

WHITEPAPER

ENERGIEMONITORING UND
PRODUKTIONS-/PROZESS-
DATENERFASSUNG

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

Giuseppe Vinci
Produktmanagement Prozessdatenerfassung

IPF ELECTRONIC

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung	3
2 Wertvolle Daten auch von Altanlagen ohne aufwendige Umbauten	3
2.1 Zentrale Datenerfassung mit IIoT-Plattform	4
2.2 Messung von Energieverbrauch und CO ₂ -Abdruck	5
2.3 Energiemonitoring zur Druckluftherzeugung	6
2.4 Flexible Systemskalierung durch I/O-Modul	7
2.5 Visualisierung und Auswertung mit bewährten Apps.....	7
3 Nachhaltige Kostensenkung durch gezielten Sensoreinsatz	9
3	
.1 Druckluftnetz: Messung von Durchfluss, Qualität und Druckprofil	9
3.1.1 Durchfluss- und Verbrauchsmessungen.....	9
3.1.2 Messung der Druckluftqualität.....	12
3.1.3 Kontinuierlichen Filterüberwachung in Druckluftanlagen	13
3.1.4 Ermittlung des Druckprofils in nachgeschalteten Systemen	13
3.1.5 Temperatur- und Verbrauchsmessung weiterer Medien.....	13
3.1.6 Druckmessung von Luft, neutralen Gasen sowie gasförmigen und flüssigen Medien.....	15
3.1.6.1 Druckmessung von Luft und neutralen Gasen.....	15
3.1.6.2 Druckmessung von gasförmigen und flüssigen Medien	16
3.2 Produktion und Prozesse: Kapazitätsauslastung ermitteln	19
3.2.1 Ermittlung der Produktionsmenge sowie IO- und NIO-Stückzahlen.....	19
3.2.1.1 Lichtschranken, Rahmen-, Ring- und Schlauchsensoren	19
3.2.1.2 Einfache, robuste Lösung für Auswurfschächte.....	20
3.2.1.3 Produktionsmenge von Bandmaterialien ermitteln.....	21
3.3 Mehr Details zum Verbrauch von Betriebs- und Hilfsstoffen.....	22
3.3.1 Ultraschallsensoren: Füllstandmessungen aus jeder Distanz	22
3.3.2 Radarsensoren: Interessant für besonders anspruchsvolle Umgebungen.....	23
3.3.3 Drucksensoren und Seilsonden: Vom Druck zum Füllstand	24
4 Fallbeispiele aus der Praxis	24
4.1 Automatisierte Zählerablesung	24
4.2 Energiemonitoring von Maschinen	25
4.3 Energiemonitoring einer Spritzgussmaschine inklusive Gas-Verbrauchsmessung	27
5 Zusammenfassung und Fazit	28

1 EINLEITUNG

Dank der rasanten Fortschritte im Bereich der Digitalisierung lassen sich heutzutage vermehrt datenbasierte Entscheidungen für die Organisation und Durchführung der Produktion in vielen verschiedenen Industriebranchen treffen. Datengestützte Informationen sorgen für eine höhere Transparenz auf allen Unternehmensebenen und steigern mit zielgerichteten Entscheidungen spürbar die Produktivität bei gleichzeitig höherer Fertigungsqualität. Hinzu kommt eine höhere Wirtschaftlichkeit aufgrund von nachhaltigen Kosteneinsparungen durch den effektiveren Einsatz von Energie und Betriebsmitteln.

Um so verwunderlicher ist es vor diesem Hintergrund, dass viele Betriebe nach wie vor entweder nur lückenhaft oder gar nicht ihre Produktions- sowie Prozessdaten erfassen und daher u.a. keine Übersicht über ihre tatsächliche Kapazitätsauslastung haben. Dies kann immer wieder bspw. zu Produktionsengpässen aufgrund nicht exakt kalkulierter Fertigungsressourcen oder gar Produktionsstopps durch nicht rechtzeitig verfügbare Rohmaterialien oder unvorhergesehene Maschinenausfälle führen – mit deutlich negativen Auswirkungen auf die Auftragsabwicklung und Lieferzeiten.

Was sind die wichtigsten Produktion-/Prozessdaten, die ein Industrieunternehmen erfassen sollte?

- | Energieverbrauchsdaten von Maschinen, Anlagen, Prozessen und Druckluftsystemen
- | Maschinendaten wie z. B. Auslastung, Laufzeiten, Verfügbarkeit, etc.
(Wichtigste Kennzahlen zur Gesamtanlageneffektivität – OEE)
- | Produktionszahlen wie z. B. Produktionsmengen, Stückzahlen, Durchsatz, etc.
- | Qualitätsdaten wie bspw. Anzahl von IO- und NIO-Teilen, sonstige Ausschussdaten etc.
- | Eingesetzte Materialien wie z. B. Daten zu Rohmaterialien, Halb- und Fertigteile etc.
sowie den Verbrauch von Betriebsstoffen wie etwa Kühl- und Schmiermittel etc.
- | Terminierung und Lieferzeiten

Für die Erfassung von Produktionsdaten bieten sich in diesem Zusammenhang verschiedene Technologien an, z. B.:

- | Manuelle Erfassung mit digitalen Endgeräten wie bspw. Tablets, Terminals, etc.
- | Betriebsdatenerfassung (BDE-Daten, Materialfluss) und Maschinendatenerfassung
(MDE – Zykluszeiten, Maschinenzustände)
- | Manufacturing Execution Systems (MES) – Bündelung von Produktionsdaten z. B.
aus Maschinen, aber auch anderer Quellen
- | IIoT-Plattformen zur Erfassung, Visualisierung und Auswertung von Daten
- | Sensorik und Maschinenschnittstellen

2 WERTVOLLE DATEN AUCH VON ALTANLAGEN OHNE AUFWENDIGE UMBAUTEN

Viele Unternehmen scheuen indes den immensen Aufwand, um durch die Kombination der oben genannten Technologien ein System zur Produktions-/Prozessdatenerfassung aufzubauen. Hinzu kommt, dass manche der irrigen Auffassung sind, ein solches System ließe sich nur mit vergleichsweise neuen Produktionsanlagen umsetzen, die bspw. durch Steuerungen und Netzwerkschnittstellen über die entsprechende „Intelligenz“ für die Produktions-/Prozessdatenerfassung verfügen. In diesem Zusammenhang spielt vor allem das Thema Retrofit von Altanlagen eine entscheidende Rolle.

Wie auch immer die Ausgangssituation sein mag, ist es gerade in der Anfangsphase sicherlich zumeist völlig illusorisch, quasi auf Anhieb eine durchgängige Lösung unter Berücksichtigung aller genannten Aspekte zu realisieren, die auch praktikabel ist.

Stattdessen sollte in einem ersten entscheidenden Schritt die Zielsetzung darin bestehen, die erfassten Produktions-/Prozessdaten zur Berechnung der tatsächlichen Kapazitätsauslastung heranzuziehen, um die wesentlichen Gründe für die Verschwendung von Energie, Zeit und Material zu identifizieren. In der Folge lassen sich dann valide Entscheidungen für eine nachhaltige Veränderung der Situation und Beseitigung der potenziellen Schwachstellen treffen.

Ein nicht zu unterschätzendes Argument für diese Vorgehensweise ist außerdem, dass sich mit einem Großteil der nachfolgend vorgestellten Technologien auch Altanlagen im Zuge eines Retrofits modernisieren lassen, um sie gewissermaßen „fit“ für die Digitalisierung zu machen. Insofern ist es nicht allein moderneren Anlagen mit vorhandener Steuerungs- und Netzwerkarchitektur vorbehalten, wertvolle Daten zu liefern, z. B. zu Produktionsvolumen, Maschinenauslastung, Bearbeitungszeiten, Energieverbrauch und zu spezifischen Prozessparametern, die letztendlich die Transparenz einer Fertigung maßgeblich steigern und daher auf vielen Ebenen handfeste Vorteile bieten.

Dieses Whitepaper zeigt anhand einer Systemlösung von ipf electronic, wie unter Einsatz von drei bereits oben genannten Technologien (IIoT-Plattformen sowie Sensorik und Maschinenschnittstellen, wenn vorhanden) ohne aufwendige Umbauten und hohe Anfangsinvestitionen eine jederzeit skalierbare Lösung für die Produktions-/Prozessdatenerfassung aufgebaut werden kann. Um es nochmals zu betonen: Bei Altanlagen ist zur Realisierung dieser Zielsetzung nicht zwingend eine Anlagensteuerung erforderlich, um Daten erfassen und auswerten zu können.

Für die ersten entscheidenden Maßnahmen empfiehlt sich das direkte Maschinenumfeld, weil dort, wie weiter oben schon beschrieben, sehr viele wertvolle Daten u.a. zum Energieverbrauch, zum Verbrauch von Betriebs- und Hilfsstoffen, zur Maschinenauslastung und insbesondere zu den produzierten Stückzahlen inklusive der möglichen Ausschussraten anfallen.

2.1 ZENTRALE DATENERFASSUNG MIT IIOT-PLATTFORM

Eine grundlegende Voraussetzung für eine zentrale Datenerfassung von Produktions-/Prozessdaten ist zunächst eine Lösung, mit der die gewünschten Informationen sowie Daten zusammengeführt, visualisiert und auf einfache Weise analysiert werden können. ipf electronic bietet hierzu mit dem **BY000002** ein leistungsstarkes IIoT-Gateway als herstellerunabhängige Plattform an, die nicht nur eine hohe Kompatibilität zu allen derzeit im Markt verfügbaren Hardware- und IT-Systemen aufweist, sondern in der Grundversion auch frei von mitunter kostspieligen Softwarelizenzen oder möglichen Updatekosten ist, da die Lösung auf seit langem bewährte Open Source-Anwendungen und Freeware basiert.

Das **BY000002** verfügt über bis zu 4 Eingänge für Analogsensoren und 6 programmierbare I/Os für den direkten Anschluss von digitalen Sensoren, stellt u.a. Schnittstellen wie 100MbE/GbE, CAN, RS485, USB2.0 Host sowie USB2.0 Device bereit und unterstützt zahlreiche Protokolle wie z. B. Modbus, CAN, MQTT, HTTP, Cloud of Things, OPC U/A und DB/SQL.

Zu den zentralen Bestandteilen des IIoT-Gateways mit schnellem ARM-Prozessor und großem Ringspeicher zur kontinuierlichen Datenerfassung gehört ein Linux-basiertes Betriebssystem „onboard“ und bewährte, über jeden Standardbrowser abrufbare Webclients zur Aufbereitung der Daten, die sich u.a. anhand individuell konfigurierbarer Dashboards visualisieren lassen.

Da die Einführung neuer Technologien häufig mit vielen Fragen verbunden ist, bietet ipf electronic als erste Unterstützung verschiedenste Servicepakete zur Erstinstallation des IIoT-Gateways und kundenindividuellen Konfiguration der Webclients an. In diesem Zusammenhang lässt sich dann bei Bedarf bspw. auch prüfen, welche Retrofit-Maßnahmen für Altanlagen möglich und auch sinnvoll sind.

2.2 MESSUNG VON ENERGIEVERBRAUCH UND CO₂-ABDRUCK

Extrem volatile Energiepreise erhöhen zusehends den Kostendruck von Unternehmen. Wer daher in diesem Bereich nicht nur auf langfristig günstigere Lieferverträge hoffen will, sondern die Energiekosten eigenständig sowie nachhaltig senken möchte, muss wissen, welche Maschinen, Anlagen und Prozesse für besonders hohe Verbräuche verantwortlich sind. Hier bietet sich gleich zu Beginn der Einsatz des IIoT-Gateways **BY000002** in Kombination mit dem Energiemessmodul **AB000008** und passenden Stromwandlern für die Montage auf einem Rundleiter oder eine Stromschiene (z. B. die Baureihe **NZ** mit Messbereichen zwischen 30A bis 600A) von ipf electronic an.



