



## TECHNICAL WHITE PAPER

# WIRELESS TECHNOLOGY

## *Wireless*HART™

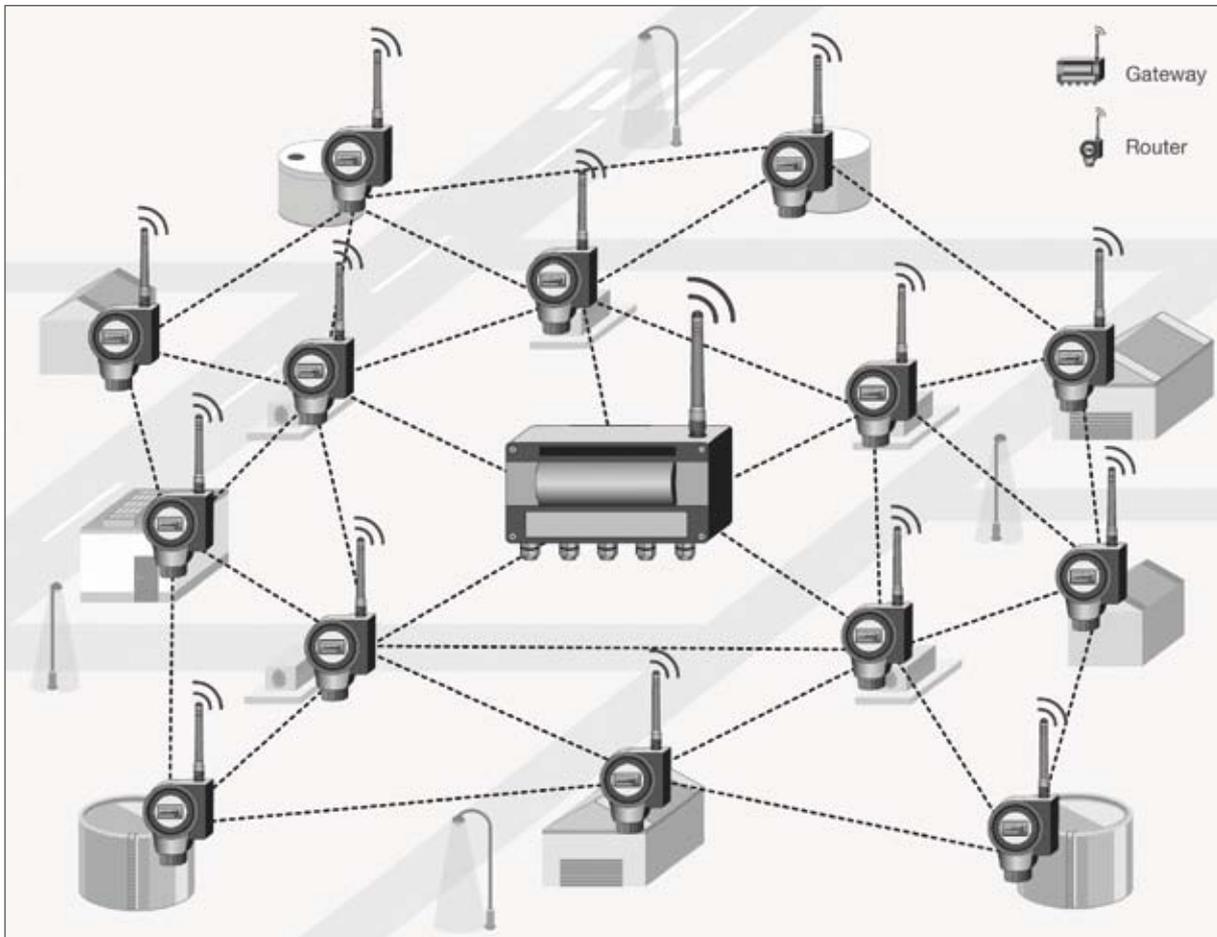
Die aus dem Konsumentenmarkt bekannte drahtlose Datentechnik ist im Begriff, zunehmend auch industrielle Anwendungen zu erschließen. Da sich jedoch die Anforderungen an drahtlose Technologien im Industriebereich deutlich vom nicht kommerziellen Einsatz unterscheiden, konnte sie sich bis jetzt noch nicht auf breiter Basis durchsetzen.

