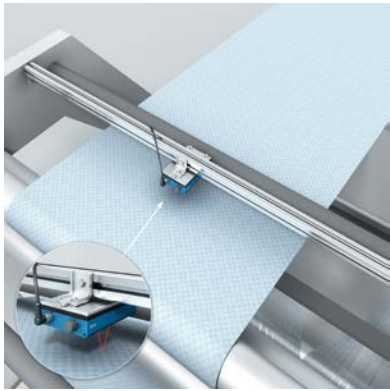



Rückverfolgbarkeit von Produktionsmaterialien





1D- und 2D-Codes enthalten wichtige Informationen wie Materialart und weitere Parameter zur Rückverfolgbarkeit von Produktionsmaterialien. Für die Lesung dieser Codes sind mobile Handheld-Scanner von SICK ideal. Ob kabelgebunden oder als Funkvariante: Die Geräte zeichnen sich durch zuverlässige und schnelle Codelesung sowie robuste Gehäuse aus.

IDM26x, HW199x

3.3. Rolle-zu-Rolle-Prozesse

	<p>Bahnkantenregelung</p> <p>Um hochwertige Brennstoffzellen herstellen zu können, sind Folienbahnen genau zu positionieren. Daher vermisst das optische Mikrometer OL1 zusammen mit der Auswerteeinheit AOD1 die Bahnkantenposition mikrometergenau. Dank seiner kleinen Bauform passt es direkt vor die Wickeleinheit. Der Array-Sensor AS30 und die Array-Lichtleiter LL3 ergänzen das Lösungsportfolio von SICK für die Bahnkantenregelung und decken unterschiedliche Anforderungen ab.</p>
<p>OL1, AS30, WLL190T, LL3, AOD1</p>	
	<p>Restfolienkontrolle</p> <p>Um einen kontinuierlichen Betrieb sicherzustellen und Stillstandszeiten von Maschinen zu reduzieren, ist ein rechtzeitiger Folienwechsel notwendig. Der Displacement-Messsensor OD2000 misst beim Abwickeln der Folie daher deren Höhe auf der Rolle. Messbereiche bis zu 1000 mm bei gleichzeitig hoher Wiederholgenauigkeit ermöglichen präzises Überprüfen des Restmaterials selbst bei größeren Rollendurchmessern.</p>
<p>OD2000</p>	
	<p>Berührungslose Längen- und Geschwindigkeitsmessung</p> <p>Der berührungslose Bewegungssensor SPEETEC® misst Geschwindigkeit und Länge einer Folienbahn optisch. Ungenauigkeiten durch Schlupf oder Beeinträchtigung des Materials durch direkten Kontakt entfallen, was eine hohe Produktqualität ermöglicht.</p>
<p>SPEETEC®</p>	
	<p>Erkennen des Spliceband</p> <p>Beim Rollenwechsel werden Folienende und -anfang von zwei aufeinanderfolgenden Rollen mit einem Spliceband verbunden. Farb-, Kontrast-, Lumineszenz- und Glanzsensoren von SICK können das Folienband an dieser Stelle detektieren, damit es später vor der Weiterverarbeitung der Folie zur Zelle entfernt werden kann. Zusätzlich erhöht ein SICK-Encoder die Genauigkeit der Positionsbestimmung des Splicebands.</p>
<p>LUTM, KTS Prime, Glare, DBS36</p>	