Das IIoT-Gateway (Mitte) **BY000002** sowie das Energiemessmodul **AB000008** (rechts, oben) und das I/O-Modul **AB000009** (rechts, unten) ermöglichen einen einfachen Einstieg in das Energiemonitoring sowie die Produktions-/Prozessdatenerfassung. (alle Bilder: ipf electronic gmbh)

Das Energiemessmodul **AB000008** dient im Zusammenspiel mit den Stromwandlern zur kontinuierlichen Messung und Auswertung von Energieverbräuchen in 1- und 3-Phasennetzen. Das **AB000008** hat hierbei primär die Aufgabe, aus den Einzelmessungen z. B. die Wirk-, Blind- und Scheinleistung oder auch Daten wie die Effektivwerte für Strom und Spannung zu ermitteln. Da viele Industriemaschinen eine dreiphasige Drehstromversorgung haben und die Phasen aufgrund der hieran angeschlossenen Verbraucher (z. B. Steuerung, Antrieb, Transformator, etc.) meist asymmetrisch belastet werden, ist hier für jede Phase eine separater Stromwandler zur Erfassung der exakten Gesamtstromaufnahme einer Maschine erforderlich. Alle Stromwandler sind schließlich mit dem Energiemessmodul **AB000008** verbunden, das wiederum per Ethernet oder Backplane-Bus mit dem IIoT-Gateway **BY000002** gekoppelt ist.

Bei Bedarf lässt sich das System zudem per LAN, WLAN oder LTE in ein Netzwerk integrieren oder durch zahlreiche Softwareschnittstellen an übergeordnete Systeme anbinden.

Für den Einsatz des Energiemessmoduls **AB000008** zusammen mit den Stromwandlern ist übrigens nicht zwingend das Gateway erforderlich, da das Modul über ein eigenes Betriebssystem verfügt und u.a. mit der bereits zur Grundausstattung des Gateways gehörenden Dashboard-Visualisierungslösung als Freeware arbeitet.

2.3 ENERGIEMONITORING ZUR DRUCKLUFTERZEUGUNG

Ein weiteres hochinteressantes Einsatzgebiet für das Gateway, Energiemessmodul und die Stromwandler von ipf electronic ergibt sich bei der Messung der Stromaufnahme an Kompressoren zur Erzeugung von Druckluft. Immerhin werden hierzulande im Durchschnitt 14 Prozent des industriellen Stromverbrauchs für die Erzeugung von Druckluft benötigt, wobei allein Leckagen in Druckluftnetzen für Energieverluste von bis zu 40 Prozent verantwortlich sind.

Die Installation der Geräte an einer Druckluftanlage ist ähnlich einfach, wie bei einer Maschine. Der Stromwandler wird an der Kompressorzuleitung installiert und ist mit dem am Gateway angeschlossenen Energiemessmodul für die Messwertaufbereitung und -auswertung verbunden.



Stromwandler der Reihe NZ werden in Kombination mit dem Gateway BY000002 und dem Energiemessmodul AB000008 eingesetzt.

Zusätzlich zu den Messwerten der Stromwandler am Kompressor kann das Gateway eine Fülle an Sensorsignalen für die Druckluftüberwachung und -verbrauchsmessung verarbeiten. Flankierend zu den oben beschriebenen Lösungen bietet ipf electronic daher ein sehr breitgefächertes Portfolio an Sensorlösungen für diese Aufgaben an, von Druck- und Temperatursensoren, über parametrierbare Strömungssensoren und Differenzdrucksensoren, bis hin zu Geräten für die Ortung von Leckagen u.a. in Druckluftnetzen. Alle Lösungen haben die vorrangige Aufgabe, durchgängig den einwandfreien Betrieb eines Druckluftsystems sicherzustellen und hierbei durch die Messwarterfassung und -auswertung Potenziale für die Einsparung von Druckluft und der hierfür benötigten Energie zu identifizieren (**Siehe hierzu Kapitel 3.1**).

Anhand der Messungen zum Stromverbrauch von Maschinen, Anlagen und Kompressoren lässt sich letztendlich auch der CO₂-Fußabdruck einer Fertigung exakter ermitteln, was schon allein mit Blick auf ein gemäß EU-Richtlinie ab 2028 verpflichtendes Nachhaltigkeitsreporting „Corporate Sustainability Reporting Directive“ (CSRD) zunehmend wichtiger wird.

2.4 FLEXIBLE SYSTEMSKALIERUNG DURCH I/O-MODUL

Ergänzend zur hardwareseitigen Systemlösung stellt ipf electronic für eine flexible Skalierung das I/O-Modul **AB000009** bereit. Das kompakte Modul wird per Backplane-Bus-Anschluss mit dem IIoT-Gateway **BY000002** verbunden. Hierdurch erhöht sich nochmals die Anzahl an Geräteschnittstellen (Eingänge: 12 x digital, 6 x analog, Ausgänge: 6 x digital, 2 x analog), falls die I/Os des Gateways nicht ausreichen sollten. Da sich bis zu 10 I/O-Module an einem Gateway anschließen lassen, steht einer bedarfsorientierten Skalierung der eigenen Produktions-/Prozessdatenerfassung nichts im Wege.

Darüber hinaus ist das **AB000009** in der Lage, als Einzelgerät und „Datensammler“ zu arbeiten, wenn bereits ein System zur Signalverarbeitung und -visualisierung vorhanden ist.



Das I/O-Modul **AB000009** steigert die Anzahl an Ein- und Ausgängen, falls die I/Os des Gateways nicht ausreichen sollten.

2.5 VISUALISIERUNG UND AUSWERTUNG MIT BEWÄHRTEN APPS

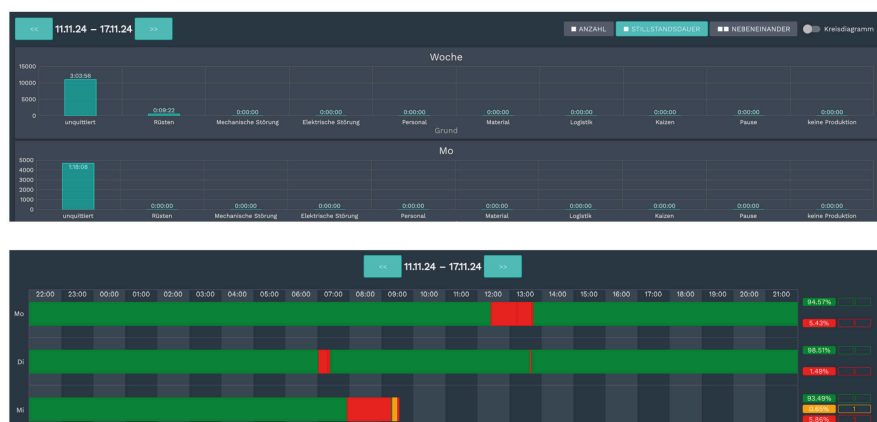
Abgerundet werden die bislang beschriebenen Lösungen durch vielseitige sowie leistungsstarke Apps.

Eine bereits auf dem IIoT-Gateway vorinstallierte Lösung basiert auf einer Freeware und dient zur Visualisierung aller Messwerte auf einem übersichtlichen, dynamischen Dashboard. Das Dashboard ist in diesem Zusammenhang auf vielfältige Weise individuell konfigurierbar und bietet zahlreiche Darstellungsoptionen (z. B. Tachometer-, Säulen-, Kurven-Diagramme, Heatmaps, Histogramme, uvm.) Hinzu kommt die einfache Auswahl an individuellen Detailansichten mit höherer Auflösung einzelner Darstellungen sowie bei Bedarf eine schnelle automatische Alarmierung z. B. anhand von Regeln, Bedingungen oder Schwellenwerten. Auch an den einfachen Datentransfer etwa per Email oder Messenger-Diensten sowie eine effiziente Teamarbeit ohne Medienbrüche über eine plattformunabhängige VNC-Verbindung wurde gedacht.



Das Dashboard zur Freeware bietet eine Vielzahl an Darstellungsoptionen.

Eine weitere, optional erhältliche App ermöglicht als äußerst leistungsfähiges Tool die kontinuierliche Überwachung der Produktivität und Stillstandzeiten von Anlagen. Es ist bekannt, dass eine hohe Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen essenziell z. B. für eine hohe Produktivität, für den optimalen Einsatz aller Produktionskapazitäten und zur einfachen Planung und Durchführung der gesamten Fertigungsorganisation ist, um nur wenige Argumente zu nennen. Unbestritten ist ebenfalls, dass die Erfassung bspw. von Laufzeiten, Auslastung und Anlagenverfügbarkeit nicht nur die wichtigsten Kennzahlen zur Gesamtanlageneffektivität (OEE- Overall Equipment Effectiveness) liefert, sondern darüber hinaus entscheidend zu einer höheren Transparenz der Fertigung beiträgt. Über die zusätzliche App zum IIoT-Gateway können sämtliche Anlagen und Prozesse überwacht und die wichtigsten Informationen visualisiert sowie verarbeitet werden. Hierdurch ist es nun u.a. möglich, immer frühzeitig auf Fertigungsengpässe oder gar Produktionsausfälle zu reagieren und alle Verantwortlichen ohne unnötige Zeitverzögerungen über die wichtigsten Maschinenzustände zu informieren. Ergänzend zur Darstellung der Produktivität einer Anlage zeigt die App auf Wunsch u.a. auch die gefertigten Stückzahlen an. Ein weiteres überaus sinnvolles Feature ist bspw. die Auswahl bereits vordefinierter Gründe für bestimmte Anlagenzustände, z. B. Wartung, Pause, Reparatur, etc. Darüber hinaus bietet die App vielfältige Analysefunktionen zu verschiedensten Anlagenzuständen. Die Darstellung der App lässt sich mit flexibel wählbaren Anlagenparametern und Betrachtungszeiträumen ebenfalls individuell konfigurieren.



Eine weitere, optionale App zum IIoT-Gateway ermöglicht als äußerst leistungsfähiges Tool die kontinuierliche Überwachung der Produktivität und Stillstandzeiten von Anlagen.

3 NACHHALTIGE KOSTENSENKUNG DURCH GEZIELTEN SENSOREINSATZ

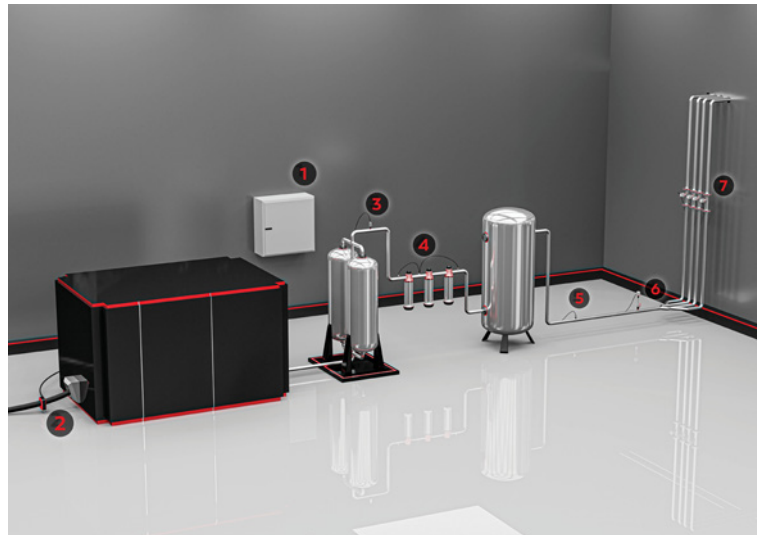
Wie zuvor bereits erwähnt, verfügt ipf electronic ergänzend zum IIoT-Gateway und dem Energiemessmodul sowie I/O-Modul (**AB000008**, **AB000009**) über eine sehr große Auswahl an leistungsstarken Sensoren. Diese sind nicht nur für die Druckluftüberwachung und -verbrauchsmessung bestimmt, sondern lassen sich in allen erdenklichen Bereichen einer Produktion einsetzen. Im Folgenden wird hierzu eine Übersicht mit den wesentlichen Funktionen und Merkmalen gegeben.