Ein Grund dafür ist, dass es bisher noch keinen allgemein gültigen Standard gab. Jedes drahtlose System, das derzeit installiert wird, beruht daher auf proprietären Technologien. Die Folge davon ist, dass unterschiedliche Lösungen parallel eingesetzt werden, was einen erhöhten Planungs-, Wartungs- und Integrationsaufwand erfordert.

Mit Einführung von *Wireless*HART wird sich das grundlegend ändern, denn damit steht erstmals ein einheitlicher Standard für die Prozessindustrie zur Verfügung.

Dieses Dokument stellt die technischen Grundlagen und Konzepte hinter *Wireless*HART vor und nennt typische Anwendungsbeispiele. Es richtet sich an technische Entscheider, und Techniker, die an der Installation eines *Wireless*HART-Systems interessiert sind.

Prepared by:  
Gerrit Lohmann  
Product Portfolio Manager  
Pepperl+Fuchs



### Maschenförmige Netzwerkstruktur

**Pepperl+Fuchs** ist ein führendes Unternehmen im Bereich der Kommunikationstechnik für die Prozessautomation. Das Produktportfolio reicht von der konventionellen Interfacetechnik über I/O-Systeme bis hin zu Feldbus-Komponenten.

Bisher lief die Kommunikation in der Prozessautomation fast ausschließlich über Kabel. Die drahtlose Kommunikation stellt daher eine innovative Lösung dar, die neue Kommunikationswege von und zur Feldebene bieten wird.

Pepperl+Fuchs war schon immer ein Unternehmen, das sich frühzeitig mit neuen Technologien befasst hat. Das trifft auch auf *WirelessHART* zu. Dabei können Sie auf die langjährige Erfahrung von Pepperl+Fuchs zählen, wenn es um hochwertige Produkte geht, die für eine problemlose Installation, Inbetriebnahme und Betrieb ausgelegt sind und damit entscheidende Vorteile für Ihre Prozessanlage bieten.

## Inhalt

<b>1 Einführung</b>	<b>4</b>
<b>2 Von HART zu <i>WirelessHART</i></b>	<b>4</b>
<b>3 Konzept und Technik hinter <i>WirelessHART</i></b>	<b>5</b>
3.1 Flat Mesh-Netzwerk	6
3.2 Time Division Multiple Access und Frequency Hopping	7
3.3 Netzwerk-Verwaltung	8
3.4 Ergebnisse einzelner Maßnahmen	8
3.5 Netzwerkbildung, Identifizierung und Sicherheit	9
<b>4 Erreichbare Netzwerk-Performance</b>	<b>10</b>
<b>5 Gerätearten in einem <i>WirelessHART</i>-Netzwerk</b>	<b>10</b>
5.1 <i>WirelessHART</i> -Gateway	10
5.2 <i>WirelessHART</i> -Adapter	11
5.3 <i>WirelessHART</i> -Feldgeräte	12
5.4 HOST Integration	12
<b>6 Anwendungen</b>	<b>13</b>
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>15</b>

## 1 Einführung

Die drahtlose Kommunikationstechnik aus dem Consumerbereich wird zunehmend auch in industrielle Anwendungen eingesetzt. Da sich jedoch die Anforderungen im Industriebereich von denen im Consumerbereich unterscheiden, haben sich drahtlose Technologien bis jetzt noch nicht wirklich durchsetzen können.

Ein Grund dafür ist, dass bisher kein einheitlicher Standard definiert wurde. Jedes drahtlose Sys-

tem beruht daher auf proprietären Technologien, sodass unterschiedliche Lösungen parallel existieren, was wiederum einen erhöhten Planungs-, Wartungs- und Integrationsaufwand erfordert.

Mit Einführung von *WirelessHART*, dem ersten Standard für den Bereich der Prozessautomation, wird sich das ändern.

## 2 Von HART zu *WirelessHART*

Bei Einführung der Automationstechnik wurden Messwerte allein in Form von Strom- oder Spannungssignalen übertragen. Als allgemein anerkannte Standardschnittstelle gilt dabei die 4...20 mA-Stromschleife. Sie erlaubt lange Übertragungswege, wobei der aktive Nullwert eine problemlose Fehlererkennung bei Kurzschluss oder Unterbrechung einer Leitung ermöglicht. Dabei lässt sich diese Schnittstelle in Verbindung mit allen analogen Schaltungen einsetzen.

