

# **WHITEPAPER**

SENSOREN FÜR RAUE  
UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

Autoren: Dipl.-Ing. Christian Fiebach  
Geschäftsführer ipf electronic gmbh

Markus Moser  
Applikationsspezialist ipf electronic gmbh

**IPF** ELECTRONIC

# INHALTSVERZEICHNIS

|  |    |
|--|----|
| 1 Einleitung .....   | 3  |
| 2 Induktive Sensoren .....   | 3  |
| 2.1 Effizientes Metallrecycling in einer Gießerei .....                        | 3  |
| 2.2 Mehr Sicherheit beim Wellenritt .....                                      | 4  |
| 2.3 Alternative zu mechanischen Tastern .....                                  | 5  |
| 2.3.1 Robuste Elektronik statt anfällige Mechanik .....                        | 5  |
| 2.3.2 Einfache Integration in bestehende Werkzeuge .....                       | 6  |
| 2.4 Temperaturbeständig bis +230° C .....                                      | 6  |
| 2.5 Besonders dicht und extrem druckfest .....                                 | 7  |
| 2.6 Durchblick selbst in extrem ölhaltiger Umgebung .....                      | 8  |
| 3 Optische Sensoren .....  | 8  |
| 3.1 Lichtgitter detektiert Stahldraht unter rauen Einsatzbedingungen .....     | 9  |
| 3.2 Einwegschraken widerstehen Schwefelsäure .....                             | 10 |
| 3.2.1 Automatisiertes Materialhandling für Durchlaufbeize .....                | 10 |
| 3.2.2 Exakte, robuste Laserlichtschranke mit hoher Reichweite .....            | 10 |
| 3.3 Optische Taster für Sphäroguss-Kühlstrecke .....                           | 11 |
| 3.3.1 Probleme mit Reichweite und Reflexionen .....                            | 11 |
| 3.3.2 Lösung mit getaktetem Rotlicht und überzeugenden Eigenschaften .....     | 12 |
| 3.3.3 Völlig unempfindlich gegenüber extremer Verschmutzung .....              | 13 |
| 3.4 Hocheffizient durch Infrarotlicht und hoher Sendeleistung .....            | 13 |
| 3.4.1 Hohe Ansprechempfindlichkeit und Verschmutzungskompensation .....        | 14 |
| 3.4.2 Sichere Anwesenheitskontrolle durch ein Förderband .....                 | 15 |
| 3.4.3 Kompensation von Witterungseinflüssen .....                              | 16 |
| 3.4.4 Lichtgitter für anwendungsspezifische Einsätze .....                     | 17 |
| 4 Magnetische Zylindersensoren .....   | 17 |
| 4.1 Äußerst langlebig trotz vieler Reinigungszyklen .....                      | 18 |
| 4.2 Zuverlässig selbst bei Farbe und Lösungsmittel .....                       | 19 |
| 4.3 Extrem robust bei hohen mechanische Belastungen und Temperaturen .....     | 20 |
| 5 Kapazitive Sensoren .....  | 21 |
| 5.1 Füllstandsüberwachung von zähflüssigem Schmiermittel .....                 | 21 |
| 5.1.1 Größere aktive Fläche durch Kolbenform .....                             | 22 |
| 5.1.2 Hohe Kapazität und exakte Justierung eliminiert störende Einflüsse ..... | 23 |
| 5.2 Füllstandskontrolle in automatisierter Kalkmilchaufbereitung .....         | 23 |
| 5.2.1 Chemikalien-resistenter Sensor für aggressive Umgebung .....             | 23 |
| 5.2.2 Systemlösung übernimmt mehrere Aufgaben .....                            | 24 |
| 6 Zusammenfassung und Fazit .....  | 24 |

## **1 EINLEITUNG**

Werden Sensoren in Applikationen abgebildet, dann sind sie häufig von ihrer „besten Seite“ zu sehen, also zumeist in einer sauberen Umgebung. Doch die Realität sieht oftmals anders aus, wobei extremer Staub und Schmutz nur einige wenige Umgebungsbedingungen widerspiegeln, mit denen die Geräte im harten Praxiseinsatz tatsächlich konfrontiert sind.

Warum die Sensorlösungen von ipf electronic dennoch unverwüstlich sind und trotz extremer Einsatzbedingungen stets sicher und zuverlässig arbeiten, hat mehrere triftige Gründe, von denen hier nur einige genannt werden sollen: die Auswahl von besonders robusten Gehäusewerkstoffen und -materialien, der gezielte Schutz der empfindlichen Elektronik z. B. durch Vollverguss, spezielle konstruktionsbedingte Maßnahmen am Einbauort der Sensoren und generell die qualitativ hochwertige Verarbeitung der Gesamtlösung, die mitunter als Sondergerät eigens für die spezifischen Anforderungen einer Applikation entwickelt wurde.

Dieses Whitepaper bietet Einblicke in den rauen Praxisalltag verschiedener Branchen und zeigt Sensoren von ipf electronic, so wie sie u.a. nach einiger Einsatzzeit in konkreten Applikationen anzutreffen sind. Die zahlreichen Beispiele belegen eindrucksvoll, welchen extremen Umgebungsbedingungen die auf unterschiedlichen Technologien basierenden Geräte hierbei standhalten müssen und unterstreichen gleichzeitig die Langlebigkeit der robusten Lösungen.

## **2 INDUKTIVE SENSOREN**

Induktive Sensoren sind gemeinhin für ihre „Nehmerqualitäten“ bekannt, denn die Geräte zur berührungslosen Detektion metallischer Objekte sind für anspruchsvolle Umgebungen geradezu prädestiniert, ganz gleich ob hohe oder niedrige Temperaturen, hohe Drücke, Vibrationen, Säuren, Laugen, Öle oder Metallspäne.

### **2.1 EFFIZIENTES METALLRECYCLING IN EINER GIESSEREI**

In einer Gießerei wird für das Metallrecycling an einer Sammelstelle ein Förderband mit Kreislaufmaterial befüllt. Das Material wird über das Band und einen Abwurfschacht in einen Container unterhalb der Sammelstelle befördert. Der Container wiederum verfährt auf einem Shuttle, um die Rohstoffe nach dem Einschmelzen erneut den Produktionsprozessen zuzuführen. Das Band ist auf Wiegezellen gelagert, wobei eine SPS die gleichmäßige Befüllung der Container steuert. Befüllen ließ sich das Wiegeband in der Vergangenheit jedoch nur, wenn sich am Abwurfschacht auch ein Container befand, da ansonsten während des Wiegens Guss auf den Fahrweg des Transportwagens fallen konnte. Um kürzere Taktzeiten beim Rohstoffrecycling zu erzielen, entwickelte ipf electronic eine induktive Metalldetektorspule mit integriertem Auswertegerät zur Erkennung selbst kleinster Teile.

Der 950mm breite Detektor wurde in einem Abstand von 200mm unterhalb des Wiegebandes, geschützt vor mechanischen Beschädigungen, montiert. Nähert sich während des Wiegens das Material dem Abwurfschacht, gibt der Detektor ein Signal aus, das den Weitertransport über das Band stoppt und somit ein unkontrolliertes Herabfallen von Gussteilen in den Schacht verhindert.

Aufgrund dieser Lösung ist die Gießerei nun in der Lage, das Wiegeband an der Sammelstelle für das Kreislaufmaterial auch dann zu befüllen, wenn sich kein Container unterhalb des Abwurfschachtes befindet. Das Bild zur Applikation vermittelt einen Eindruck von den Umgebungsbedingungen am Einsatzort der induktiven Metalldetektorspule.

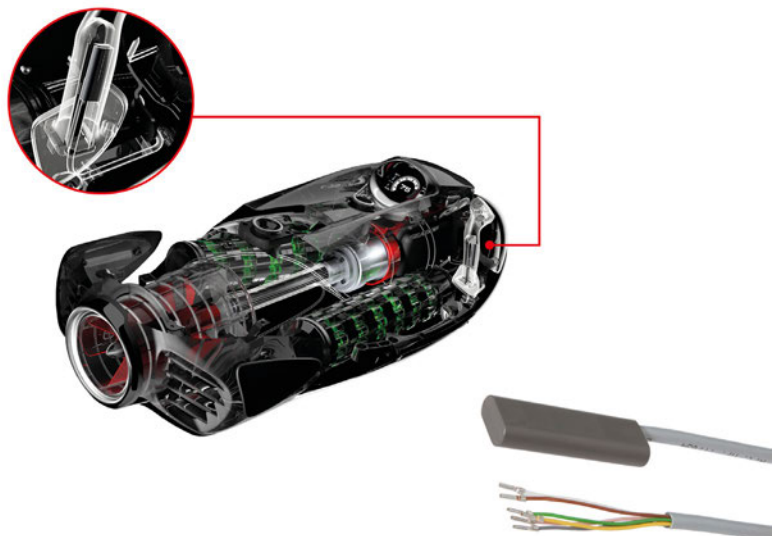


Die Detektorspule arbeitet selbst dann einwandfrei, wenn sich mit der Zeit Schmutz und Metallstaub darauf abgelagert.  
(Alle Bilder: ipf electronic gmbh)

## 2.2 MEHR SICHERHEIT BEIM WELLENRITT

Für den Einsatz in Meerwasser und für mögliche Wassertiefen von bis zu 40m wurde der induktive Sensor **IN98C973** entwickelt, genauer für einen in den Haltegriffen eines Wasserjets integrierten Totmannschalter. Sobald die Hände des Fahrers die Griffe nicht mehr umschließen, deaktiviert dieser Schalter den Jetantrieb.