3.1 DRUCKLUFTNETZ: MESSUNG VON DURCHFLUSS, QUALITÄT UND DRUCKPROFIL

Im Kapitel 2.3 wurde schon beschrieben, wie sich unter Einsatz des IIoT-Gateways **BY000002**, des Energiemessmoduls **AB000008** und der Stromwandler (Baureihe **NZ**) von ipf electronic die Stromaufnahme eines Kompressors zur Druckluftherzeugung erfassen lässt. Ergänzend hierzu stellt ipf electronic eine Fülle an Sensorlösungen u.a. für Durchfluss- und Verbrauchsmessungen in Druckluftnetzen zur Verfügung, von denen hier einige vorgestellt werden.

3.1.1 DURCHFLUSS- UND VERBRAUCHSMESSUNGEN

So bietet das IIoT-Gateway mithilfe parametrierbarer Strömungssensoren (im Internet-Produktselektor auf der Startseite von ipf electronic unter „Verbrauchsmessung Druckluft und Gase“ zu finden) die Möglichkeit, an mehreren relevanten Stellen in einem Druckluftnetz Verbrauchsmessungen vorzunehmen und anhand der Messergebnisse u.a. festzustellen, ob es Leckagen im Netz gibt. Alle gesammelten Sensordaten laufen, wie auch bei den weiteren vorgestellten Lösungen, im Gateway für die Visualisierung und Analyse zusammen.



Technologien von ipf electronic bieten vielfältige Möglichkeiten für den Einsatz in Druckluftnetzen: IIoT-Gateway und Strommessmodul (1), Stromwandler an der Kompressorzuleitung (2), Taupunktsensor hinter einem Absorptionstrockner (3), Differenzdrucksensor an der Filtration (4), Drucktransmitter hinter dem Druckspeicher (5), Einstichsensor in der Hauptleitung vor der Druckluftverteilung (6) und Strömungssensoren mit integrierter Messstrecke in den einzelnen Versorgungssträngen zur Druckluftverteilung (7).

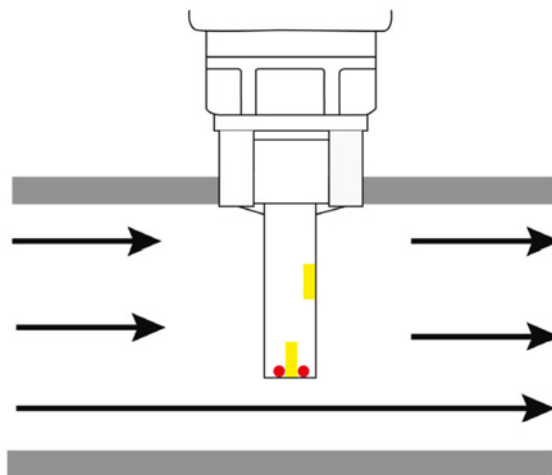
In diesem Kontext sollte betont werden, dass es erfahrungsgemäß in nahezu jedem Druckluftnetz in irgendeiner Form Undichtigkeiten gibt, die oftmals nicht erkannt werden. Solche Leckagen erweisen sich in der Regel als wahre Kostentreiber bei der Druckluftherzeugung, -aufbereitung und -verteilung und stehen in keinem Verhältnis zu den Investitionen bspw. in parametrierbare Strömungssensoren. Es geht hier daher weniger um die Frage „Ob?“, sondern eher um die Frage „Wann?“.

Kosten pro Jahr						
Druck	Leckagegröße - Durchmesser (mm)					
	0,5mm	1,0mm	1,5mm	2,0mm	2,5mm	3,0mm
3bar	90€	361€	812€	1.444€	2.256€	3.248€
4bar	113€	451€	1.015€	1.805€	2.820€	4.061€
5bar	135€	541€	1.218€	2.166€	3.384€	4.873€
6bar	158€	632€	1.421€	2.527€	3.948€	5.685€
7bar	180€	722€	1.624€	2.888€	4.512€	6.497€
8bar	203€	812€	1.827€	3.248€	5.076€	7.309€

Leckagen in Druckluftnetzen können wahre Kostentreiber sein, wie die Tabelle belegt. Die Zahlen verdeutlichen die jährlichen Kosten durch Leckagen auf Basis von Druckluftkosten von 1,9 ct/Nm³ bei permanentem Kompressorbetrieb (24 h/365 Tage).

Die sehr einfach zu bedienenden und problemlos zu installierenden Strömungssensoren von ipf electronic arbeiten alle ausnahmslos nach dem kalorimetrischen Prinzip.

Die Sensoren verfügen hierzu über einen Messfühler, der zwei Temperatursensoren integriert und im Massestrom des Mediums installiert ist. Ein Sensor misst die Temperatur des vorbeiströmenden Mediums und bildet damit eine Referenz. Der zweite Temperatursensor in der Fühlerspitze wird mit Hilfe von Heizelementen von innen auf eine konstante Übertemperatur aufgeheizt und durch das vorbeiströmende Medium abgekühlt. Je größer die benötigte Heizleistung ausfällt, um den Temperatursensor in der Spitze auf der konstanten Übertemperatur zu halten, umso größer ist die Strömungsgeschwindigkeit des Mediums. Strömungssensoren von ipf electronic zeichnen sich nicht zuletzt aufgrund dieses Messprinzips durch eine sehr hohe Präzision aus.



Funktionsweise von Strömungssensoren anhand eines Kompaktgerätes. Der Messfühler integriert zwei Temperatursensoren (gelbe Elemente). Der Temperatursensor in der Fühlerspitze wird über Heizelemente (rot) von innen aufgeheizt. Der zweite Sensor im Messfühler misst die Temperatur des vorbeiströmenden Mediums.

Bei den Strömungssensoren von ipf electronic wird zwischen parametrierbaren Einstichsensoren, parametrierbaren Geräten mit integrierter Messstrecke und kompakten In-line-Durchflusssensoren mit Gleichrichter unterschieden. Einstichsensoren wie z. B. der **SL870027** lassen sich einfach unter Druck, also bei laufendem Kompressor, über einen Kugelhahn in die Druckluftleitung integrieren. Neben Volumenstrommessungen zur Ermittlung der erzeugten Druckluftmenge, können diese Sensoren bedingt durch ihr Messprinzip sehr einfach auch die Drucklufttemperatur erfassen.

Sensoren mit integrierter Messstrecke für verschiedenste Rohrgrößen, z. B. der **SL890020**, sind ebenfalls für die einfache Integration in vorhandene Rohrleitungen konzipiert. Da ihre Funktionsweise identisch zu den Einstichsensoren ist, muss bei der Montage eine ausreichend lange Rohrstrecke vor und nach dem Sensor (Ein- und Auslaufstrecke) für einen ungestörten Strömungsverlauf (laminare Strömung) eingehalten werden, um verlässliche Messergebnisse zu erhalten.

Kompaktgeräte mit Gleichrichter (Inline-Durchflusssensoren) der Reihen **SL90** und **SL95** benötigen hingegen keine Einlaufstrecke bei der Installation, da ihre Strömungsgleichrichter unabhängig von der Einbausituation eine stets optimale Anströmung der integrierten Sensorelemente ermöglichen. Solche Lösungen sind daher insbesondere für den Einsatz in unmittelbarer Nähe eines Druckluftverbrauchers (z. B. Maschine oder Anlage) geeignet und bieten sich zudem für Luftstrommessungen innerhalb von Schlauchleitungen an.



Strömungssensoren der Baureihe **SL** sind als Lösungen mit integrierter Messstrecke (oben) oder als sogenannte Einstichsensoren erhältlich.

Zu den vergleichsweise jüngsten Produkten von ipf electronic gehören die sehr kompakten Durchflusssensoren der Reihe **SL5507x** mit integriertem Drucksensor. Aufgrund ihrer geringen Abmaße eignen sich diese Sensoren besonders für die Installation im maschinennahen Umfeld und ermöglichen eine hochauflösende Prozess- und Zustandsüberwachung, z. B. für ein Condition Monitoring mit einer kosteneffizienten prädiktiven, also vorausschauenden Instandhaltungsstrategie. Hierzu bietet die gesamte Gerätereihe verschiedenste Prozessanschlüsse sowohl für Rohr- als auch Schlauchleitungen.

Die Durchflusssensoren der Reihe **SL5507x** können außerdem über einen Analogausgang und zwei einstellbare Schaltausgänge in vorhandene Anlagensteuerungen eingebunden werden. Ein weiteres herausragendes Merkmal ist das geräteinterne Display zur Darstellung der aktuellen Durchflussmenge und des Betriebsdrucks. Wird ein zuvor eingestellter Schwellenwert erreicht, visualisiert das Display dies zusätzlich mit einem Farbwechsel.



Durchflusssensoren der Baureihe **SL5507x** mit Anschlüssen für Rohr- und Schlauchleitungen.

3.1.2 MESSUNG DER DRUCKLUFTQUALITÄT

Die Einhaltung eines bestimmten Feuchtegehaltes oder Taupunktes der Druckluft ist eine Grundvoraussetzung für einen dauerhaft störungsfreien Betrieb von Druckluftanlagen, der u.a. für eine höhere Energieeffizienz mit nachhaltigen Kosteneinsparungen sorgt.

Eigens für die Feuchte- bzw. Taupunktmessung in Druckluft sowie Gasen wurden der **YT900001** für Absorptionstrockner und der **YT900002** für Kältetrockner entwickelt. Die Messung der relativen Feuchte erfolgt über einen kapazitiven Polymersensor. Das Sensorelement überzeugt vor allem durch eine hohe Langzeitstabilität (>5 Jahre) und eine hohe Genauigkeit (± 1 °C bei 50...-20 °C, ± 2 °C bei -20...-50 °C, ± 3 °C bei -50...-80 °C). Die Sensoren sind für zwei Messtemperaturbereiche ausgelegt: -80 °C...+20 °C (**YT900001**) und -20 °C...+50 °C (**YT900002**). Die Messwerte können entweder über einen Analogausgang (4...20mA) oder eine Modbus-RTU-Schnittstelle ausgegeben und an das IIoT-Gateway **BY000002** übertragen werden.

Darüber hinaus ist die Systemlösung **YTTS0002** erhältlich, die aus einem Set mit Taupunktsensor für Kältetrockner, einer Messkammer für den Taupunktsensor und separater Auswerteeinheit besteht.



Taupunktsensoren für Absorptionstrockner (YT900001, links) und Kältetrockner (YT900002, rechts).



Die Systemlösung **YTTS0002** besteht aus einem Set mit Taupunktsensor für Kältetrockner (links oben), einer Messkammer für den Taupunktsensor (links unten) und separater Auswerteeinheit.

3.1.3 KONTINUIERLICHEN FILTERÜBERWACHUNG IN DRUCKLUFTANLAGEN

Der Differenzdrucksensor **DW46310L** von ipf electronic ermöglicht wiederum die kontinuierliche Überwachung von Druckluftanlagen. Hierzu werden zwei Messleitungen über zwei integrierte Push-In-Fluidschnellanschlüsse für Schlauchleitungen (6mm) jeweils vor und unmittelbar hinter der Filteranlage installiert. Die entstehende Druckdifferenz von 0 bis 1,6bar wird direkt in ein Analogsignal (4...20mA) umgewandelt und ausgegeben. Aufgrund der kontinuierlichen Überwachung mit dem **DW46310L** können die Filterelemente stets rechtzeitig ausgetauscht und somit u.a. Druckabfälle mit einhergehenden Energieverlusten vermieden werden.



All-in-One: Der Differenzdrucksensor **DW46310L** ist bereits an einem Befestigungswinkel vormontiert.