3.4. Detektieren und Messen

	<p>Füllstandkontrolle der Klebstoffkartusche</p> <p>Beim Dispensieren ist der Füllstand der Klebstoffkartusche kontinuierlich zu überwachen, um den Klebstoff richtig zu dosieren und Ausschuss zu verhindern. Diese Prüfung übernimmt der magnetische Näherungssensor MQ10 oder der kapazitive Näherungssensor CQF16. Sie melden der Prozesssteuerung, wenn die Kartusche leer ist, was dann auf der Bedienoberfläche der Dispenserstation angezeigt wird.</p> <p>MQ10, CQF16</p>
	<p>Robotergeführte Kommissionierung</p> <p>Auf Basis der 2D-Objektlokalisierung unterscheidet das Roboterführungssystem PLOC2D Teile, sodass der Roboter sie der Montagevorrichtung in richtiger Reihenfolge zuführen kann. Die Bildverarbeitungseinheit des Systems lokalisiert die exakte Position der Teile und führt den Roboter zur richtigen Stelle.</p> <p>PLOC2D</p>
	<p>Detektion flacher Objekte auf Förderbändern</p> <p>Ob Bipolarplatten, Displays, Smartphones oder Pouch-Zellen: Der Lichttaster WTF4F mit Vordergrundaussblendung erkennt auf Förderbändern sehr flache Objekte bis zu einer Höhe von weniger als 1 mm zuverlässig. Selbst bei spiegelnden, kontrastreichen oder tiefschwarzen Oberflächen erfolgt die Detektion sicher und eindeutig. Durch Anpassung der Tastweite ist die Detektion selbst bei vibrierenden Förderbändern sehr genau.</p> <p>W4F</p>
	<p>Durchflussmessung</p> <p>Ultraschall-Durchflusssensoren FFU überwachen die Durchflussmenge von Flüssigkeiten. Durch die robuste Bauform ohne bewegliche Teile sind die Sensoren auch für den Einsatz unter rauen Umgebungsbedingungen geeignet.</p> <p>FFU</p>

3.5. Absichern

	<p>Zugangsabsicherung an der Roboterzelle</p> <p>In automatisierten Fertigungszellen werden Rohteilebehälter bereitgestellt und Trays mit fertigen Werkstücken abgeholt. Für die Zugangsabsicherung rund um den Arbeitsbereich des Roboters sind dabei zwei Sicherheitslaserscanner microScan3 mit Scanwinkeln von je 275° im Einsatz. Dadurch kann der Roboter seine Arbeit während der Bereitstellung und Abholung von Teilen ungehindert fortsetzen.</p>
	<p>Zugangsabsicherung an der Wickeleinheit</p> <p>Das kontinuierliche Aufwickeln der Folienbahn stellt eine Gefahr bringende Bewegung dar. Daher überwacht der Sicherheitslichtvorhang deTec4 Core den Zugang zur Wickeleinheit zuverlässig. In Verbindung mit der modularen Sicherheitssteuerung Flexi Soft wird der Lichtvorhang zur Komplettlösung für die Maschinensicherheit.</p>
	<p>Absicherung von Schutztüren</p> <p>Der berührungslose Transponder-Sicherheitsschalter STR1 überwacht Türen mit Schutzfunktion. Der STR1 lässt sich flexibel montieren und zeichnet sich durch eine hohe Manipulationssicherheit aus. Damit stellt er sicher, dass Maschinen beim Öffnen der Türen stoppen und erst bei geschlossenen Türen wieder anlaufen.</p>
	<p>Sichere Türüberwachung für robotergestützte Anwendungen</p> <p>Zugangstüren robotergestützter Anwendungen lassen sich mit der Sicherheitszuhaltung TR110 Lock und dem mechanischen Riegel MB1 effizient absichern. MB1 verhindert dank präziser Führung des Betätigers Sensorschäden und damit Maschinenstillstände. Die benutzerfreundliche Sicherheitssteuerung Flexi Compact und ihre intuitive Konfigurationssoftware Safety Designer runden diese Sicherheitslösung ab.</p>
<p>MB1, TR110 Lock, Flexi Compact</p>	

REFERENCES

Automobil

https://www.sick.com/de/de/branchen/automobil-und-zulieferer/c/g287855?q=:Def_Type:Application

Batterie

https://www.sick.com/de/de/branchen/batterie/c/g392666?q=:Def_Type:Application

Industrielle Bildverarbeitung

https://www.sick.com/de/de/industrielle-bildverarbeitung/c/g114858?q=:Def_Type:ProductFamily

Identifikationslösungen

https://www.sick.com/de/de/identifikationsloesungen/c/g77989?q=:Def_Type:ProductFamily

Digital Transformation

<https://www.sick.com/de/de/themen-und-know-how/sensorintelligenz-als-fundament-fuer-industrie-40/w/industry40/>