Die Lösung besteht aus einem Doppelschalter in einem meerwasserbeständigen Gehäuse, in dem zwei induktive Sensoren verbaut sind. Um eine hohe Abfragesicherheit zu erzielen, wurde der Sensor intern redundant ausgelegt und führt sowohl einen Schließer- als auch Öffnerkontakt aus, die bei Betätigung gegenläufig schalten. Im Doppelschalter befindet sich außerdem ein NTC-Widerstand, da der Auftraggeber auch eine Temperaturabfrage am Einbauort der Lösung wünschte.



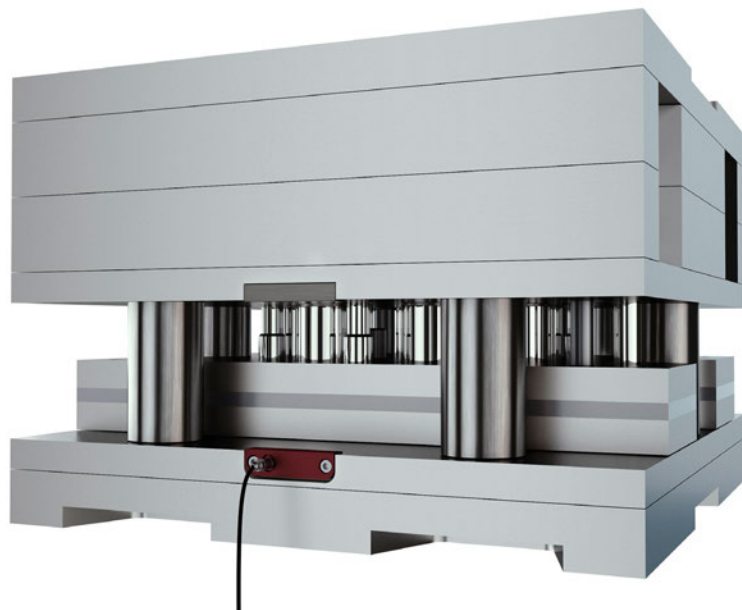
Beständig gegenüber aggressivem Meerwasser und Wassertiefen bis 40m: Sensorlösung für einen Totmannschalter in den Haltegriffen eines Wasserjets.

### **2.3 ALTERNATIVE ZU MECHANISCHEN TASTERN**

Mit völlig anderen Herausforderungen sahen sich die Entwickler von ipf electronic bei einem Hersteller von Kunststoffprodukten konfrontiert. Der Hintergrund: Vor dem Einspritzen von Kunststoff muss das Spritzgusswerkzeug vollständig geschlossen sein. Zur Positionsabfrage des Oberwerkzeuges werden daher zumeist mechanische Endschalter verwendet, die aufgrund der häufigen Betätigung jedoch verschleißanfällig sind. Zusätzlich belasten hohe Temperaturen von mitunter mehr als +100° C die Mechanik der Schalter. Die in den Spritzgießwerkzeugen des Kunststoffverarbeiters verbauten Endschalter lieferten daher nach einer gewissen Einsatzdauer kein eindeutiges Signal mehr, sodass die Spritzgussanlagen trotz vollständig geschlossener Werkzeuge während der Produktion immer wieder stoppten.

#### **2.3.1 ROBUSTE ELEKTRONIK STATT ANFÄLLIGE MECHANIK**

Mit den eigens entwickelten induktiven Sensoren **IB98A329** und **IB98A330** für Umgebungstemperaturen bis +100° C bzw. +140° C konnte das Problem gelöst werden. Die Gehäuse der Sensoren sind für einen einfachen Austausch baugleich zu den bisher eingesetzten mechanischen Endschaltern und integrieren zudem die gesamte Elektronik, die durch einen speziellen Verguss vor hohen Temperaturen und auch Temperaturschwankungen geschützt ist.



Elektronische Alternative zu mechanischen Endschaltern in Einspritzwerkzeugen: Der induktive Sensor **IB98A330** ist für Umgebungstemperaturen bis +140° C ausgelegt.



Die robusten induktiven Sensoren **IB98A329** für Temperaturen von maximal +100° C (links) und **IB98A330** (maximaler Temperaturbereich bis +140° C) sind im Design identisch zu den vorherigen Lösungen, aber weitaus langlebiger.

### **2.3.2 EINFACHE INTEGRATION IN BESTEHENDE WERKZEUGE**

Neben den beschriebenen Endschaltern bereiten auch sogenannte Reihengrenztaster in den Spritzgießwerkzeugen immer wieder Probleme. Die mechanischen Taster dienen bspw. zur Positionsabfrage von Kernzügen, die bei der Herstellung von Vertiefungen oder Aussparungen nach dem Einspritzen das Entformen der Spritzgussteile aus dem Werkzeug sicherstellen. Hierzu betätigt z. B. eine Nocke am Kernzug einen Stößel am Taster, der dann einen mechanischen Schalter zur Signalübertragung an die Steuerung auslöst, um vor und nach dem Einspritzen die ein- und ausgefahrne Kernzugposition abzufragen.

Die Alternativlösung: der induktive Sensor **IC220120**, der sich gleichfalls an den Gehäusekonzepten bestehender Reihengrenztaster orientiert. Das Gerät verfügt über einen sehr geringen Schaltabstand bis 2mm, da er sehr nahe an die Nocken positioniert werden muss. Das Gehäuse inklusive aktiver Fläche aus Vollmetall schützen die Lösung u.a. vor unbeabsichtigtem Kontakt mit der Kernzugnocke.



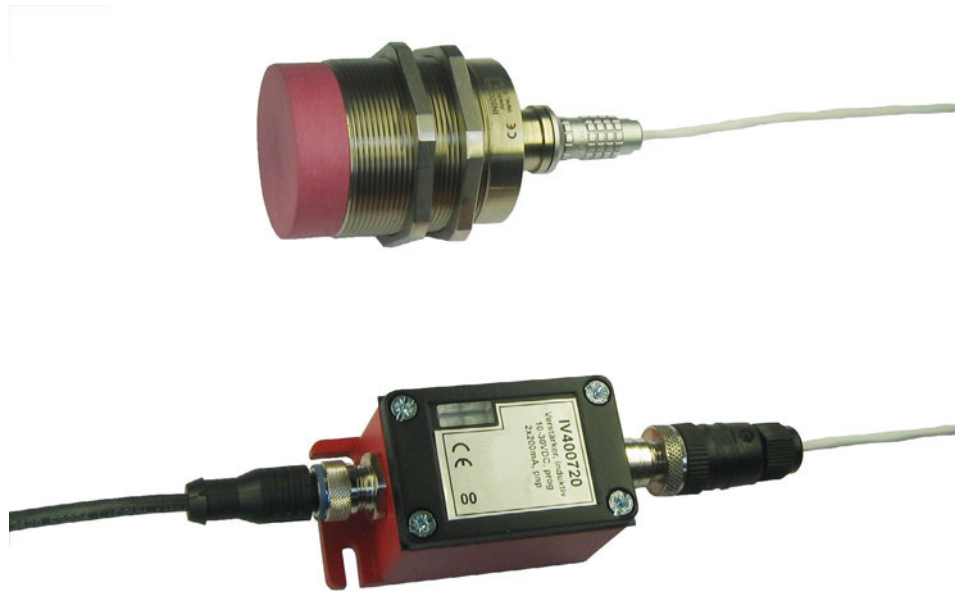
Der **IC220120** für den Standard-M12-Anschluss wurde als robuste Alternative zu Reihengrenztastern für die Abfrage von Kernzügen in Spritzgießwerkzeugen entwickelt. Die Gehäuse inklusive der aktiven Flächen ist komplett aus Edelstahl.

### **2.4 TEMPERATURBESTÄNDIG BIS +230° C**

Weitaus höheren Temperaturen als die zuvor beschriebenen Lösungen müssen Sensoren in einer kathodischen Tauchlackierung für Kfz-Komponenten bei der Abfrage der Position einer Hubvorrichtung in einem Einbrennofen Paroli bieten.

Da sich in diesem speziellen Fall in der Anlage zwischen Tauchlackierung und Einbrennofen keine Abtropfstation integrieren lässt, gelangen die Teile direkt in den Ofen. Hierbei verdampft der überschüssige Lack auf den Werkstücken schlagartig, setzt sich als Kondensat an der Ofenoberseite ab und tropft dann auf die Anlagenkomponenten. Der Sensor muss daher extrem dicht sein und überdies den hohen Temperaturen von bis zu +205° C im Ofen standhalten.

Die Lösung: ein zweiteiliges System bestehend aus einem induktiven Sensor **IN50C543** und einer separaten Auswerteeinheit. Der Sensor selbst ist durch Einsatz spezieller Materialien dicht und verhindert somit das Eindringen des Kondensats, das wesentlich höhere Kriecheigenschaften als Wasser hat. Zudem können auch die hohen Ofentemperaturen dem Sensor aufgrund seiner Temperaturbeständigkeit von bis zu +230° C nichts anhaben. Für einen schnellen Austausch bei einer mechanischen Beschädigung des Sensors ist die Lösung als steckbares System ausgeführt, das dennoch an hoher Dichtigkeit nichts einbüßt.



Der induktive Sensor **IN50C543** des zweiteiligen Systems (unten der Verstärker **IV400720**) zur Positionsabfrage einer Hubvorrichtung in einem Einbrennofen hält Temperaturen bis +230° C stand.

### **2.5 BESONDERS DICHT UND EXTREM DRUCKFEST**

Besonders dicht und darüber hinaus extrem druckfest müssen Sensorlösungen für einen Hersteller von Baumaschinen sein. In sogenannten Recyclern und Bodenstabilisierern soll eine spezifische Getriebeposition mit einem Sensor abgefragt werden. Hierbei kommt der Sensor nicht nur mit Vollsynthetiköl in Kontakt, sondern ist zudem Temperaturen von bis zu +120° C ausgesetzt.