3.1.4 ERMITTLUNG DES DRUCKPROFILS IN NACHGESCHALTETEN SYSTEMEN

In vielen Druckluftsystemen existieren Druckspeicher, die Verbrauchsspitzen aufgrund eines temporär höheren Luftdruckbedarfs in der Produktion abfangen, falls die Kompressorleistung selbst nicht ausreicht, die erforderlichen Volumina zu liefern. Um das Druckprofil des nachfolgenden Druckluftsystems zu ermitteln, wurde z. B. der Drucktransmitter **DT24310D** mit Edelstahlmesszelle entwickelt, der einen zum Luftdruck proportionalen Analogausgang (4...20mA) integriert. Mit dieser Lösung für Drücke von 0 bis 10bar lässt sich anhand der Messwerte bei Bedarf der Nenndruck bzw. Drucksollwert eines Kompressors durch entsprechende Ein- und Ausschaltzyklen reduzieren und auf diese Weise der Energieverbrauch bei weniger Druckluftbedarf in der Produktion senken.

3.1.5 TEMPERATUR- UND VERBRAUCHSMESSUNG WEITERER MEDIEN

Für die Durchfluss-, Volumen- und Temperaturmessung von elektrisch leitfähigen Flüssigkeiten sind die magnetisch-induktiven Sensoren der Baureihe **SM** ausgelegt, die sich für den hochflexiblen Einsatz selbst unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen eignen.

Die Geräte im Edelstahlgehäuse bilden eine kompakte Einheit aus Sensor sowie Auswerteelektronik, decken Messbereiche bis maximal 650 l/min ab und verfügen über verschiedene Prozessanschlüsse (G1/4", G1/2", G3/4", G1", G2").

Alle Einstellungen lassen sich über die Tasten des Farb-Digitaldisplays vornehmen und hierbei u.a. Funktionen für die Dosierung oder Temperaturmessung mit einem PT1000-Temperaturfühler auf Schnellwahltasten legen. Das Display bietet zudem zahlreiche Op-

tionen für die Vor-Ort-Konfiguration und -Kalibrierung, um die Geräte auf nahezu jede Messsituation vorzubereiten. Die Sensoren der Baureihe **SM** integrieren zwei Analogausgänge (0...10V, 0...20mA, 4...20mA, 2...10V) sowie Schalt-, Puls- und Frequenzgänge.



Magnetisch-induktive Sensoren der Baureihe **SM** für elektrisch leitfähige Medien ermöglichen hochgenaue Messungen.

Zur Messung von Durchfluss, Verbrauch und Temperatur von technischen Gasen wie z. B. Druckluft, Erdgas, Stickstoff, Kohlendioxid etc. bietet ipf electronic hingegen die Baureihen **SL**. Auf die verschiedensten Bauformen (Einstichsensoren, Sensoren mit integrierter Messstrecke sowie Kompaktgeräte) und Einsatzbereiche der Baureihen **SL** bspw. bei der Verbrauchsüberwachung von Druckluft wurde bereits in Kapitel 3.1.1 näher eingegangen, sodass die Lösungen hier nicht erneut „en détail“ beschrieben werden müssen. Zusammengefasst kann aber gesagt werden, dass mit den hier vorgestellten Baureihen **SM** und **SL** bereits eine Fülle an Verbrauchsmessungen von elektrisch leitfähigen Flüssigkeiten und technischen Gasen realisierbar sind, wobei sich die Geräte problemlos in verschiedenste innerbetriebliche Versorgungsnetze integrieren lassen.

Die Temperatursensoren der Reihe **YT45** mit einem Messbereich von -40 °C bis +120 °C zählen zu den parametrierbaren Kompaktgeräten im Portfolio von ipf electronic und verfügen über einen einstellbaren Schwellenwert sowie einen skalierbaren Analogausgang 4...20mA. Die Sensoren mit um 330° drehbarer Anzeige werden häufig für die Temperaturüberwachung von Flüssigkeiten in Rohrleitungen eingesetzt. Hierzu lassen sie sich in jedes handelsübliche T-Stück oder in einen Einschweißstutzen montieren.

Zu den technischen Eigenschaften der über einen M12-Stecker anschließbaren **YT45** gehören u.a. der variabel als Schließer oder Öffner einstellbare Schaltausgang, eine Hysterese- und Fensterfunktion (z. B. zur Überwachung eines Temperaturbereichs) und eine Ein- und Ausschaltverzögerung zur Überbrückung kurzzeitiger Temperaturänderungen, um nur wenige Funktionen zu nennen.

3.1.6 DRUCKMESSUNG VON LUFT, NEUTRALEN GASEN SOWIE GASFÖRMIGEN UND FLÜSSIGEN MEDIEN

ipf electronic setzt auf vier bewährte Messzellenkonstruktionen. Dabei basieren drei auf einer Membrankonstruktion, die sich unter Druck verformt, wodurch sich eine Widerstandsänderung von Dehnungsmessstreifen oder im Dickschicht- bzw. Dünnschichtverfahren aufgedruckten Widerständen auf der Membranrückseite ergibt. Daraus resultiert eine druckproportionale elektrische Spannungsänderung der zu einer Messbrücke verschalteten Dehnungsmessstreifen bzw. Widerstände.

Hierbei wird folgender Messzellenaufbau unterschieden:

- / Siliziummembran mit eindiffundierten Dehnungsmessstreifen
- / Keramikmembran mit rückseitig aufgedruckten Dickschicht-Widerständen
- / Edelstahlmembran mit aufgedruckten Dünnschicht-Widerständen und integrierter Signalvorverarbeitung mit digitaler Messwertausgabe

Das vierte Verfahren nutzt eine kapazitive keramische Messzelle, bei der sich eine Keramikmembran unter Druck verformt, wodurch sich eine Abstandsänderung zwischen der Keramikmembran und einer Gegenelektrode ergibt. Daraus resultiert eine druckproportionale Kapazitätsänderung, die von der Drucksensorelektronik ausgewertet wird.

3.1.6.1 DRUCKMESSUNG VON LUFT UND NEUTRALEN GASEN

Für die Messungen von Luft und neutralen Gasen bieten sich sogenannte Inline-Drucksensoren der Reihen **DW04**, **DW06** und **DW08**, Drucktransmitter der Reihe **DT16**, Drucksensoren der Reihe **DW16** sowie die Differenzdrucksensoren **DW46** an.

Die Inline-Drucksensoren für Druckbereiche von -1...10bar wurden speziell für die schnelle Integration innerhalb von Schlauchleitungen in Pneumatiksystemen entwickelt. Mit einem sogenannten Push-In-Fluidanschluss wird der Druckluftschlauch einfach auf den Schnellanschluss des Sensors gesteckt, der danach sofort betriebsbereit ist. Ebenso schnell lassen sich die Sensoren über einen Sicherheitsring wieder lösen. Da die Drucksensoren lediglich 20g bzw. 30g auf die Waage bringen, sind sie besonders für Anwendungen geeignet, wie sie bspw. in der Robotik oder Vakuumhebeteknik zu finden sind.



Drucksensoren der Reihen DW16 (oben) DT16 und DW06 (von links, unten)

Besonders leicht und platzsparend sind die Drucktransmitter der Baureihe **DT16** (Druckbereich -1bar...+10bar) im Edelstahlgehäuse (Schutzklasse IP67) mit G1/8"-Prozessanschluss, die sich für vielfältige Aufgaben zur Messwerterfassung in Druck- sowie Vakuumanwendungen auch unter anspruchsvollen Einsatzbedingungen empfehlen. Die Messzelle ist für gefilterte, trockene oder geölte Druckluft ausgelegt. Alle Geräte der Reihe **DT16** haben einen Analogausgang (4...20mA) mit hoher Gesamt- und Wiederholgenauigkeit ($\pm 0,5\%$, $\pm 0,2\%$). Ein besonderes Merkmal der Sensoren: Alle in der Herstellung verwenden

deten Materialien sind frei von sogenannten „Lackbenetzungsstörenden Substanzen“ (LABS) wie bspw. Silikone oder fluorhaltige Stoffe.

Anwendungsspezifisch parametrierbar sind wiederum die Vakuum- und Drucksensoren der Baureihe **DW16** dank ihrer IO-Link-Schnittstelle. Die Sensoren mit integriertem Display, Manometer, 2 Schaltausgängen und G1/8“-Prozessanschluss sind für einen Druckbereich von -1...+10bar ausgelegt. Darüber hinaus liefern sie via IO-Link wertvolle Daten im Einsatz (z. B. Bedämpfung, Schalthäufigkeit, etc.). Mit einer Ansprechzeit von <2,5ms eignen sich die Kompaktgeräte für Einsätze in allen erdenklichen Handlings- und Automatisierungssystemen, bei denen gefilterte, trockene oder geölte Druckluft verwendet wird.

Als All-in-One-Lösung zeigt sich der Differenzdrucksensor **DW46310L** von ipf electronic zur kontinuierlichen Überwachung der Filter von Druckluftanlagen, der bereits an einem Befestigungswinkel vormontiert ist und sich daher sehr einfach installieren und in Betrieb nehmen lässt.

(Zur Installation und Funktionsweise des Differenzdrucksensors siehe Kapitel 3.1.3)

3.1.6.2 DRUCKMESSUNG VON GASFÖRMIGEN UND FLÜSSIGEN MEDIEN

Zur Druckmessung von gasförmigen und flüssigen Medien bietet ipf electronic die Sensorreihen **DT24**, **DW25** und **DW5x** an.

Die besonders wirtschaftlichen und überdies nahezu unverwüstlichen Drucktransmitter der Baureihe **DT24** im Edelstahlgehäuse (Schutzklasse IP67) wurden für den Einsatz mit allen gasförmigen und flüssigen Medien (nicht gefährlich, nicht entzündlich oder giftig) in einem überaus weiten Druckbereich von 0...400bar konzipiert. Die Messwerte lassen sich einfach über den integrierten Analogausgang (4...20mA) auf einer SPS oder einem externen Anzeigegerät ausgeben. Die Drucktransmitter überzeugen u.a. durch einen sehr geringen Langzeitdrift



Sensoren der Reihen DT24 (links, oben), DW25 (links, unten) und DW5x (rechts)

Die IO-Link-Drucksensoren der Reihe **DW25** mit G1/4“-Prozessanschluss haben zwei Ausgänge, einen reinen Schaltausgang und einen zweiten Ausgang, der sich via IO-Link als Schalt-, Analog- (0...20mA, 4...20mA) oder Alarmausgang parametrieren lässt. Die Sensoren sind mit zwei Messbereichen von -0,1...0,1bar (**DW25310N**) und 0...0,25bar (**DW25310P**) verfügbar.

Eine außergewöhnliche Eigenschaft der Sensoren ist sicherlich der besonders weite Einsatztemperaturbereich von -40 °C bis +100 °C, wodurch sich die Geräte ideal für statische Füllstandmessungen in Behältern mit Flüssigkeiten wie z. B. Hydrauliköle oder Kühlschmieremulsionen eignen.

Dank IO-Link-Schnittstelle ermöglichen die Sensoren zudem weitere flexible Parametrierungen, z. B. die einfache Umschaltung von Schließer auf Öffner, die Einstellung von Schalt- und Rückschaltpunkt, Hystereseeinstellungen, Fensterfunktion, die Definition einer Ein-/Ausschaltverzögerung, die Speicherung von Minimal- und Maximalwert oder die Einstellung einer Dämpfung, um z. B. Messwerte von sehr dynamischen Druckschwankungen zu glätten.

Zu den High-End-Technologien von ipf electronic im Bereich der intelligenten Druckmessung von flüssigen und gasförmigen Medien gehören zweifelsohne die IO-Link-Drucksensoren mit farbigem TFT-Display der Reihe **DW5x**. Diese Sensoren erfüllen nicht zuletzt aufgrund ihrer überaus breiten Funktionalität eine Vielfalt an sehr unterschiedlichen Anforderungen in allen erdenklichen Applikationen für gasförmige und flüssige Medien. Die Geräte mit variabel wählbaren Einheiten (z. B. bar, psi und MPa) decken einen sehr weiten Druckbereich von -1bar bis +600bar ab und verfügen über eine digitale Volledelstahlmesszelle und einen integrierten Prozessor. Die Sensoren liefern nicht nur den Druck, sondern auf Wunsch z. B. einen relativen Temperaturwert des jeweils zu überwachenden Mediums.