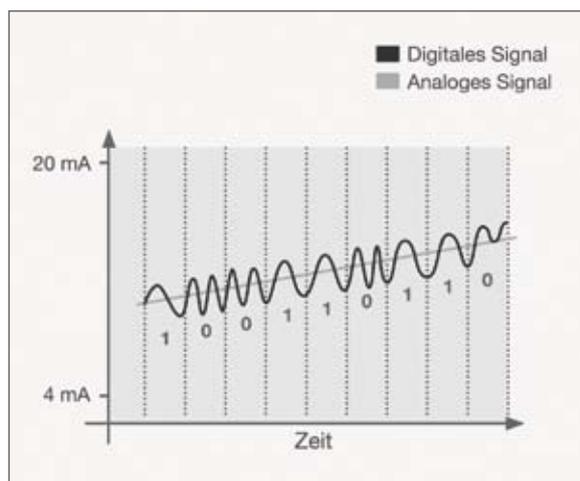


Fig. 1: Konventionelles HART

Mit dem Aufkommen der Digitaltechnik, die rasant immer kleiner und billiger wurde, entstand bald der Wunsch nach mehr Informationen als nur den reinen Messwerten. Es zeigte sich jedoch schnell, dass es zwar einfach war, die gewünschten Informationen über das Feldgerät zu erfassen, aber niemand war gewillt, für jede einzelne Information eine separate Leitung zu installieren. Es entstand daher das bis heute gebräuchliche Verfahren, die unterschiedlichen Informationen auf die bestehende 4...20mA-Schleife aufzumodulieren.

Das Prinzip dahinter ist einfach: Da sich die Messwerte im Bereich der Prozessautomation nur relativ langsam verändern, kann der Strom einer 4...20mA-Schleife quasi als statisch angesehen werden. Auf einen statischen Stromfluss lässt sich ein Sinussignal aufmodulieren, ohne im Mittelwert den Strom selbst zu verfälschen, sofern die Frequenz der aufmodulierten Information hoch genug ist. Für die Prozessautomation wurde der Bell Standard als Grundlage genommen, der die Kodierung der logischen „1“ ein Sinussignal mit 2,2 kHz und für eine „0“ ein Signal mit 1,2 kHz verwendet. Diese

Art der Modulation wird Frequency Key Shifting (FSK) genannt

Damit ist es möglich, problemlos Informationen unterschiedlicher Art zu übertragen. Nachdem man sich auf der physikalischen Ebene auf die Übertragung von 1,2/2,2 kHz FSK Signale geeinigt hatte, galt es nur noch, eine gemeinsame Sprache zu definieren, um eine uneingeschränkte Verständigung zu ermöglichen. Diese Sprache ist genau genommen ein Protokoll und trägt die Bezeichnung HART. Es dient dazu, die einzelnen Befehle und Reaktionen darauf zu definieren, um Status-Informationen, Parameter, Messwerte,

Diagnosedaten usw. zu übertragen.

Im Laufe der Zeit erschienen Erweiterungen von HART, die jeweils mehr Funktionalität boten als zuvor, aber physikalisch immer auf der 4...20mA-Stromschleife aufsetzten.

Die neueste Version 7 von HART sieht jetzt zusätzlich zur 4...20mA-Schleife auch ein drahtloses Netzwerk als physikalische Ebene vor. Bei Einsatz eines drahtlosen Netzwerks, das den mit HART 7 definierten Übertragungsstandard nutzt, spricht man daher von *WirelessHART*.

### 3 Konzept und Technik hinter *WirelessHART*

Im Gegensatz zur herkömmlichen physikalischen Ebene, die sich relativ einfach spezifizieren ließ, waren die Anforderungen an *WirelessHART* komplexer. Zunächst ist eine Liste mit Forderungen und Zielsetzungen aufgestellt worden, die *WirelessHART* erfüllen sollte. Danach sollte *WirelessHART*...