Überdies muss die Lösung an der Einbaustelle das Getriebegehäuse abdichten und mit einem Steckverbinder der Firma Deutsch ausgestattet sein. Der induktive Sensor **IC98C727** besteht inklusive aktiver Fläche aus Edelstahl und ist daher vollständig geschlossen. Das Sensorgehäuse ist so konstruiert, dass sich ein Dichtring integrieren lässt. Die Lösung mit kundenspezifischem Anschlussstecker eignet sich für Einsatztemperaturen von maximal +130° C.

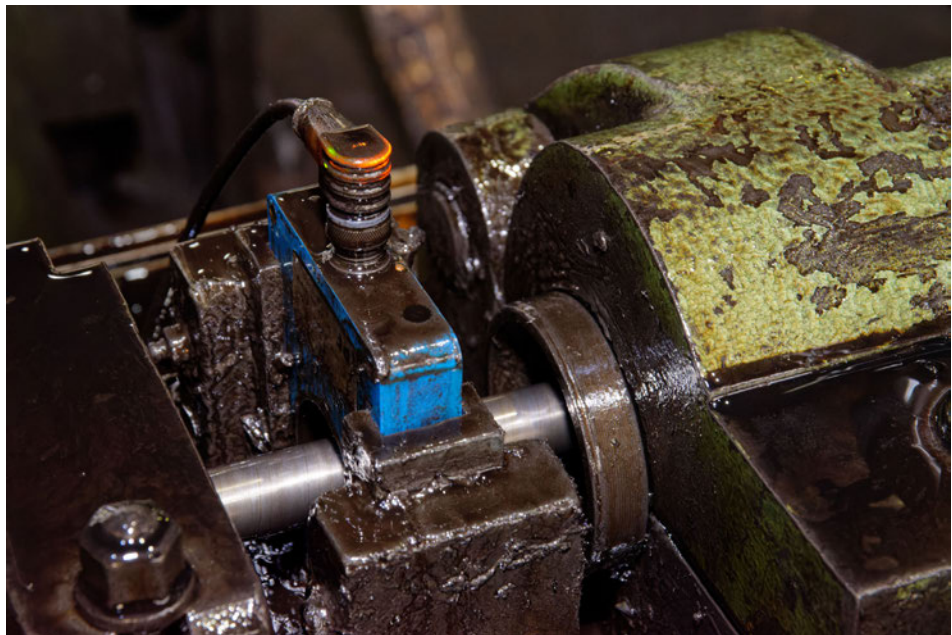


Der induktive Sensor **IC98C727** mit Anschlussstecker gemäß Kundenspezifikation ist z. B. in einer Kaltfräse für das Recycling von Asphalt verbaut.

### **2.6 DURCHBLICK SELBST IN EXTREM ÖLHALTIGER UMGEBUNG**

Mit Produkten wie Stahldraht für Seile, Federstahldraht, Kettenstahldraht oder Automatenstahldraht ist die Drahtindustrie ein unverzichtbarer Zulieferer für viele Branchen. Ein hierauf spezialisierter Betrieb möchte bei der Fertigung von Rundstahl an einer Ablängmaschine mit Zuführautomation jeweils den Anfang eines Produktes detektieren, um es in vordefinierten Längen abschneiden zu können. Hierfür wurde eine Sensorlösung gesucht, die selbst unter Einsatz von viel Öl zur Schmierung der Schneidwerkzeuge in unmittelbarer Produktionsumgebung stets zuverlässig arbeitet. Als Lösung empfahl ipf electronic den induktiven Ringsensor **IY500320**, da sich das Gerät u.a. durch eine hohe Auflösung, einstellbare Empfindlichkeit, chemische Beständigkeit gegenüber dem Öl und Dichtigkeit auszeichnet und sich daher optimal für die spezifischen Anforderungen in dieser Applikation eignet. Der Ringsensor ist darüber hinaus extrem unempfindlich gegenüber Verschmutzungen, wobei selbst das Öl in starker Ausprägung die Funktionsweise des Gerätes nicht beeinträchtigt.

Ringsensoren von ipf electronic eignen sich hervorragend für den Einsatz im Maschinen- und Anlagenbau und werden vermehrt in den Bereichen Montagetechnik und Zuführautomation verwendet. Die Lösungen werden in statische und dynamische Ringsensoren eingeteilt. Statische Ringsensoren bieten optimale Funktionen für alle erdenklichen Einsatzbereiche, z. B. zur Erfassung und Staukontrolle von kleinen Metallteilen in Zuführschläuchen. Dynamische Ringsensoren dienen vor allem zur Detektion von Objekten, die sich schnell bewegen. Sie verfügen über eine hohe Auflösung und erkennen selbst kleinste Teile mit geringer Masse.



Der induktive Ringsensor **IY500320** arbeitet selbst bei extrem ölhaltiger Umgebung stets zuverlässig und detektiert den Rundstahl an der Ablängmaschine sicher.

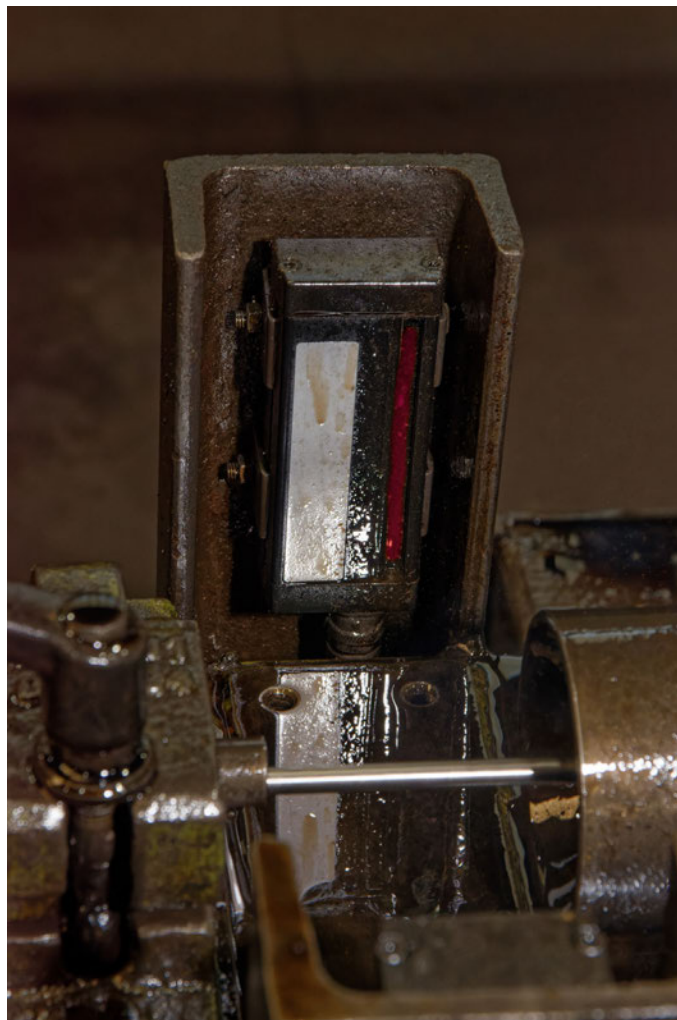
### **3 OPTISCHE SENSOREN**

Optische oder auch optoelektronische Sensoren wandeln optische Informationen in elektrisch auswertbare Signale und verwenden hierzu vornehmlich sichtbares Licht, Infrarotlicht oder ultraviolettes Licht. Die Auswahl an optischen Sensoren von ipf electronic ist sehr breitgefächert, wobei Einwegsysteme, Reflexionssysteme und tastende Systeme angeboten werden. Aufgrund der großen Bandbreite an Lösungen, sind optische Sensoren sehr vielfältig einsetzbar und beweisen hierbei auch ihre Stärken insbesondere in Umgebungen mit sehr anspruchsvollen mithin rauen Bedingungen.



### **3.1 LICHTGITTER DETEKTIERT STAHLDRAHT UNTER RAUEN EINSATZBEDINGUNGEN**

Im Kapitel 2.6 wurde der Einsatz eines Ringsensors zur Detektion von Rundstahl an einer Ablängmaschine beschrieben. Der gleiche Betrieb hat in einem anderen Produktionsbereich eine ähnliche Applikation, in der ebenfalls Stangenmaterial in vordefinierten Längen zugeschnitten werden soll. Da der Stahldraht hier jedoch einen relativ kleinen Durchmesser hat, kann er nach einer Richtung ausschlagen, wenn das Materialende erreicht ist. Bei Einsatz eines Ringsensors zur Detektion des Stangenmaterials bestünde daher die Gefahr, dass der Innenring des Gerätes als aktive Sensorfläche beschädigt wird. Aus diesem Grunde verwendete man in dieser Applikation einen optischen Sensor, genauer ein Lichtgitter **OY410522**, zur Detektion des Stahldrahtes. Zum Schutz vor etwaigen Beschädigungen wurde das Lichtgitter in einen U-Stahl eingesetzt. Wie in der zuvor beschriebenen Applikation, wird auch hier zur Schmierung der Schneidwerkzeuge viel Öl eingesetzt, wodurch das Lichtgitter ebenfalls einer starken Schmutzbelastung ausgesetzt ist. Dennoch arbeitet die Lösung einwandfrei.



Ein in einem U-Stahl geschütztes Lichtgitter OY410522 zur Detektion von Stahldraht.