Die **DW5x** zeichnen sich durch eine ganze Reihe an herausragenden Merkmalen aus. So ist z. B. die Einstellung bzw. Parametrierung der Drucksensoren über drei im Gehäuse (Schutzklasse IP67) integrierte Tasten und der Klartext-Menüführung im Display besonders einfach und komfortabel. Die **DW5x** sind überdies via IO-Link flexibel parametrierbar, wobei die Schnittstelle bei Bedarf zusätzliche Diagnoseinformationen der Geräte im Betrieb bereitstellt.

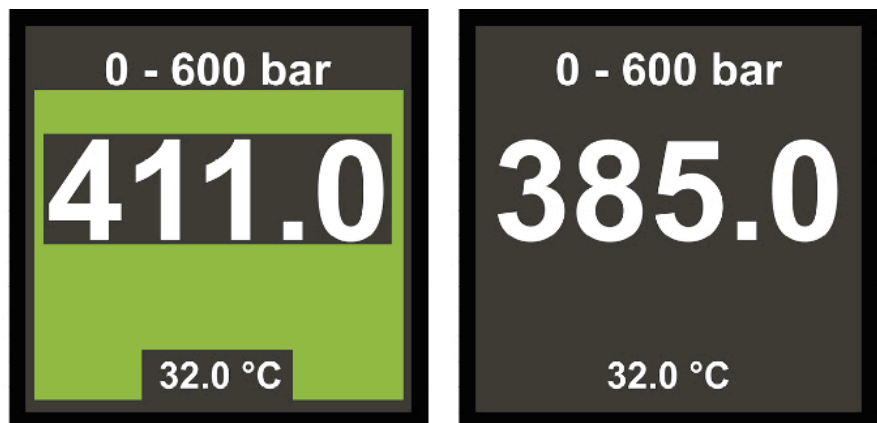
Sämtliche Einstellungen lassen sich zudem bereits vor dem praktischen Einsatz in einer Applikation prüfen, ohne den Sensor mit Druck beaufschlagen zu müssen. Die integrierte Testfunktion ermöglicht somit eine vollständige „Offline-Prüfung“.

Neben einem fixen Schaltausgang haben die Drucksensoren einen zweiten variablen Ausgang, der bedarfsspezifisch als Schalt-, Analog- oder Alarmausgang definiert werden kann. Der Analogausgang ist zudem sowohl als Stromausgang (0...20mA, 4...20mA) als auch als Spannungsausgang (0...10V, 0...5V) parametrierbar.

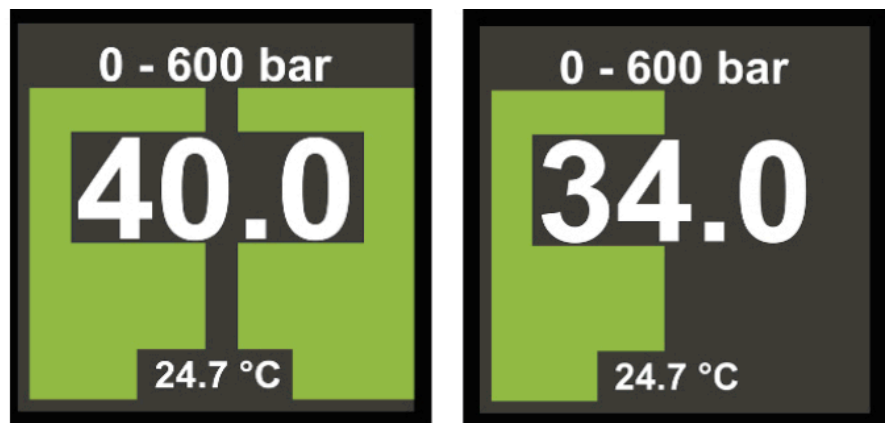
Auf den ersten Blick besonders auffällig ist das integrierte und sehr gut ablesbare TFT-Farbdisplay an allen Geräten, das eine sehr intuitive Bedienung der Sensoren ermöglicht und überdies eine breitgefächerte Auswahl an verschiedenen Anzeigemodi bietet. So lässt sich über das Display der Druck in Klartext mit Trendanzeige und genauer Kennzeichnung der Schaltpunkte anzeigen. Farbige Anzeigeoptionen für das Erreichen zuvor festgelegter Schaltpunkte stehen ebenfalls zur Auswahl. Als weiteren entscheidenden Pluspunkt für den praktischen Einsatz lässt sich das Display in 90 Grad-Schritten und zusätzlich das Sensorgehäuse nach der Montage stufenlos um 305 Grad drehen, um in jeder Einbaulage die Anzeige perfekt ablesen zu können.



Abbildung mit Display



Beispiel zum aktuellen Zustand eines Schaltausgangs: Schaltausgang aktiv (links), Schaltausgang inaktiv (rechts)



Beispiel zum aktuellen Zustand von zwei Schaltausgängen: Beide Schaltausgänge aktiv (links), Schaltausgang 1 aktiv - Schaltausgang 2 inaktiv (rechts)

Erhältlich sind die Sensoren zur Zeit der Erstellung dieses Whitepapers in drei verschiedenen Messzellen-Varianten: **DW50** mit ¼-Zoll-Außengewinde für 7 Druckbereiche, **DW51** mit ¼-Zoll-Innengewinde für 8 Druckbereiche sowie **DW52** mit ½-Zoll-Außengewinde und frontbündiger Membran für 7 Druckbereiche.

3.2 PRODUKTION UND PROZESSE: KAPAZITÄTSAUSLASTUNG ERMITTELN

Das IIoT-Gateway **BY000002** für die Produktions-/Prozessdatenerfassung kann u.a. über die integrierte OPC U/A-Schnittstelle direkt an die SPS einer Maschine oder Anlage angeschlossen werden, um eine Vielzahl an wertvollen Informationen aus der Steuerung zu erhalten.

Flankierend hierzu können zusätzlich die Produktivität und Stillstandzeiten von Anlagen durch eine weitere, optional erhältliche App überwacht werden (**siehe hierzu Kapitel 2.5**).

Sollen über die von einer SPS bereitgestellten Informationen hinaus noch weitere Daten für eine Analyse und Auswertung herangezogen werden, können hierzu in verschiedensten Bereichen eine ganze Reihe an Sensorlösungen von ipf electronic eingesetzt werden, die u.a. Aufschluss über die Auslastung und Verbräuche z. B. von Betriebs- oder Hilfsstoffen in einer Fertigung geben. Der Einsatz von Sensorik ist außerdem dann notwendig, wenn aus vielerlei unterschiedlichen Gründen die Steuerung einer Maschine oder Anlage generell nicht für die Produktions-/Prozessdatenerfassung genutzt werden soll.

3.2.1 ERMITTLUNG DER PRODUKTIONSMENGE SOWIE IO- UND NIO-STÜCKZAHLEN

Als Option zur Erfassung von Stückzahlen über eine SPS inklusive der Spezifizierung von gefertigten IO- und NIO-Teilen bietet ipf electronic im Zusammenspiel mit dem IIoT-Gateway eine Fülle an digitalen Sensoren, wobei hier die Auswahl u.a. zwischen Rahmen-, Ring- und Schlauchsensoren, Prallsensoren oder Lichtschranken als Einwegsysteme, Reflexlichtschranken bzw. Taster besteht. Exemplarisch werden hier daher nur einige ausgewählte Technologien beschrieben.

3.2.1.1 LICHTSCHRANKEN, RAHMEN-, RING- UND SCHLAUCHSENSOREN

Optische Sensoren sind ideal für die berührungslose und damit verschleißfreie Ermittlung von Stückzahlen bzw. zur Erfassung von IO- und NIO-Teilen. Die Lösungen von ipf electronic sind sowohl als Einwegsysteme mit getrenntem Sender und Empfänger, als Taster mit Sender und Empfänger in einem Gerät, als Reflexlichtschranken mit einem Reflektor oder als sogenannte Smart-Reflexsysteme erhältlich, die als Gegenelement keinen Reflektor, sondern eine beliebige Fläche mit ausreichendem Reflexionsvermögen verwenden können (z. B. ein Maschinenteil).

Solche Systeme sind in vielen Bereichen einsetzbar und erfassen sehr präzise Objekte nahezu unabhängig von ihrer Beschaffenheit (z. B. Form, Farbe, Oberflächenstruktur, Material).

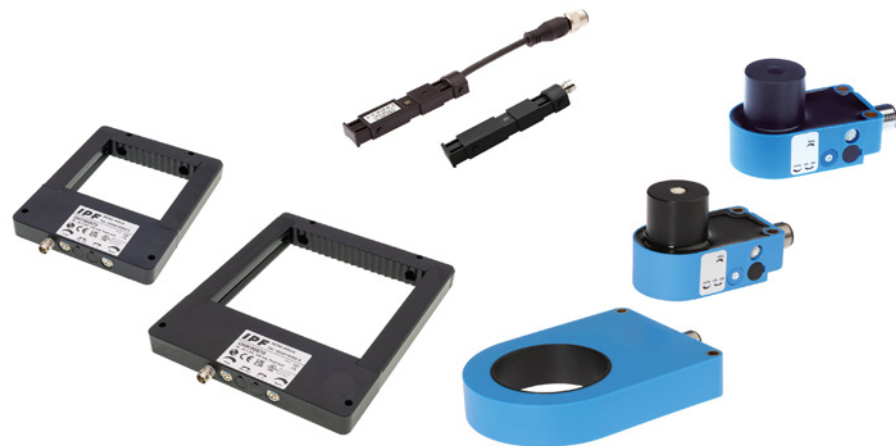
Darüber hinaus sind einige Lösungen wie z. B. die Lichtleitersensoren von ipf electronic in Ex-Zonen einsetzbar. Für Bereiche mit hoher Schmutzbelastung (z. B. im Stanzbetrieb), bei Einsatz von Ölen, Kühl- oder Trennmitteln, empfehlen sich wiederum Hochleistungslichtschranken, die über eine sehr hohe Verschmutzungskompensation verfügen.

Ideal zur Erfassung von Kleinteilen sind z. B. die induktiven Ringsensoren der Reihe **IY**, die alle metallischen Objekte zuverlässig detektieren. Die Ringsensoren werden mit statischer und dynamischer Betriebsart angeboten. Statische Ringsensoren erkennen sowohl ruhende bzw. stationäre als auch bewegte metallische Teile und ermöglichen somit bspw. die sichere Erfassung und zugleich Staukontrolle von Objekten in Zuführschläuchen.

Dynamische Ringsensoren wurden hingegen ausnahmslos zur Erkennung von bewegten metallischen Teilen entwickelt. Diese Geräte haben in der Regel eine höhere Ansprechempfindlichkeit als statische Ringsensoren und sind daher in der Lage, auch extrem schnell bewegte Objekte und zudem äußerst kleine Teile mit geringer Masse in Zuführschläuchen zu erkennen.

Die induktiven Schlauchsensoren der Reihe **IY19** von ipf electronic können zur Stückzahl-erfassung wiederum einfach von außen, z. B. mit einem Kabelbinder, an einen nichtmetallischen Schlauch oder Kanal befestigt werden und erreichen Schaltabstände bis 16mm.

Optische Rahmensensoren der Reihe **OH** dienen hingegen zur Detektion von verschiedensten, auch nicht-metallischen Objekten. Im Vergleich zu induktiven Ringsensoren sind sie in der Lage, weitaus größere Flächen zu überwachen. Sie verfügen überdies über eine höhere Auflösung zur Erfassung von sehr kleinen Teilen und eine höhere Ansprechempfindlichkeit vor allem in der dynamischen Betriebsart, sodass selbst extrem schnell bewegte Objekte sicher erfasst werden.



Optische Rahmensensoren der Reihe OH (links), induktive Ringsensoren der Reihe IY (rechts) und sehr einfach zu montierende Schlauchsensoren der Reihe IY19 (oben).

3.2.1.2 EINFACHE, ROBUSTE LÖSUNG FÜR AUSWURFSCHÄCHTE

Zur besonders einfachen Ermittlung von Stückzahlen bzw. IO- und NIO-Teilen z. B. an Auswurfschächten von Maschinen hat ipf electronic einen sogenannten Prallsensor (**YM500170**) im Portfolio. Der Sensor im Aluminiumgehäuse (Schutzklasse IP67) überzeugt durch eine hohe Standzeit und eignet sich insbesondere für Anwendungsfälle, in denen bspw. Schrauben, Nieten, Stanzteile, Federn, aber auch nicht metallische Teile erfasst und gezählt werden müssen. Der kompakte Prallsensor (55mm x 50mm x 10mm) wird hierzu einfach an einen Maschinenauswurf montiert, wobei er ausschließlich auf den physischen Aufprall von Objekten auf der austauschbaren Prallplatte aus Stahl reagiert. Hierbei kann der **YM500170** bis zu 100 Teile pro Sekunde erfassen.



Interessantes Nischenprodukt: Der Prallsensor **YM500170** überzeugt durch sehr hohe Standzeiten in Anwendungen, bei denen metallische und nicht-metallische Objekte erfasst und gezählt werden müssen.

3.2.1.3 PRODUKTIONSMENGE VON BANDMATERIALIEN ERMITTELN

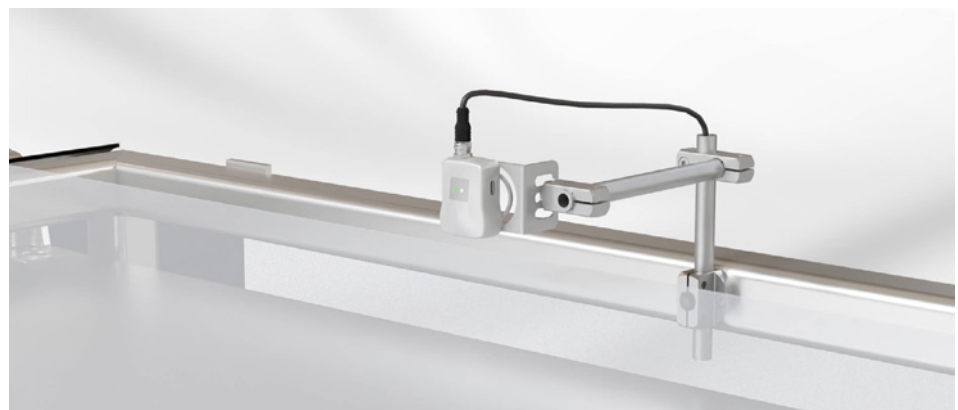
Für die kontinuierliche Ermittlung der Produktionsmenge von Bandmaterialien (z. B. Stahlcoils) in Kombination mit dem IIoT-Gateway haben sich bspw. parametrierbare Drehgeber und sehr flexibel einsetzbare optische Wegmesssysteme bewährt.

Zur Längenmessung bzw. Erfassung der Produktionsmenge über einen zuvor definierten Zeitraum wird die Drehgeberwelle der Inkrementalgeber-Reihe **VD58982x** von ipf electronic entweder direkt bspw. mit einer Materialumlenkrolle verbunden oder aber ein Messrad an die Drehgeberwelle montiert. Eine Besonderheit der Encoder ist, dass sie unmittelbar vor Ort parametrierbar sind und sich daher stets auf die jeweils erforderliche Anzahl an Impulsen (zwischen 1 und 65.536 Impulse) einstellen lassen. Die Lösungen unterscheiden sich daher in jeder Hinsicht zu herkömmlichen Geräten, deren Strichteilung auf der Impulsscheibe vor der Auslieferung vorgegeben werden muss. Für Unternehmen mit hohem Bedarf an Encodern für unterschiedliche Längenmessungen ist das sicherlich ein entscheidender Vorteil. Aufgrund ihrer hohen zulässigen Drehzahl von bis zu 6.000 U/min sind die Drehgeber zudem für die Längenmessung in sehr schnelllaufenden Prozessen einsetzbar.



Vor Ort parametrierbar: Beispiele für die inkrementalen Drehgeber von ipf electronic. Von links: **VD589820** mit 6mm-Vollwelle, **VD589821** mit 10mm-Vollwelle und **VD589822** mit 12mm-Hohlwelle.

Berührungslos und damit ohne Schlupf erfasst das parametrierbare optische Wegmesssystem **VO330570** von ipf electronic mit einer Tastweite bis 60mm alle bewegten Objekte unabhängig von Material oder Farbe. Somit lassen sich mit dem System bspw. auch transparente Materialien detektieren. Parametriert wird der Sensor über eine kostenfreie PC-Software von ipf electronic, wobei die Einheiten Impulse/mm, m/min und mm zur Verfügung stehen. Ist der **VO330570** während des Einsatzes mit einem PC verbunden, ermittelt die Software auch die Verfahrensgeschwindigkeit des zu erfassenden Bandmaterials. Zusätzlich integriert die Lösung einen Ausgang, der zwei um 90 Grad phasenversetzte Rechtecksignale A/B liefert, sodass sich durch Anschluss eines Zählers zudem ein Verfahrensweg anzeigen lässt. Ein weiterer Schaltausgang ermöglicht es darüber hinaus, für eine vordefinierte Distanz jeweils einen Nullpunkt zu parametrieren, um bspw. einen Zähler zurückzusetzen oder das Signal in einer SPS zu verarbeiten. Der zweite Ausgang kann außerdem als Alarmausgang genutzt werden, wodurch sich die Prozesssicherheit bei der Weg- und Winkelmessung nochmals entscheidend erhöht.



Das optische Wegmesssystem **VO330570** bietet eine Vielzahl an Funktionen und ist somit sehr flexibel einsetzbar, auch zur Detektion transparenter Bandmaterialien.

3.3 MEHR DETAILS ZUM VERBRAUCH VON BETRIEBS- UND HILFSSTOFFEN

In der betrieblichen Praxis oftmals weniger Beachtung geschenkt wird dem tatsächlichen Verbrauch bspw. von Schmierstoffen, Trenn- oder Kühlmitteln, obwohl hier zumeist viele Einsparpotenziale schlummern. Vor allem Füllstandsensoren von ipf electronic mit Analogausgang können dabei helfen, diese Potenziale zu heben, da sie konkrete Details zu den wahren Verbrauchsmengen zutage fördern und somit auch möglichen Verschwendungen von Ressourcen auf die Spur kommen. Die Bandbreite an Lösungen von ipf electronic reicht hier von Ultraschallsensoren über Radarsensoren bis hin zu Seilsonden und Drucksensoren, um nur einen kleinen Ausschnitt zu nennen.

3.3.1 ULTRASCHALLSENSOREN: FÜLLSTANDMESSUNGEN AUS JEDER DISTANZ

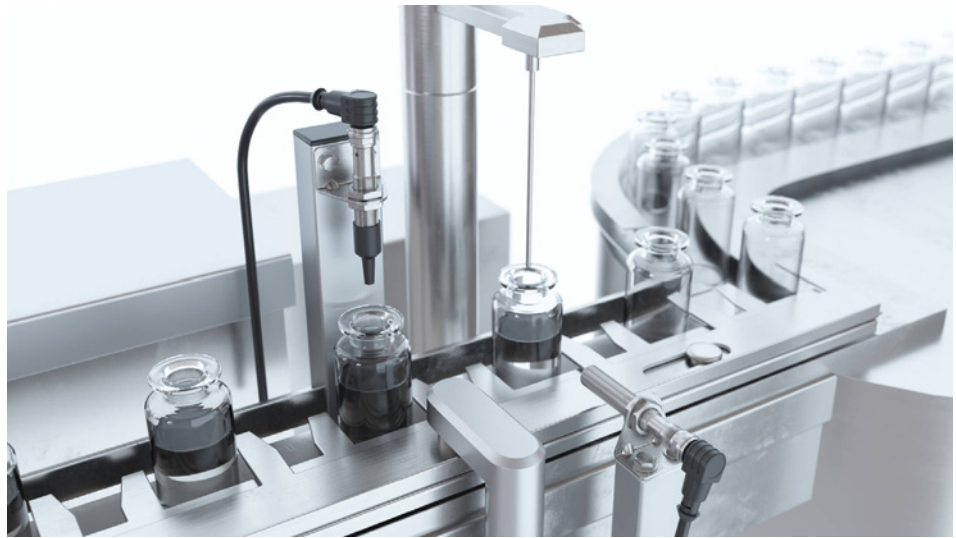
Ultraschalltaster arbeiten nach dem Echo-Laufzeitverfahren (Laufzeitmessung) und integrieren hierzu einen Schallwandler der zyklisch als Sender und Empfänger fungiert. Der Wandler sendet eine bestimmte Anzahl an Schallwellen aus, die von einem zu erfassenden Material unabhängig von dessen Form oder Transparenz reflektiert werden. Ausgewertet wird die Zeit, die zwischen dem Senden und Empfangen der Signale verstreicht und sich proportional zum Abstand zwischen Sensor und Materialoberfläche verhält. Maßgebend für die Abstands- und damit Füllstandmessung ist hierbei immer das erste auswertbare Signal, das auf den Schallwandler trifft, wenn er als Empfänger fungiert.

Ultraschalltaster wie z. B. der **UT309023** mit Analogausgang (0...10V, 4...20mA) und IO-Link-Schnittstelle eignen sich besonders für Füllstandmessungen aus großen Distanzen bis 6.000mm und empfehlen sich daher u.a. für den Einsatz in großen respektive tiefen Behältern wie z. B. Silos.



Der Ultraschalltaster wurde in dieser Applikation im Deckelbereich eines Silobehälters montiert (rechts). Der Messumformer (links) befindet sich in einem Schaltschrank, in der Nähe des Silos (Mitte).

Ganz im Gegensatz hierzu können besonders kompakte Ultraschallsensoren wie z. B. der Taster **UT129021** mit Analogausgang für die Füllstandüberwachung von Medien in Behältern mit sehr kleinen Öffnungen eingesetzt werden. Standard-Ultraschalltaster verfügen in Abhängigkeit zur Baugröße über Schallwandler mit einer vergleichsweise großen Fläche und damit über eine Schallkeule mit großem Öffnungswinkel. Wie bereits oben beschrieben, wird immer das erste auswertbare Signal, das auf den Schallwandler im Empfangsmodus trifft, für die Füllstandmessung herangezogen. Bei besonders kleinen Behältern kann es daher sein, dass z. B. die Schallkeule zuerst auf den Behälterrand und nicht auf das zu detektierende Medium trifft. Der **UT129021** hat hingegen einen sehr kleinen Öffnungswinkel des Schallwandlers von nur 6°. Mit einer Schalldüse wird außerdem der Schallimpuls zusätzlich fokussiert, wodurch eine abstandsproportionale Füllstandabfrage selbst in Behältern wie z. B. Reagenzgläsern möglich wird.



Der **UT129021** mit Analogausgang zur Erfassung des Füllstandes in Gläsern mit sehr kleinen Öffnungen (links). Ein weiterer Sensor (**UT129520**) mit digitalem Schaltausgang dient zur Anwesenheitskontrolle (rechts).

3.3.2 RADARSENSOREN: INTERESSANT FÜR BESONDERS ANSPRUCHSVOLLE UMGEBUNGEN

Radarsensoren wie der **FR900020** von ipf electronic erzielen ab Werk Reichweiten bis 5m und sind umschaltbar auf bis zu 10m. Die Sensoren überzeugen durch eine kurze Ansprechzeit von 0,3ms sowie eine sehr hohe Messgenauigkeit. Die Geräte sind meist eine sehr gute Alternative, wenn andere Sensoren aufgrund von verschiedensten Umgebungsbedingungen wie z. B. Temperatur, Gas oder Dampf, Über-, Unterdruck oder Vakuum sowie Staub und störendes Fremdlicht an ihre Grenzen stoßen. Deutliche Vorteile etwa im Vergleich zu Ultraschallsensoren bietet der Radarsensor bspw. bei der Füllstandkontrolle von Medien, auf denen sich Schaum oder Gasschichtungen bilden können. Bedingt durch das Funktionsprinzip, arbeiten die Geräte unabhängig von Hitze oder Kälte und sind wartungsfrei sowie unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit und Schmutz. Darüber hinaus ist u.a. auch die Detektion durch einen Kunststoffdeckel hindurch möglich, der etwa als Abdeckung oder Schutzfenster dient.