Die Lösungen der Reihe **OY41052x** im Aluminiumgehäuse (Schutzart IP65) gehören zu den sogenannten multifunktionalen Lichtgittern von ipf electronic. Die mit Infrarotlicht arbeitenden Geräte stehen mit Feldhöhen von 75mm bis 2010mm zur Verfügung, eignen sich für einen Temperaturbereich von -5° C bis +50° C und sind aufgrund ihrer variablen Reichweite (bis zu 8m) sehr vielseitig einsetzbar. Die hier beschriebene Applikation belegt zudem, dass die Lichtgitter selbst raueste Umgebungsbedingungen meistern können.

### **3.2 EINWEGSCHRANKEN WIDERSTEHEN SCHWEFELSÄURE**

Vor noch größeren Herausforderungen standen die Ingenieure von ipf electronic bei einem Betrieb, der für das automatisierte Materialhandling von Kupferblechen in einer Durchlaufbeizstraße Sensoren benötigte, die extremsten Bedingungen standhalten mussten. Die Beizstraße wurde dazu entwickelt, die beim Walzen auf der Oberfläche von Kupferblechen entstehende Oxidschicht vor der Weiterverarbeitung der Bleche mit Schwefelsäurelösung zu entfernen.

#### **3.2.1 AUTOMATISIERTES MATERIALHANDLING FÜR DURCHLAUFBEIZE**

Die teilweise bis zu +500° C heißen Bleche werden hierzu nach dem Walzen über einen Rollengang zu einer Richtmaschine transportiert, die die Oberflächenwelligkeit entfernt. Dieser Maschine folgt eine Vorrichtung, mit der die einzelnen Bleche aus einem Rollengang angehoben und anschließend korrekt ausgerichtet in zwei Pufferzonen vor der Beizkammer positioniert werden. Nach der beidseitigen Behandlung eines Blechs in der Beizkammer wird es zu einem von drei weiteren Puffern, die als Zwischenlager dienen, befördert. Kommt kein Blech aus der Walze, kann ein fertig gebeiztes Blech aus diesem Zwischenlager über einen Rollengang zur Weiterverarbeitung entnommen werden. Für die beiden Pufferzonen vor dem Beizen, für die Beizkammer selbst sowie für die drei nachgeschalteten Materialpuffer benötigte der Betrieb präzise Sensorlösungen, die unter härtesten Umgebungsbedingungen zuverlässig arbeiten, um ein sicheres automatisiertes Handling der Bleche in der Anlage zu gewährleisten.

#### **3.2.2 EXAKTE, ROBUSTE LASERLICHTSCHRANKE MIT HOHER REICHWEITE**

Die Lösung für die zwei unmittelbar hintereinanderliegenden Pufferzonen vor der Beizkammer sollte zuverlässig jeweils die vordere Position eines mitunter gewölbten Blechs (Materialstärke 8 bis 160mm) detektieren und hierbei über die gesamte Materialbreite von bis zu 6 Metern den kompletten Bereich knapp oberhalb des Rollengangs abfragen. Die Sensoren mussten daher über einen exakten, kleinen Messpunkt mit hoher Reichweite verfügen und gleichzeitig extrem robust sein, da die Beize aus einer Lösung mit 15 bis 20 Prozent Schwefelsäure besteht und den Geräten daher massiv zusetzt.

ipf electronic empfahl daher eine Laserlichtschranke, bestehend aus einem Sender **PS180024** und Empfänger **PE180424** im Metallgehäuse (Schutzklasse IP67). Das Einwegsystem verfügt über einen großen Schaltabstand von maximal 60m und ließ sich aufgrund des sichtbaren Laserlichts im Bereich oberhalb der Rollenbahn sehr gut justieren. Der sehr kleine und damit präzise Lichtpunkt ermöglicht es, die vordere Position der dünnen Bleche in den beiden Pufferzonen vor der Beizkammer über die gesamte Materialbreite sicher zu erfassen.

Die Sensoren sind mit der SPS der Anlage verbunden und signalisieren der Steuerung, dass sich ein Blech in der jeweiligen Pufferzone befindet. Ist die Behandlung einer Blechtafel mit Säurelösung abgeschlossen und hat das Blech die Beizkammer verlassen, kann das in der Zone vor der Beizkammer befindliche Blech in die Kammer transportiert werden. Die der Oberflächenbehandlung nachgeschalteten Pufferzonen sind ebenfalls mit den Laserlichtschranken **PS180024/PE180424** ausgestattet und melden der SPS, wenn die Puffer komplett belegt sind, um Materialstaus zu vermeiden. In der Beizkammer werden die Blechtafeln auf Rollengängen im Reversierbetrieb von oben und unten mit Beize besprüht. Auch hier muss, im Zusammenspiel mit den Sensoren in den Pufferzonen, die Position des Blechs abgefragt werden. Hierzu werden die induktiven Sensoren **IO300106** von ipf electronic mit aktiver Fläche aus Edelstahl eingesetzt, die u.a. für Umgebungstemperaturen bis +70° C ausgelegt sind und über die Schutzklasse IP68 verfügen.



Kaum noch zu erkennen: Die säurehaltige Beize setzt den Laserlichtschranken in den Pufferzonen extrem zu.

### **3.3 OPTISCHE TASTER FÜR SPHÄROGUSS-KÜHLSTRECKE**

Hohen Temperaturen und einer immens hohen Staubbelastung sind die optischen Sensoren in der nachfolgenden Applikation in einer Gießerei ausgesetzt, die sogenannte Sphärogussteile für Nutzfahrzeuge fertigt. Der Sphäroguss erfolgt in speziellen mit Sand gefüllten Behältern. Der Sand wird nach dem Befüllen verdichtet, um eine Negativform zu erhalten. Nach dem Gießen und Abkühlen wird das Gussteil entnommen, der Sand wiederaufbereitet und der Behälter für den nächsten Guss erneut mit Sand gefüllt. Zum Abkühlen des Sphärogusses wird eine Kühlstrecke genutzt, in der die Behälter auf verschiedenen kettenbetriebenen Rollenbahnen im Rundlauf transportiert und positioniert werden. Zur Abfrage der Positionen der Gussbehälter und zur Koordinierung ihres Transportes auf den insgesamt sechs Bahnen der Kühlstrecke wurde eine besonders robuste und zuverlässige Sensorik gesucht.

#### **3.3.1 PROBLEME MIT REICHWEITE UND REFLEXIONEN**

Die Geräte sind auf der Kühlstrecke nicht nur mitunter hohen Temperaturen ausgesetzt, sondern auch extremer Schmutz- und Staubbelastung. Die bislang genutzten induktiven Näherungsschalter waren nach einem Umbau des Behälterbahnhofs durch eine zu geringe Reichweite nicht mehr einsetzbar, denn zur Erfassung der Behälter sollten die neuen Lösungen über eine Tastweite von rund 20 Zentimeter verfügen. Die alternativ hierzu verwendeten optischen Sensoren hatten wiederum aufgrund der zum Teil reflektierenden Seitenwände der Gussbehälter Schwierigkeiten bei deren Erfassung.



Induktive Sensoren und herkömmliche optische Taster führten im Behälterbahnhof immer wieder zu Problemen.

### **3.3.2 LÖSUNG MIT GETAKTETEM ROTLICHT UND ÜBERZEUGENDEN EIGENSCHAFTEN**

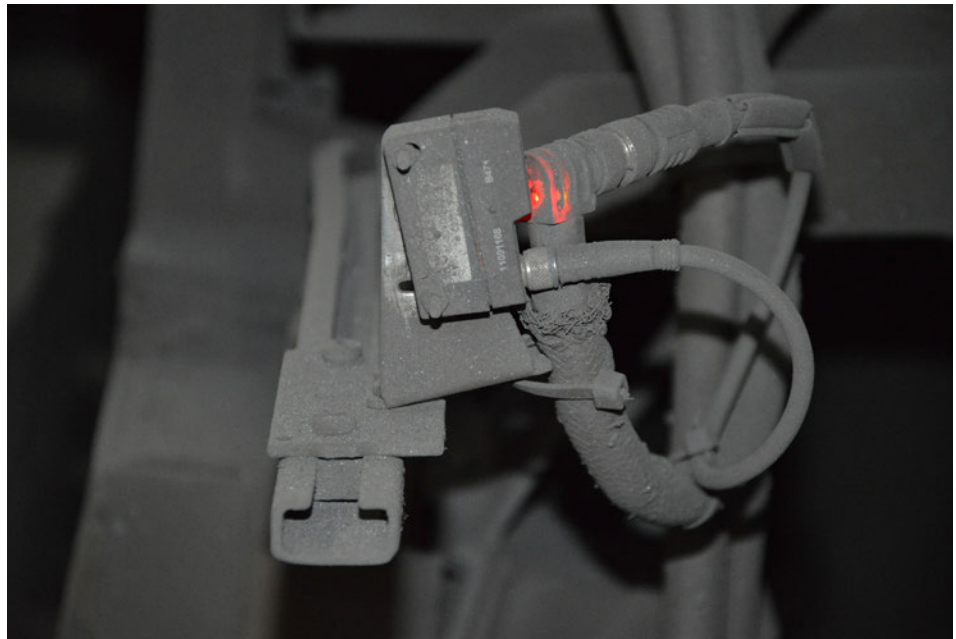
Die bisherigen Sensoren im Behälterbahnhof wurden daher durch die optischen Sensoren **OT430423** von ipf electronic ersetzt. Die mit getaktetem Rotlicht arbeitenden Geräte im robusten Kunststoffgehäuse sind sehr kompakt gebaut (Sensor integriert Sender und Empfänger), eignen sich für den Einsatz in einem Temperaturbereich von -25 °C bis +65 °C und überzeugen durch Tastweiten von 30 bis 500mm. Die Sensoren sind zudem in der Lage, im Tastbereich Materialien unabhängig von ihrem Reflexionsgrad zu erkennen, was sowohl die Farbe als auch Oberfläche des zu detektierenden Objektes anbetrifft. Der Grund: Die Empfängerelemente der optischen Taster bewerten die Objektposition, aus der das auftreffende Sendelicht reflektiert wird. Somit ist eine Aussage möglich, ob sich ein Objekt im gewählten Erfassungs- bzw. Schaltbereich befindet, immer vorausgesetzt, die Objekt-oberfläche, hier die Seitenwände der Gussbehälter, reflektieren in hinreichendem Maße das auftreffende Sendelicht. Die effektive Tastweite des **OT430423** ist daher nicht vom zu detektierenden Objekt, sondern ausschließlich vom zuvor eingestellten Tastabstand abhängig.