Radarsensoren wie der **FR900020** sind meist eine sehr gute Alternative, wenn andere Sensoren aufgrund von verschiedensten Umgebungsbedingungen wie z. B. Temperatur, Gas- oder Dampfschichtungen auf einem Medium, Über-, Unterdruck oder Vakuum sowie Staub und störendes Fremdlicht bei der Füllstandmessung an ihre Grenzen stoßen.

3.3.3 DRUCKSENSOREN UND SEILSONDEN: VOM DRUCK ZUM FÜLLSTAND

Als einfache und zudem wartungsfreie Lösung für eine Vielzahl an Füllstandmessungen haben sich die Seilsonden bzw. hydrostatischen Drucksensoren der Reihe **FY98** von ipf electronic bewährt, die sich ohne weitere Einstellung durch eine „hängende Montage“ in einem Behälter installieren lassen. Die Sensoren verfügen über eine Druckmesszelle mit nachgeschalteter Elektronik, die den statischen Druck einer Flüssigkeitssäule in ein analoges Messsignal umwandelt. Da demnach rein messtechnisch der statische Druck ermittelt wird, lassen sich auch gelartige oder pastöse Medien abfragen.



Hydrostatische Drucksensoren der Reihe **FY98** können ohne weitere Einstellungen durch eine „hängende Montage“ in einem Behälter installiert werden.

Alternativ zu Seilsonden sind Füllstände zudem mit Drucksensoren wie dem **DW363111** von ipf electronic messbar. Der Sensor wird hierzu mit einem entsprechenden Anschluss von außen seitlich im unteren Bereich eines mit einem flüssigen Medium gefüllten Behälter installiert. Ein interessantes Merkmal des **DW363111** ist das skalierbare Display, das alternativ zum Druck in Millibar auch die hierzu korrelierende Füllhöhe in einem Behälter in Millimeter anzeigen kann. Das kann bisweilen relevant sein, wenn bspw. ein Behälter mit leichterem Öl statt mit Wasser gefüllt ist. Die umständliche Umrechnung von Druck in die entsprechende Füllhöhe ist in einem solchen Fall nicht mehr notwendig.

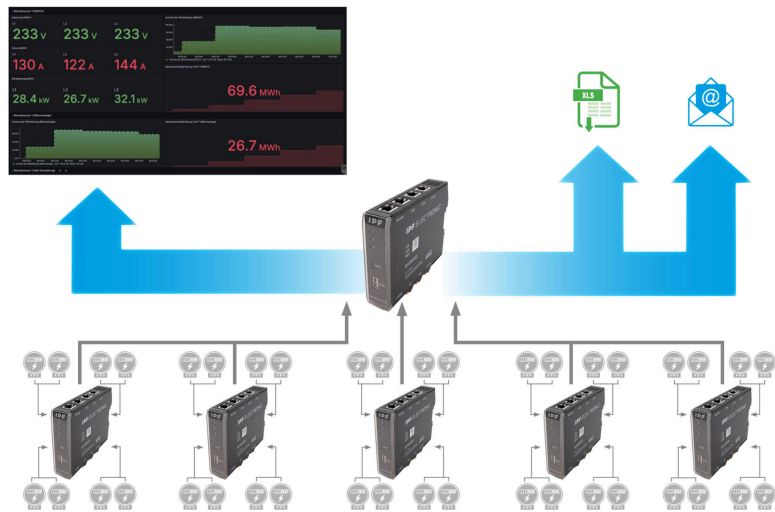
4 FALLBEISPIELE AUS DER PRAXIS

Viele Unternehmen haben nach Einführung der Technologien von ipf electronic für eine einfache wirtschaftliche Prozessdatenerfassung und ein Energiemonitoring die Potenziale des IIoT-Gateways erkannt, wie einige Fallbeispiele aus der Praxis zeigen, die gleichzeitig die hohe Flexibilität der Lösungen unterstreichen.

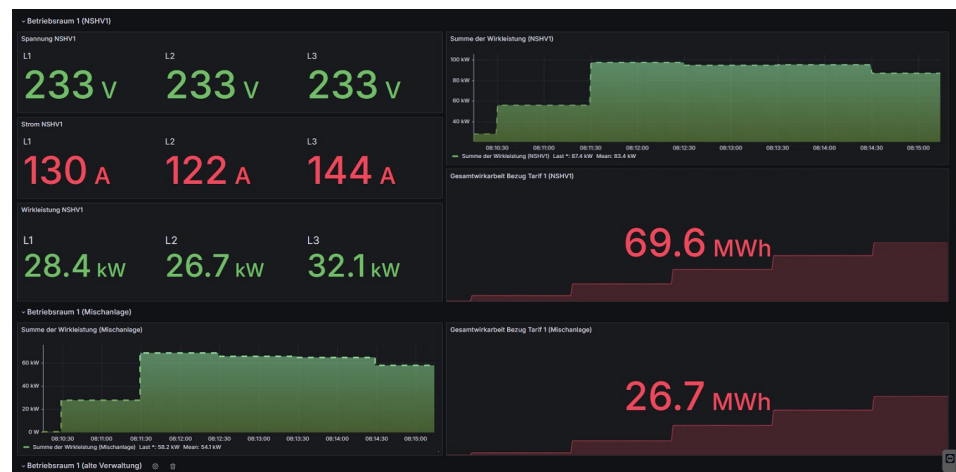
4.1 AUTOMATISIERTE ZÄHLERABLESUNG

Ein Hersteller u.a. von Metall- und Kunststoffschienen sowie Sonderprofilen erfasst in regelmäßigen Abständen manuell die Messwerte von insgesamt 40 im gesamten Betrieb verteilten Energiezählern. Hierzu gehen Mitarbeiter zu den einzelnen Zählerstandorten, lesen verschiedenste Messwerte ab und notieren sie in einer Liste, die später in eine Tabelle übertragen wird.

Um die Messwerte der 40 Zähler automatisiert zu erfassen, wurden insgesamt fünf Gateways (**BY000002**) installiert. Ein weiteres Gateway dient als Master, der alle Messwerte zusammenführt und die Daten auf einem Dashboard (Webclient) visualisiert.



Die Topologie der konkreten Lösung für eine automatisierte Zählerablesung.



Aktuelle Messwerte von einem Zähler für einen bestimmten Betriebsbereich zu Spannung, Strom, Wirkleistung sowie Gesamtwirkarbeit und Gesamtwirkleistung einer Anlage werden übersichtlich auf dem Dashboard angezeigt.

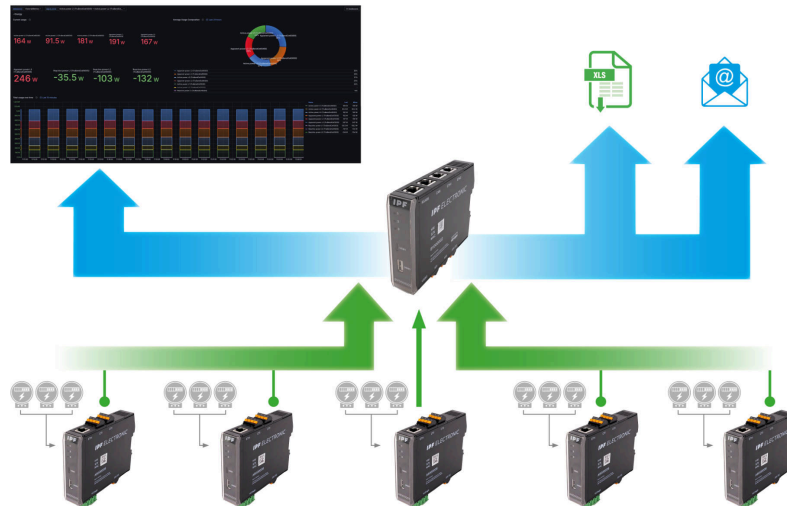
Die Ergebnisse:

- / Automatisierte, dezentrale Erfassung verschiedenster Messwerte von 40 Energiezählern (Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung, Strom, Spannung, Energie etc.)
- / Daten sind jederzeit im Firmennetzwerk abrufbar
- / Enorme Zeitersparnis, da keine manuelle Erfassung und Verarbeitung
- / Potenzielle Fehlerquelle durch handschriftliches Notieren eliminiert
- / Zentrale Verarbeitung und Visualisierung auf einem übersichtlichen Dashboard
- / Einfacher Export von Verbrauchswerten für beliebige Zeiträume nach Excel
- / Automatische Benachrichtigung per E-Mail bei Überschreitung von Verbrauchswerten
- / Erfüllung der Voraussetzungen für ein Energiemanagement gemäß ISO-50001

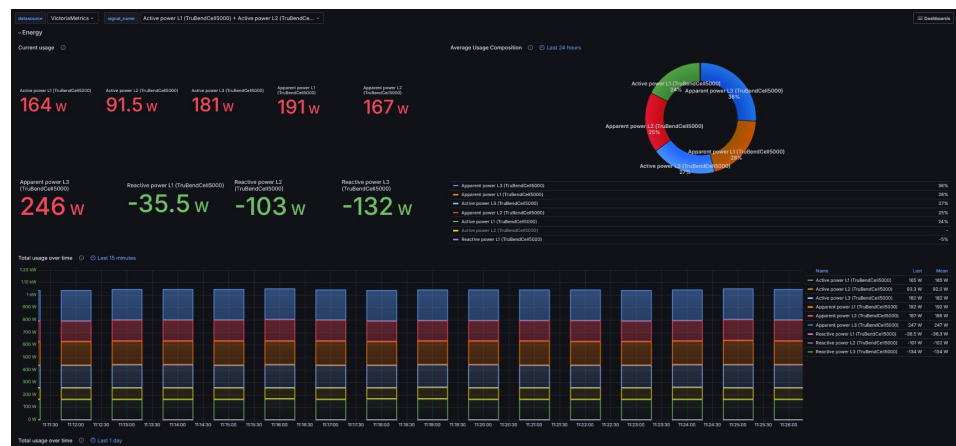
4.2 ENERGIEMONITORING VON MASCHINEN

Ein auf die Blechbearbeitung, Kunststoffverarbeitung und Oberflächenveredelung spezialisiertes Unternehmen setzt für die Fertigung u.a. Anlagen mit hohem Energiebedarf ein, z. B. Laserschneidmaschinen. Das Unternehmen möchte den Energieverbrauch von insgesamt fünf Anlagen kontinuierlich überwachen, analysieren und auswerten, darunter hochmoderne Anlagen zur Blechbearbeitung, eine Schleifmaschine und deren Absauganlage.

Zur Erfüllung der spezifischen Anforderungen des Unternehmens wurde ein IIoT-Gateway sowie 5 Energiemessmodule (**AB000008**) und 15 Stromwandler der Reihe **NZ** installiert. Die Energiemessmodule messen in Kombination mit den Stromwandlern kontinuierlich die Energieverbräuche der Anlagen. Aufgrund der dreiphasigen Drehstromversorgung mit zumeist asymmetrischer Belastung der einzelnen Phasen benötigt jede Maschine drei Stromwandler. Alle Wandler sind mit den an das Gateway angeschlossenen Energiemessmodulen verbunden. Das Gateway führt hier wiederum alle Messwerte zusammen und visualisiert die Verbrauchsdaten auf dem Dashboard.



Die Topologie für das Energiemonitoring von mehreren Maschinen.



Anzeige von Wirk-, Schein- und Blindleistung einer Anlage mit Verteilung der jeweiligen Phasen (L1, L2 und L3).