Typische Einsatzbedingungen in einer Gießerei. Höhere Temperaturen und vor allem Staub prägen das Produktionsumfeld.

### **3.3.3 VÖLLIG UNEMPFINDLICH GEGENÜBER EXTREMER VERSCHMUTZUNG**

Mittlerweile wurden alle Altgeräte in der Kühlstrecke durch die optischen Sensoren der Reihe **OT43** von ipf electronic ersetzt. Im praktischen Einsatz erweisen sich die Sensoren als besonders schmutzunempfindlich, wie das vorliegende Bildmaterial verdeutlicht. Ein weiterer Vorteil ist die vergleichsweise große Tastweite, die zur sicheren Erfassung der Gussbehälter erforderlich ist. Überdies eignen sich die Lösungen ideal für die Detektion von unterschiedlich reflektierenden Materialien. Ein weiterer Pluspunkt für diese Applikation, denn die Gussbehälter weisen unterschiedliche Reflexionseigenschaften auf. Mit solchen Reflexionen hatte die Gießerei bei den vorherigen Sensorlösungen immer wieder Probleme, insbesondere wenn neue Behälter in die Anlage eingeschleust wurden. Probleme die nun endgültig passé sind.



Die optischen Taster **OT430423** detektieren Materialien unabhängig von ihren Reflexionseigenschaften und sind unempfindlich gegenüber hoher Schmutzbelastung.

### **3.4 HOCHEFFIZIENT DURCH INFRAROTLICHT UND HOHER SENDELEISTUNG**

Hochleistungslichtschranken zählen zu den Einwegsystemen unter den optischen Sensoren und bestehen aus Sender, Empfänger und Verstärker (Einkanal- oder Multiplexverstärker). Je nach Zusammenstellung der Einzelkomponenten können solche Systeme Gesamtreichweiten von bis zu 70 Metern erzielen. Die durch die hohe Sendeleistung der Lichtschranken verfügbaren Leistungsreserven dienen auf kürzeren Distanzen vor allem zur hocheffizienten Verschmutzungskompensation. Die Systeme nutzen Infrarotlicht als Sendesignal, das aufgrund seiner Wellenlänge von rund 880nm über besonders gute Durchdringungseigenschaften verfügt. Einige ausgewählte Beispiele zeigen, von welchen Vorteilen in diesem Zusammenhang die Praxis profitieren kann.

**3.4.1 HOHE ANSPRECHEMPFINDLICHKEIT UND VERSCHMUTZUNGSKOMPENSATION**

Ein geradezu klassisches Beispiel für den Einsatz von Hochleistungslichtschranken sind Waschanlagen bzw. sogenannte Portalwaschanlagen für Fahrzeuge. Insbesondere die beim Reinigen sowie Trocknen über die Karosserie verfahrenen Hauptreinigungsbürsten sowie Trockengebläse solcher Anlagen benötigen eine empfindliche Lichtschranke, die u.a. in der Lage ist, auch Fahrzeugglas (z. B. Front- und Heckscheibe) zu erkennen, um den entsprechenden Andruck der Bürsten bzw. den Abstand des Trockengebläses gemäß der Fahrzeugkonturen zu regeln. Die Optiken der Hochleistungslichtschranken sind in solchen Anlagen vor allem Verschmutzungen durch das Waschwasser und den vom Fahrzeug abgelösten Verunreinigungen ausgesetzt. Hinzu kommen z. B. Reinigungsmittel und Schaum sowie möglicherweise auch kalkhaltiges Wasser, sodass sich auch Kalkreste auf den Optiken niederschlagen können.



Nässe, Schmutz und Reinigungsmittel sind nur einige Bedingungen, denen Hochleistungslichtschranken in Waschstraßen ausgesetzt sind.

Wie bereits erwähnt, sind in Waschanlagen Lichtschranken mit hoher Ansprechempfindlichkeit erforderlich, die gleichzeitig die Verschmutzungen, denen die Optiken von Sender und Empfänger ausgesetzt sind, kompensieren können. Eine Lichtschranke mit fester Einstellung der Sendeleistung ist jedoch nicht in der Lage, diese im Grunde entgegengesetzten Anforderungen zu bewältigen. Daher wurden Lösungen mit Einkanalverstärkern entwickelt, die eine automatische Betriebsart ermöglichen. Sie bieten aufgrund der Absenkung der Sendeleistung auf ein betriebssicheres Mindestmaß eine hohe Ansprechempfindlichkeit und können zusätzlich bei zunehmender Verschmutzung der Optiken die Sendeleistung automatisch nachregeln. Weiterer Vorteil: Eine solche Systemlösung kann ein Signal ausgeben, bevor durch die Verschmutzung der Optiken der Hochleistungslichtschranke die Anschlussverstärker ihre Regelgrenzen erreichen. Somit lassen sich Sender und Empfänger stets rechtzeitig bzw. planmäßig reinigen.

### 3.4.2 SICHERE ANWESENHEITSKONTROLLE DURCH EIN FÖRDERBAND

Hochleistungslichtschranken können allerdings noch weitaus mehr leisten, wie die nachfolgende Applikation zeigt. In einem kunststoffverarbeitenden Betrieb ist nach einem Ofendurchlauf die Anwesenheit von flachen, großformatigen Kunststoffteilen auf einem Förderband zur Übergabe an einen nachfolgenden Transportprozess zu kontrollieren. Im Abfragebereich herrschen durch die noch warmen Kunststoffteile höhere Umgebungstemperaturen und prozessbedingt eine hohe Staubentwicklung. Die Anwesenheit der Kunststoffteile muss durch das aus einem Stabgeflecht bestehende Förderband erfolgen - und das möglichst ohne Fehlsignale.



Die Anwesenheitskontrolle von Kunststoffteilen muss durch ein Förderband aus Stabgeflecht erfolgen.

Die Lösung von ipf electronic besteht hierzu aus einem Sender mit einem Abstrahlwinkel von 6 Grad für maximale Sendeleistung mit hoher Reichweite, einem Empfänger (Öffnungswinkel 25 Grad) und einem Einkanalverstärker mit zusätzlichem Analogausgang zur exakten Justierung von Sender und Empfänger, wobei der Ausrichtungsgrad über ein 0-10V Signal dargestellt wird.

Weil Lichtschranken hohe Reichweiten erzielen können, ließen sich Sender und Empfänger in einem äußeren, thermisch unkritischen Bereich des Förderbandes montieren. Im Gegensatz zu anfänglich erfolglosen Versuchen mit anderen Lösungen wie einer Reflexlichtschranke und einem Lasertaster, ermöglicht dieses System eine sichere und durchgängige Anwesenheitskontrolle der Kunststoffteile.



An der Abfragestelle herrscht eine hohe Staubentwicklung verbunden mit hohen Temperaturen. Aufgrund der hohen Reichweite ließ sich die Lichtschranke (hier der Sender) in einem thermisch unkritischen Bereich installieren.

### **3.4.3 KOMPENSATION VON WITTERUNGSEINFLÜSSEN**

Zum Thema Hochleistungslichtschranken nachfolgend noch zwei weitere Applikationen, die die Leistungsstärke solcher Lösungen unterstreichen. In der nächsten Abbildung ist der Einsatz von Hochleistungslichtschranken mit einem 2-kanaligen Multiplexverstärker an einer Toreinfahrt zu sehen. Die Applikation belegt einmal mehr die Vielseitigkeit solcher Systeme, die nicht nur Verschmutzungen, sondern auch Witterungseinflüsse wie etwa Nebel, Vereisung oder Schnee kompensieren können.