Die Ergebnisse:

- / Kontinuierliche Erfassung der Energiebräuche von insgesamt 5 Anlagen
- / Zentrale Datenverarbeitung und übersichtliche Visualisierung auf einem Dashboard
- / Daten können jederzeit im Firmennetzwerk abgerufen werden
- / Potenziale für Energieeinsparungen auf Basis der tatsächlichen Verbrauchsdaten
- / Einfacher Export von Verbrauchswerten für beliebige Zeiträume nach Excel
- / Automatische Benachrichtigung per E-Mail bei Überschreitung von Verbrauchswerten
- / Erfüllung der Voraussetzungen für ein Energiemanagement gemäß ISO-50001

**4.3 ENERGIEMONITORING EINER SPRITZGUSSMASCHINE INKLUSIVE GAS-
VERBRAUCHSMESSUNG**

Ein Produzent von Systemen und Komponenten für professionelle Elektroinstallationen möchte den Energieverbrauch einer Spritzgussmaschine in seiner Fertigung kontrollieren. Zusätzlich soll kontinuierlich der Gasbedarf der Maschine sowie die Gastemperatur erfasst werden.

In diesem Fall besteht die Systemlösung aus einem IIoT-Gateway (**BY000002**), einem Energiemessmodul (**AB000008**), drei Stromwandlern der Reihe **NZ** und einem Durchflusssensor der Reihe **SL**. Da die Maschine über eine dreiphasige Drehstromversorgung verfügt, wird an jeder Phase ein Stromwandler für Rundleiter installiert. Die Stromwandler sind mit dem Energiemessmodul verbunden, das wiederum an das Gateway angeschlossen ist.

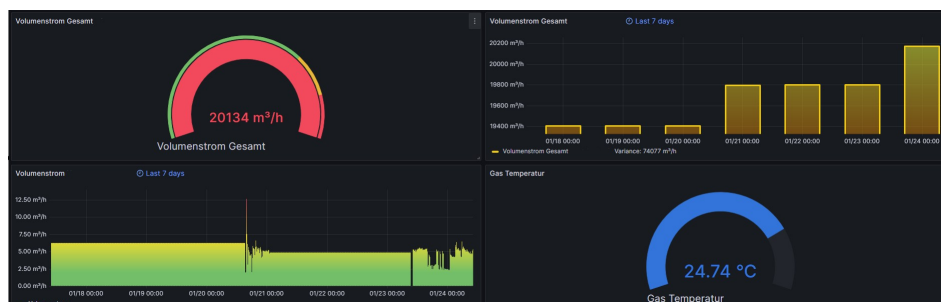
Der Durchflusssensor mit Analogausgang (4...20mA) wurde ebenfalls mit dem Gateway gekoppelt, um den Gasverbrauch (Volumenstrommessung) und die Gastemperatur zu überwachen. Das Gateway führt hier erneut alle Messwerte zusammen und visualisiert sie auf einem individuell konfigurierbaren Dashboard.



Das Energiemessmodul, die Steuerung der Maschine und der Durchflusssensor sind an das Gateway zur Verarbeitung und Visualisierung angeschlossen.



Wirk-, Schein- und Blindleistung einer Spritzgussmaschine (hier für Phase 1 / L1) werden präzise erfasst.



Parallel zur Erfassung des Energieverbrauchs wird der Volumenstrom und die Temperatur des Gases gemessen und visualisiert.

Die Ergebnisse:

- / Kontinuierliche Überwachung des Energieverbrauchs einer Maschine
- / Zusätzliche Aufzeichnung von Gasverbrauch und -temperatur
- / Potenziale für Energieeinsparungen anhand valider Verbrauchsdaten
- / Höhere Prozesssicherheit durch Messwerterfassung in Echtzeit
- / Zentrale Verarbeitung und Visualisierung aller Messwerte auf einem Dashboard
- / Einfacher Export von Verbrauchswerten für beliebige Zeiträume nach Excel zur Weiterverarbeitung und Dokumentation
- / Automatische E-Mail-Benachrichtigung bei Überschreitung vordefinierter Verbrauchswerte
- / Erfüllung der Voraussetzungen für ein Energiemanagement gemäß ISO-50001

5 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Energieverbräuche nachhaltig senken und gleichzeitig die Effizienz einer Produktion durch Prozessoptimierungen steigern, damit sich die Transparenz einer Fertigung auf allen Ebenen erhöht, das sind die wesentlichen Anforderungen, die jetzt und zukünftig über die Wettbewerbsfähigkeit nahezu aller Unternehmen entscheiden werden.

Aller Anfang ist bekanntlich schwer, oder? Mit dem IIoT-Gateway von ipf electronic muss das allerdings nicht sein! Das Gateway schafft in einem ersten Schritt sämtliche Voraussetzungen für ein durchgängiges Energiemonitoring und eine lückenlose Produktions-/ Prozessdatenerfassung, wobei sich die hiermit verbundenen Lösungen zu jederzeit flexibel skalieren lassen.

Darüber hinaus eignen sich die Technologien von ipf electronic im Sinne der zwingend notwendigen Digitalisierung der Produktion für eine Modernisierung von Altanlagen im Zuge von Retrofits.

Und in allen genannten Fällen sind weder hohe Anfangsinvestitionen noch teure Umbauten von Maschinen oder Anlagen notwendig.

Mit dem Energiemonitoring von Maschinen und Anlagen wie z. B. Kompressoren zur Druckluftherzeugung, werden die tatsächlichen Kosten zur Energieerzeugung binnen kürzester Zeit deutlich sichtbar. Durch eine höhere Transparenz zum tatsächlichen Energieverbrauch, auf Wunsch bis hinunter zum einzelnen Verbraucher (Einzelmaschine, Anlage, etc.), lassen sich die Gründe für einen möglicherweise abweichend hohen Energiebedarf genauer analysieren und somit konkrete Maßnahmen für nachhaltige Energieeinsparungen verbunden mit spürbaren Kostensenkungen ergreifen.

Und was ist hierzu in den Anfängen erforderlich? Lediglich das IIoT-Gateway **BY000002** mit integriertem Datenspeicher und das Energiemessmodul **AB000008** in Kombination mit den Stromwandlern von ipf electronic.

Durch die Erfassung und Visualisierung von Maschinen- und Prozessdaten (Auslastung, Laufzeiten, Durchlaufzeiten, Stillstandzeiten, Stückzahlen, Ausschussquoten, etc.) lässt sich wiederum die tatsächliche Kapazitätsauslastung einer Produktion ermitteln, um

wichtige Kennzahlen zur Gesamtanlageneffektivität und damit einen Überblick zur aktuellen Betriebs- sowie Fertigungssituation zu erhalten. Hierdurch werden Engpässe, Ineffizienzen und Schwachstellen identifiziert und können gezielt beseitigt werden. Darüber hinaus ermöglicht die Erfassung und Visualisierung von Daten in Echtzeit ein schnelleres Eingreifen bei Problemen oder Abweichungen im laufenden Prozess. Zusammengekommen bilden die gesammelten Daten letztendlich eine valide bzw. fundierte Basis sowohl für die operative als auch strategische Entscheidungsfindung.

Mit der kontinuierlichen Analyse von Maschinen- und Prozessdaten werden zudem Muster für bevorstehende Ausfälle erkennbar, anhand derer die Wartung und Instandsetzung sowie die Ersatzteilverhaltung besser geplant werden kann. Somit sind nun anstelle von reaktiven oder präventiven Instandhaltungsstrategien prädiktive und damit zustandsorientierte Maßnahmen realisierbar, mit denen sich die Wartungszyklen optimieren und die Ersatzteilkosten senken lassen.

Weitere Potenziale für Kosteneinsparungen werden u.a. durch die Erfassung der Verbräuche von Betriebs- und Hilfsstoffen erkennbar. Wer eine genaue Kenntnis zum Einsatz bspw. von Schmierstoffen, Trenn- oder Kühlmitteln hat, kann einer Verschwendung bewusst entgegenzutreten und somit nachhaltig Ressourcen schonen.

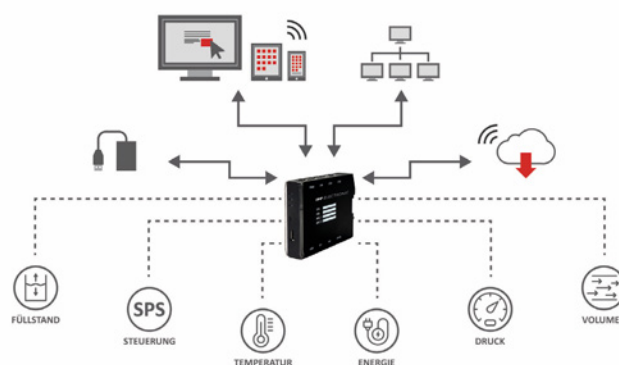
Flankierend zu dem IIoT-Gateway zur Datenerfassung von Energieströmen und/oder Produktions-/Prozessdatenerfassung bietet ipf electronic bei Bedarf eine Vielzahl an leistungsstarken Sensoren an, z. B. für die Überwachung von Druckluftnetzen bei der Druckluftherzeugung und -verteilung, für Durchfluss- und Verbrauchsmessungen von technischen Gasen, zur Druckmessung von Luft, neutralen Gasen sowie gasförmigen und flüssigen Medien, zu Verbrauchsmessungen von Betriebs- und Hilfsstoffen, zur Ermittlung von Stückzahlen inkl. IO- und NIO-Teilen sowie zur Ermittlung der Produktionsmenge von Bandmaterialien, um nur einen kleinen Ausschnitt zu liefern.

In diesem Zusammenhang bietet das System von ipf electronic folgende Möglichkeiten:

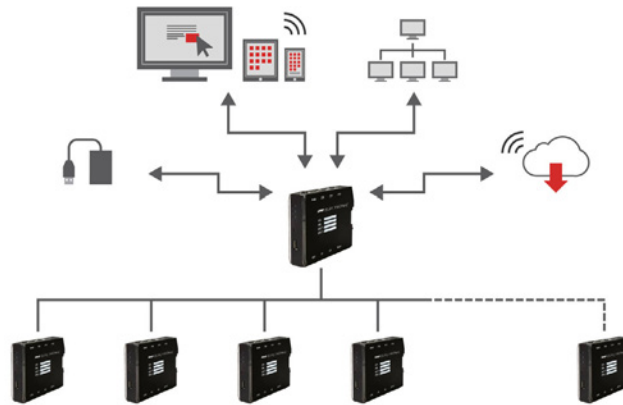
| Überwachung und Monitoring einer einzelnen Anlage bzw. Maschine

oder

| Implementierung als vernetzte, fabrikweite Lösung



Einsatz des Gateways auf Maschinenebene



Einsatz der Gateways auf Betriebsebene

Das IIoT-Gateway, auf dem sich bereits das Betriebssystem und eine Webclient-Lösung zur Verarbeitung und Visualisierung der Messdaten befindet, bietet hierzu ein hohes Maß an Konnektivität und unterstützt zahlreiche gängige Kommunikationsprotokolle. Optional lässt sich das Gateway außerdem um eine sehr umfassende Webclient-Lösung zur gezielten Überwachung der Produktivität und Stillstandüberwachung von Anlagen erweitern.

Das Gateway selbst bietet bereits eine Reihe an Interfaces zum Anschluss von digitalen, analogen und bspw. über Modbus beliebig vielen Sensoren. Darüber kann das Gateway über einen Backplane-Bus-Anschluss mit dem I/O-Modul **AB000009** skaliert werden, um die Anzahl der Schnittstellen entscheidend zu erweitern, wenn die I/Os des Gateways nicht ausreichen sollten. Das Modul ist zudem als Einzelgerät und „Datensammler“ einsetzbar, falls bereits ein System zur Signalverarbeitung und Visualisierung vorhanden ist.

Zusammengefasst bilden das IIoT-Gateway **BY000002**, die zusätzlichen Module, die gleichermaßen vielseitigen und leistungsstarken Apps und nicht zuletzt die breite Auswahl an verschiedensten Sensortechnologien die entscheidende Grundlage für datengestützte Entscheidungen, die mit einer spürbaren Steigerung der Effizienz, Qualität und Wirtschaftlichkeit in der Produktion einhergehen.

© 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. Änderungen vorbehalten.

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

Änderungen vorbehalten! Stand: Januar 2026