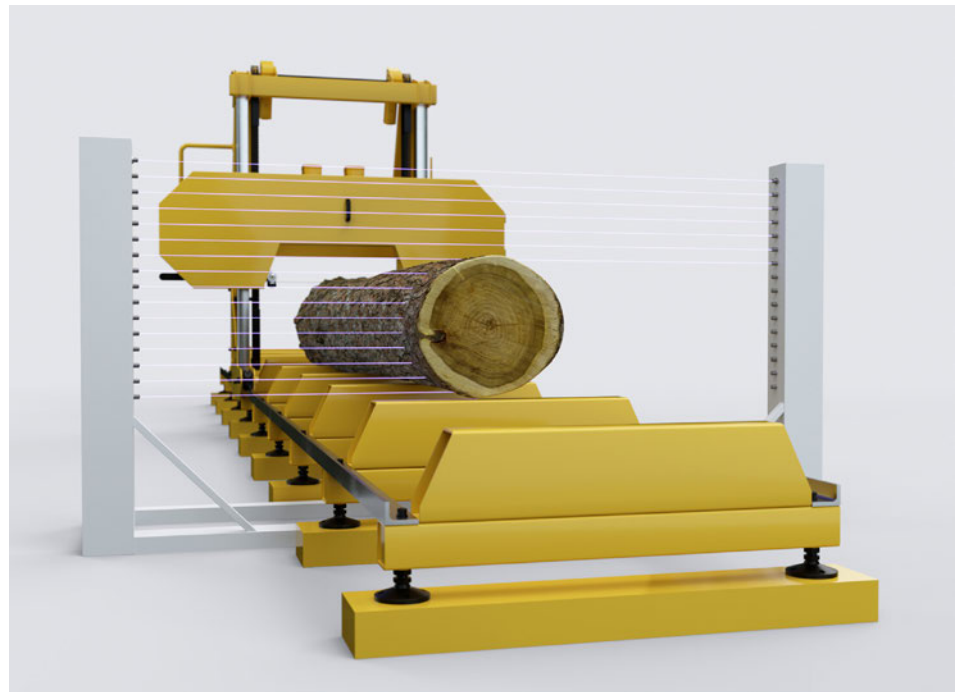
Hochleistungslichtschranke an einer Toreinfahrt. Das System funktioniert selbst dann einwandfrei, wenn der Schnee am Boden in den unteren Infrarotstrahl hineinragt, da die vorgegebene Sendeleistung automatisch nachgeregelt wird.



### **3.4.4 LICHTGITTER FÜR ANWENDUNGSSPEZIFISCHE EINSÄTZE**

Im Portfolio an Hochleistungslichtschranken von ipf electronic befinden sich auch Multiplexverstärker für den Anschluss von 4- oder 8-Sender-/Empfängersystemen. Mit solchen Lösungen lassen sich Lichtgitterfunktionen umsetzen. Ist diese Funktion gewählt, wird bei der Unterbrechung eines beliebigen Lichtstrahls ein einzelner Schaltausgang aktiviert. Für eine flexible Lichtgitterhöhe können mehrere Verstärker miteinander gekoppelt werden, um zusätzliche Lichtschranken in das Lichtgitter zu integrieren.

Solche Lichtgitter werden u.a. in Sägewerken eingesetzt, um auf Fördereinrichtungen bspw. vor Bandsägen den Anfang von Baumstämmen sicher zu erfassen. Die Systeme sind hierbei ebenfalls einer hohen Staub- und Schmutzbelastung u.a. durch das feine Sägemehl ausgesetzt. Die nachstehende Abbildung zeigt, dass durch den Lichtgitterbetrieb sehr anwendungsspezifische Lösungen mit flexibler Lichtgitterhöhe realisierbar sind, wobei sich die einzelnen Hochleistungslichtschranken im Betrieb nicht gegenseitig beeinflussen.



Lichtgitter an einem Transportband für Baumstämme vor einer Bandsäge. Die Kopplung mehrerer Multiplexverstärker ermöglicht Lösungen mit flexibler Lichtgitterhöhe.

### **4 MAGNETISCHE ZYLINDERSENSOREN**

Zylindersensoren gehören zu den Magnetfeldsensoren und werden zur Abfrage der Kolbenstangenposition in Pneumatikzylindern eingesetzt. Die Zylindersensoren von ipf electronic zeichnen sich durch ein äußerst robustes Design aus, denn viele Geräte verfügen über ein Gehäuse komplett aus Metall. In der Praxis müssen magnetische Zylindersensoren u.a. hohen mechanischen Belastungen wie Stößen, Vibrationen, extremen Schwingungen etc. widerstehen. Darüber hinaus sind sie mitunter sehr niedrigen oder sehr hohen Temperaturen ausgesetzt und kommen häufiger in direkten Kontakt mit Kühl- und Schmiermitteln, Emulsionen, Ölen und auch Reinigungs- sowie Lösungsmitteln. Die langlebigen Lösungen halten daher sehr unterschiedlichen rauen Einsatzbedingungen stand. Die nachfolgenden Applikationsbeispiele liefern hierzu einen kleinen Ausschnitt.

#### **4.1 ÄUSSERST LANGLEBIG TROTZ VIELER REINIGUNGSZYKLEN**

Ein Lohnabfüller beliefert weltweit Handelsketten mit Wein. Hierbei werden u.a. verschiedene Weine in sogenannten Bag-in-Boxes abgefüllt. Eine Bag-in-Box besteht als hochwertige Einwegverpackung aus einem handlichen Transportkarton, in dem sich ein Folienbeutel für flüssige Medien mit integriertem Zapfhahn befindet. In einer Abfüllanlage für die Bag-in-Boxes muss die Kolbenstangenposition von verschiedenen Pneumatikzylindern abgefragt werden, zum einen beim Transport der Folienbeutel in die Abfüllstation und zum anderen bei der Positionierung der Folienbeutel, damit deren Füllstutzen exakt zum Abfüllventil der Station ausgerichtet sind. In der Vergangenheit verwendete man für die Pneumatikzylinder gängige Zylindersensoren aus Kunststoff. Allerdings erwiesen sich die Geräte als nicht sonderlich langlebig, denn aufgrund der hohen Hygieneanforderungen wird die Station zweimal täglich mit einem alkoholhaltigen Reinigungsmittel gesäubert. Dies führte nach einiger Zeit dazu, dass der Kunststoff der Sensoren spröde wurde, die Gehäuse aufquollen und die Geräte letztendlich undicht wurden. Aus diesem Grunde mussten die Sensoren regelmäßig, mindestens jedoch zweimal im Jahr, ausgetauscht werden.

Ein Applikationsspezialist von ipf electronic empfahl dem Abfüller stattdessen die Zylindersensoren **MZR401A9** und **MZ0701A8**. Der kompakte **MZR401A9** in Schutzart IP67 für den Einbau in eine C-Nut eignet sich durch das Gehäuse aus Edelstahl insbesondere für den Einsatz unter rauen Umgebungsbedingungen. Der **MZ0701A8** (IP67) wiederum lässt sich aufgrund seines Gehäusedesigns einfach von oben in eine 6,2mm T-Nut von Pneumatikzylindern einsetzen. Auch dieser Sensor erweist sich u.a. aufgrund seines Gehäuses in V4A als besonders robust. Die **MZR401A9** wurden am Pneumatikzylinder für den Transport der Folienbeutel in die Abfüllstation installiert, während die Zylindersensoren **MZ0701A8** die Kolbenstangenposition am Pneumatikzylinder für die Ausrichtung bzw. Zentrierung der Folienbeutel abfragen. Alle Zylindersensoren von ipf electronic sind bereits seit mehr als zwei Jahren in der Abfüllanlage in Betrieb und arbeiten nach wie vor einwandfrei.

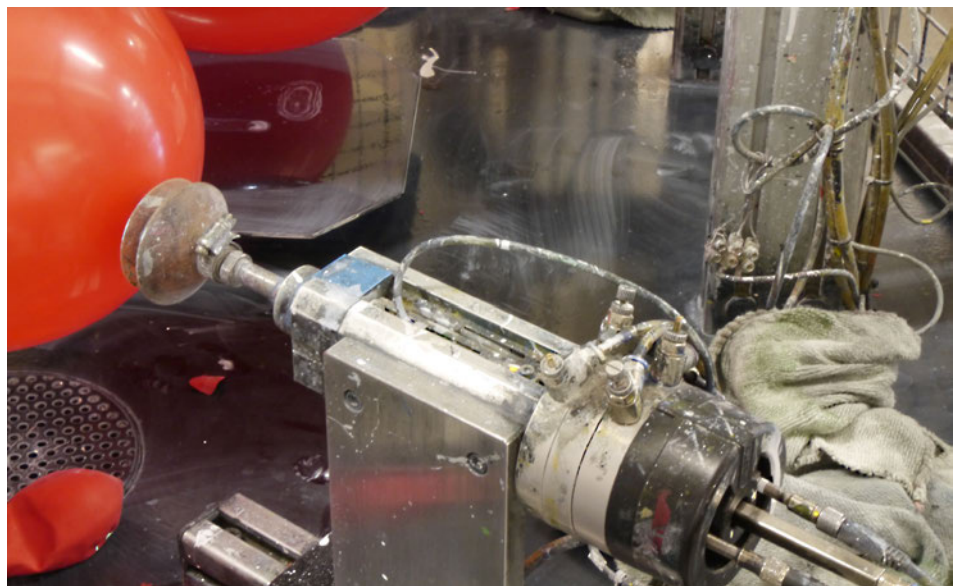


Robust und äußerst langlebig: Die Zylindersensoren **MZR401A9** (links) und **MZ0701A8** im Metallgehäuse ersetzen in einer Abfüllanlage konventionelle Geräte aus Kunststoff, da diese den regelmäßigen Reinigungszyklen mit einem alkoholhaltigen Reinigungsmittel nicht standhielten und daher häufiger ausgetauscht werden mussten.

#### **4.2 ZUVERLÄSSIG SELBST BEI FARBE UND LÖSUNGSMITTEL**

Farbablagerungen sowie hochwirksamen Reinigungs- und Lösungsmitteln sind Zylindersensoren von ipf electronic in einem Betrieb für Werbemittel ausgesetzt. Das Unternehmen versieht u.a. Luftballons mit ein- und mehrfarbigen Aufdrucken nach Kundenwunsch. Für die beidseitige Bedruckung mit dem Wunschmotiv werden die Ballons in einer Anlage zu einem Teil ihres tatsächlichen Volumens aufgeblasen. In der Bedruckungsstation wird zuerst eine Seite des Luftballons mit einem Motiv versehen und dieser anschließend an einer Wendevorrichtung gedreht, um das Motiv auch auf die zweite Ballonseite aufzubringen.

Hierzu wird in der Wendestation ein Vakuumsaugkopf über einen Pneumatikzylinder an den Ballon herangefahren. Der Kopf saugt zunächst den Luftballon an, fährt anschließend über den Pneumatikzylinder zurück, dreht um 180 Grad, fährt dann über den Zylinder vor und setzt den Ballon wieder auf der Aufnahme ab. Da ein Luftballon beim Wendeprozess auch einmal zerplatzen kann, sind Farbspritzer in der Anlage und damit Farbablagerungen auf den Zylindersensoren nicht selten. Dennoch arbeiten die Geräte während der gesamten Produktion einwandfrei und zuverlässig. Da die Anlage außerdem regelmäßig gereinigt wird, um Farbreste z. B. von Profilen und anderen Anlagenkomponenten zu entfernen, kommen die Zylindersensoren hierbei in unmittelbarem Kontakt mit hochwirksamen Reinigungs- und Lösungsmitteln. Aber selbst diese „Behandlung“ überstehen die Sensoren im Metallgehäuse (Schutzart IP67) völlig unbeschadet.

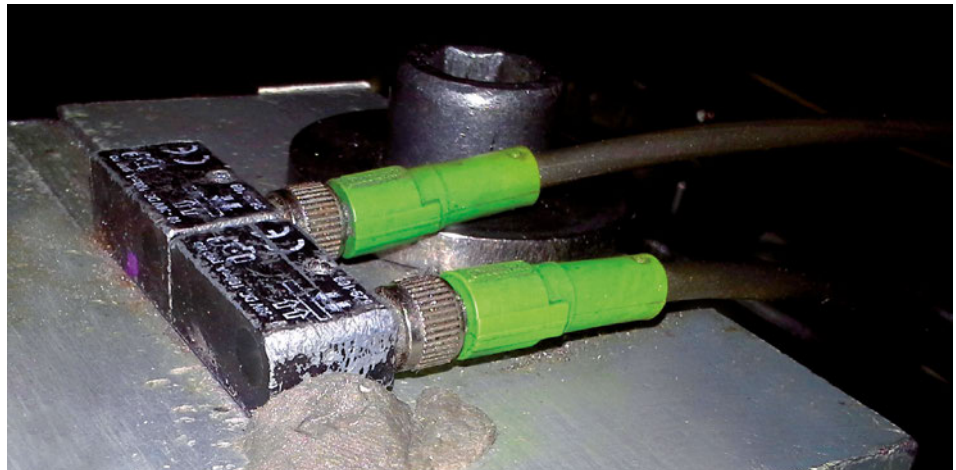


Die Zylindersensoren sind in der Anlage zum Bedrucken von Luftballons Farbspritzern und hochwirksamen Reinigungs- sowie Lösungsmitteln ausgesetzt.

Mit den magnetischen Zylindersensoren von ipf electronic hat auch dieses Unternehmen Lösungen für eine Produktionsumgebung gefunden, die in mehrerlei Hinsicht besondere Ansprüche an eine hohe Zuverlässigkeit und somit einen verschleißfreien sowie störungsfreien Betrieb der Geräte stellt. Noch weitaus höheren Belastungen müssen Zylindersensoren indes in der nachfolgenden Anwendung standhalten.

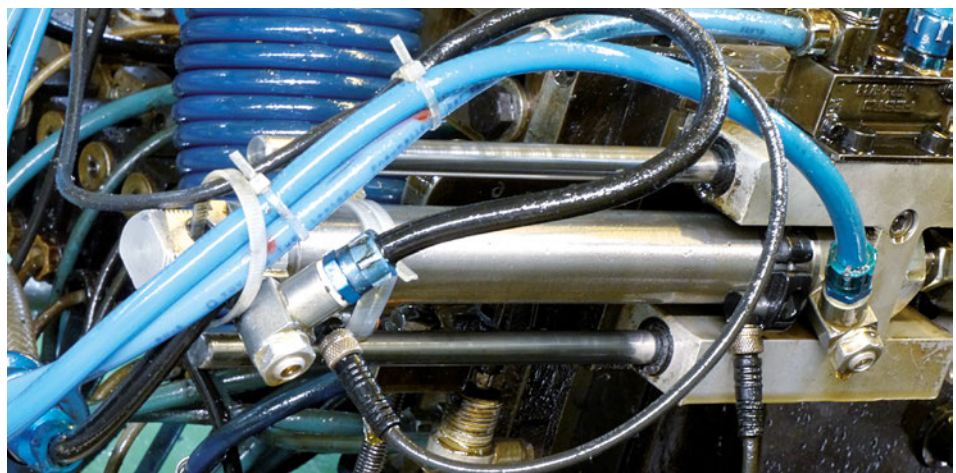
#### **4.3 EXTREM ROBUST BEI HOHEN MECHANISCHE BELASTUNGEN UND TEMPERATUREN**

Ein Hersteller von Spannsystemen für die metallverarbeitende Industrie setzt in seiner Produktion an einer Presse ein Werkzeugwechselsystem mit selbstentwickelten Hydraulikzylindern ein. Bei einem Werkzeugwechsel werden die Zylinder ausgefahren, um das Presswerkzeug fest zu fixieren. Die speziellen Hydraulikzylinder besitzen ein Gehäuse aus nicht-magnetischem Edelstahl. Zusätzlich ist die Kolbenstange mit einem Ringmagnet versehen, der sich bei dem Zylinder von außen mit einem magnetischen Zylindersensor detektieren lässt. Die besonderen Herausforderungen für die Sensorlösung von ipf electronic: sehr hohe Temperaturen an der Abfragestelle, da das in derartigen hydraulischen Systemen eingesetzte Öl Temperatur aufnehmen und heiß werden kann. Hinzu kommen äußerst raue Einsatzbedingungen mit außerordentlich hohen mechanischen Belastungen. Mit dem **MZA70155** entwickelte ipf electronic eigens für diese Applikation einen Zylindersensor im Metallgehäuse, der für die extremen Bedingungen und damit auch hohen Temperaturen von bis zu +100° C ausgelegt ist. Auch den hohen mechanischen Beanspruchungen hält der Sensor stand. Eine im Sensorgehäuse integrierte Madenschraube sorgt zudem für eine sichere Befestigung des Gerätes trotz ständiger Stöße, Erschütterungen und Vibrationen.



Hohen Temperaturen bis +100° C und außerordentlich hohen mechanischen Belastungen sind die Zylindersensoren **MZA70155** ausgesetzt.

In der beschriebenen Applikation sind es u.a. die hohen Temperaturen, die die Zylindersensoren durch Einsatz von Hydrauliköl fordern. In der nachfolgenden Abbildung aus einem anderen Betrieb ist es indes das Öl selbst, denen die Zylindersensoren von ipf electronic widerstehen müssen.



Zylindersensoren an einer Maschine in extrem ölhaltiger Umgebung.

## **5 KAPAZITIVE SENSOREN**

Eine der Hauptintentionen für die Entwicklung von kapazitiven Sensoren war es im Grunde, Gerätelösungen zu erhalten, die sich in Anwendungen ähnlich wie induktive Sensoren handhaben lassen, darüber hinaus aber in der Lage sind, berührungslos auch nicht-metallische Werkstoffe und flüssige Medien zu detektieren. Kapazitive Sensoren sind verschleißfrei, müssen nicht gewartet werden und weisen eine von der Schalthäufigkeit unabhängige Lebensdauer auf. Erfahrungen aus der Praxis zeigen immer wieder, dass kapazitive Sensoren z. B. bei der Füllstandskontrolle von sehr schwierigen Medien Herausforderungen meistern können, an denen andere Sensortechnologien in der Regel scheitern. Hierzu zwei Applikationsbeispiele.

### **5.1 FÜLLSTANDSÜBERWACHUNG VON ZÄHFLÜSSIGEM SCHMIERMITTEL**

In einem metallverarbeitenden Betrieb werden spezifische Fahrzeugteile an einer automatisierten Stanze gefertigt. Ein Bestandteil des Stanzwerkzeuges muss im Produktionsprozess permanent geschmiert werden. Daher soll das zähflüssige Schmiermittel aus einem Vorratsbehälter dosiert über eine Pumpe an die betreffenden Stellen des Werkzeuges geleitet werden. Der Füllstand des Behälters ist hierbei kontinuierlich zu prüfen, um eine prozesssichere automatisierte Fertigung zu gewährleisten. Alle bislang hierfür eingesetzten Sensoren waren jedoch aufgrund der Konsistenz des Schmiermittels nicht in der Lage, eine zuverlässige Füllstandskontrolle sicherzustellen. Eine berührungslose Erfassung des Füllstandes von oben mit einem Ultraschalltaster kam ebenfalls nicht in Frage, da das Gerät aufgrund der aufsteigenden warmen Öldämpfe (Konvektion) keine reproduzierbaren Ergebnisse lieferte. Auf Anfrage des Betriebs empfahl ipf electronic für diese Aufgabe daher den kapazitiven Füllstandssensor **FK920420**.



Kapazitive Füllstandssensoren FK920420 in einem Vorratsbehälter zur Permanentschmierung eines Stanzwerkzeuges.

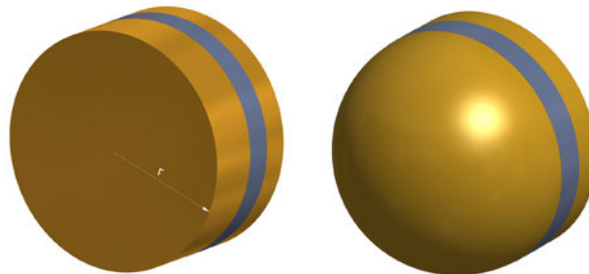
Auffällig ist das Design des Sensors in Kolbenform mit einem Teflon-Gehäuse. Die Bauform ist so konzipiert, dass der Sensor senkrecht von oben in einen Behälter und somit in das zu kontrollierende Medium hineinragen kann. Im Zusammenhang mit der hier beschriebenen Applikation ist die besondere Bauform grundlegend, nicht nur hinsichtlich des Abtropfverhaltens, sondern auch mit Blick auf die Größe der aktiven Sensorfläche und damit der Kapazität des **FK920420** im Vergleich zu herkömmlichen Geräten.



Der **FK920420** ist eine Sonderlösung mit einem kolbenförmigen Teflongehäuse.

### **5.1.1 GRÖßERE AKTIVE FLÄCHE DURCH KOLBENFORM**

Die Größe der aktiven Fläche eines kapazitiven Sensors lässt sich gemäß der folgenden Formel berechnen:  $A = r^2 \times 3,14$ , wobei  $r$  dem Radius der aktiven Fläche entspricht. Die Größe der aktiven Fläche eines Gerätes in Baugröße M30 für den nicht-bündigen Einbau beträgt daher 490,6mm<sup>2</sup>. Aufgrund des kolbenförmigen Designs des **FK920420** lässt sich die im Schaft des Sensors befindliche aktive Fläche anders gestalten. Für deren Größenberechnung gilt daher die Formel für Halbkugelflächen:  $A = 2r^2 \times 3,14$ . Bei einem Durchmesser von nur 26mm verfügt der **FK920420** daher über eine aktive Fläche von 904mm<sup>2</sup> und ist somit im Vergleich zur aktiven Fläche eines herkömmlichen Sensors in Baugröße M30 (nicht-bündig) nahezu doppelt so groß.



Vergleich der Größenunterschiede der aktiven Fläche einer klassischen Elektrode (links) und einer halbkugelförmigen Elektrode (rechts).

Die Kapazität eines Sensors wie dem **FK920420** korreliert u.a. mit der Größe seiner aktiven Fläche. Je größer diese Fläche ist, desto größer ist die Kapazität des Sensors und damit auch seine Ansprechempfindlichkeit sowie sein möglicher Einstellbereich.

### **5.1.2 HOHE KAPAZITÄT UND EXAKTE JUSTIERUNG ELIMINIERT STÖRENDE EINFLÜSSE**

Für die beschriebene Anwendung bietet das Design des **FK920420** daher verschiedenste Vorteile hinsichtlich einer zuverlässigen Füllstandskontrolle. Sinkt der Pegel des Schmiermittels im Behälter bspw. unterhalb der Messsonde, so kann das Medium bedingt durch die Kolbenform gut vom Sensor ablaufen. Mögliche Tropfenreste des Schmiermittelfilms an der Sensorkappe beeinflussen die Messung nicht. Reste des zähflüssigen Schmiermittels, die sich indes auch am Sensorschaft und daher im Bereich des elektrischen Feldes bilden, lassen sich wiederum aufgrund der hohen Kapazität des Gerätes durch eine exakte Justierung der erforderlichen Ansprechempfindlichkeit gezielt ausblenden. In der nachfolgenden Applikation sind es vor allem aggressive Medien und raue Umgebungsbedingungen, die die Füllstandskontrolle zu einer diffizilen Aufgabe macht, die jedoch ebenfalls von einem kapazitiven Sensor gemeistert werden kann.

### **5.2 FÜLLSTANDSKONTROLLE IN AUTOMATISierter KALKMILCHAUFBEREITUNG**

Ein auf Stahlprodukte spezialisiertes Unternehmen behandelt u.a. Edelstahl draht in der hauseigenen Beizeanlage. Die Abwässer der Beize werden in einer speziellen Anlage neutralisiert und müssen hierzu über einen hohen pH-Wert verfügen. Dies wird durch die Zugabe von Kalkmilch erreicht, die das Unternehmen selbst herstellt und hierzu den in Pulverform angelieferten Kalk in einem Behälter mit Wasser anmischt. Da die Kalkmilchaufbereitung vollautomatisch erfolgt, muss der Behälter über eine Füllstandskontrolle verfügen, die mit der Anlagensteuerung (SPS) verbunden ist. Die in der Vergangenheit für diesen Zweck eingesetzten Schwimmerschalter hielten aber auf Dauer den rauen Einsatzbedingungen nicht stand. So bildeten sich auf den Schwimmerschaltern immer wieder starke Kalkablagerungen, sodass die Geräte verklemmten. Die Instandhaltung des Unternehmens musste daher den Behälter für die Kalkmilchaufbereitung regelmäßig zur Reinigung der Schalter öffnen. Mitunter war es sogar notwendig, den Behälter für die erforderlichen Arbeiten leer zu pumpen, wodurch die Produktion unterbrochen werden musste. Hinzu kam, dass auch die Kabel der Schwimmerschalter zur SPS angegriffen und zersetzt wurden.

#### **5.2.1 CHEMIKALIEN-RESISTENTER SENSOR FÜR AGGRESSIVE UMGEBUNG**

Mit dem Füllstandssensor **FK92E117** konnte ipf electronic schließlich eine Lösung anbieten, die den aggressiven Umgebungsbedingungen Paroli bot und sich in Kombination mit dem digitalen Messumformer **BA960900** zur Signalaufbereitung einfach in die automatisierte Kalkmilchaufbereitung integrieren ließ. Das Gehäuse des kapazitiven Sensors mit M12-Anschluss besteht aus Edelstahl, die aktive Zone (Sonde) aus PTFE. Der **FK92E117** mit integrierter Auswerteelektronik ist äußerst resistent gegenüber Chemikalien, wobei sich die eigentliche Sonde (in dieser Anwendung mit einer Länge von 1100mm) in einem Umgebungstemperaturbereich von -25° C bis +100° C einsetzen lässt. Das Gerät stellt einen analogen Stromausgang 4...20mA sowie zwei programmierbare Schaltpunkte bereit.



Im Behälter wird der Kalk mit Wasser zu Kalkmilch angemischt. Links vom Mischer ist die Stabsonde aus PTFE zu sehen, an der sich auch nach längerem Betrieb nur wenig Kalk abgelagert.

### 5.2.2 SYSTEMLÖSUNG ÜBERNIMMT MEHRERE AUFGABEN

Der digitale Messumformer **BA960900** verarbeitet die für die maximalen und minimalen Füllstände voreingestellten Stromsignale des Füllstandssensors und gibt bei Erreichen dieser Werte über seine Relaisausgänge die entsprechenden Signale an die SPS der Kalkmilchaufbereitung. Dem Eingangssignal des Füllstandssensors können am Messumformer bis zu vier frei programmierbare Relaischaltpunkte zugewiesen werden. Hat der Behälter der Kalkmilchaufbereitung bspw. sein Füllstandsminimum erreicht, wird über ein Schaltsignal an die SPS die automatische Anmischung neuer Kalkmilch initiiert. Hierbei wird vom Sensor ebenfalls die Zugabe der korrekten Menge an Wasser überwacht. Darüber hinaus kontrolliert die Sonde als Überlaufschutz das Füllstandsmaximum der Kalkmilch und fungiert als Trockenlaufschutz für die Pumpen, die sich im Behälter der Kalkmilchaufbereitung befinden.



Das Gehäuse und der Anschluss des kapazitiven Füllstandssensors bestehen aus Edelstahl. Deutlich erkennbar sind die Kalkablagerungen auch auf dem Behälter der Aufbereitung.

### 6 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Extrem hohe oder niedrige Temperaturen, Staub, Schmutz, hohe Drücke, hohe mechanische Belastungen, aggressive Medien wie Säuren, Laugen und Chemikalien, Feuchtigkeit, Nässe und weitere widrige Umgebungseinflüsse, das sind nur einige Herausforderungen, denen Sensoren im harten Industrieinsatz begegnen. Das Spektrum an potenziellen Lösungen für unterschiedliche Einsatzgebiete mit hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit und damit Langlebigkeit selbst unter schwierigsten Bedingungen ist äußerst breitgefächert, wie dieses Whitepaper anhand von Praxisbeispielen zeigt. Hierbei wird deutlich, dass es in diesem Zusammenhang nicht allein auf die robuste Ausführung eines Gerätes ankommt, sondern insbesondere auch auf die optimale Integration der Gesamtlösung in eine konkrete Applikation. ipf electronic bietet eine Vielzahl an Sensoren mit unterschiedlichen Technologien und besonderen Eigenschaften an, die teilweise für sehr kundenspezifische Erfordernisse als SonderbaufORMen entwickelt und zu einem Großteil in das allgemeine Lösungs-Portfolio mit aufgenommen wurden. Sensorlösungen für raue Umgebungsbedingungen sind gewissermaßen ein Spezialgebiet, auf dem die Applikationsspezialisten von ipf electronic über Jahrzehnte viele grundlegende Erfahrungen gesammelt haben. Diese Erfahrungen bilden die Basis für ein wertvolles Know-how, das bei ipf electronic als Expertenwissen jederzeit auch für andere Anwendungen mit hohen Anforderungen an die Sensorik zur Verfügung steht.

© ipf electronic gmbh: Dieses White Paper ist urheberrechtlich geschützt. Die Verwendung des Textes (auch in Auszügen) sowie der Bildmaterialien in diesem Dokument ist nur mit schriftlicher Genehmigung der ipf electronic gmbh gestattet.



**ipf electronic gmbh**  
info@ipf.de • www.ipf.de

Änderungen vorbehalten! Stand: Juli 2022