- ein offener und interoperabler Standard sein
- sich so problemlos nutzen lassen wie die drahtgebundene Variante
- den drahtlosen Zugriff auf bestehende Feldgeräte ermöglichen
- die Nutzung derselben Werkzeuge und Prozeduren für Konfiguration, Wartung und Diagnose ermöglichen
- nur einen geringen zusätzlichen Schulungsaufwand erfordern
- weltweit einsetzbar sein
- lizenzfrei nutzbar sein
- einfach verfügbare Standard-Radio-Chipsets nutzen können

Die drei letztgenannten Zielsetzungen waren die Wichtigsten. In einer globalisierten Welt muss ein Standard natürlich weltweit einsetzbar sein. Außerdem dürfen dabei keine Lizenzgebühren anfallen oder Nutzungsbeschränkungen bestehen. Der einzige nahezu weltweit frei nutzbare Frequenzbereich ist das 2,4 GHz ISM-Band.

Da auch WLAN und Bluetooth das 2,4 GHz ISM-Band nutzen, gibt es bereits unzählige frei verfügbare Funkchips auf dem Markt. Diese Chips enthalten sämtliche erforderlichen Schaltungen und lassen sich relativ leicht in neue Produkte integrieren, was die Entwicklung neuer Produkte, wie zum Beispiel Mobiltelefone mit Bluetooth-Konnektivität oder Notebooks mit WLAN entscheidend beschleunigt.

Manchmal werden WLAN und Bluetooth als ähnliche Technologien angesehen, weil sie dasselbe Frequenzband nutzen. WLAN wurde jedoch für einen hohen Datendurchsatz mit weniger Rück-

sicht auf einen energiesparenden Betrieb ausgelegt, während Bluetooth gezielt für niedrigere Datenraten und geringere Stromaufnahme optimiert ist.

In Prozessanlagen kommt es meist nicht darauf an, Messwerte mit sehr hohen Datenraten zu übertragen. Im Gegenteil, die Sensoren sollen batteriebetrieben sein, sodass ein stromsparender Betrieb schon allein mit Hinblick auf eine lange Batterie-Lebensdauer von Bedeutung ist. Eine Technologie ähnlich der von Bluetooth wäre somit die bessere Wahl.

Doch die Verwendung von Bluetooth als Basistechnologie wäre mit einer entscheidenden Einschränkung verbunden: die Ausgangsleistung ist auf maximal 10 mW, in einigen Ländern 100 mW beschränkt. Daraus ergibt sich, dass die Entfernung zwischen Sender und Empfänger begrenzt wäre und bestenfalls 100 bis 200 m betragen könnte. Bedingt durch die Umgebungsbedingungen ist diese Reichweite in der Praxis eher noch geringer und damit für die meisten Prozessanlagen bei weitem nicht ausreichend, denn solche Anlagen haben nicht selten eine Ausdehnung von mehreren hundert Metern bis zu einigen Kilometern.

Neben der begrenzten Reichweite, die für Anwendungen in der Prozessautomation unzureichend erscheint, muss ein weiteres Kriterium berücksichtigt werden: ein drahtloser Kommunikationsweg ist generell nicht so zuverlässig wie ein die kabelgebundene Kommunikation. Es gibt zahlreiche Umgebungseinflüsse, die sich nachteilig auf die Zuverlässigkeit auswirken. Dazu zählen zum Beispiel andere Funksysteme und die Tatsache, dass Funkwellen auf dem Weg vom Sender zum Empfänger gestört werden können.

Sowohl die begrenzte Reichweite als auch die schlechtere Zuverlässigkeit im Vergleich zur drahtgebundenen Kommunikation sind Eigenschaften,

die im industriellen Bereich nicht akzeptabel sind und daher verbessert werden müssen, um Anwendungen für die Prozessautomation erschließen zu können.

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte wurde entschieden, den Standard IEEE 802.15.4 anzuwenden, der den Einsatz von Sensoren mit niedriger Leistung beschreibt, die innerhalb einer maschenförmigen Netzwerk-Architektur arbeiten und für die Übertragung von nur geringen Datenmengen optimiert sind. Ein weiterer allgemein bekannter Standard auf der Basis von IEEE 802.15.4 ist das für den Einsatz in der Gebäudeautomatisierung optimierte ZigBee.

*WirelessHART* setzt auf vier unterschiedliche, miteinander verknüpfte Maßnahmen, um die genannten Nachteile zu überwinden:

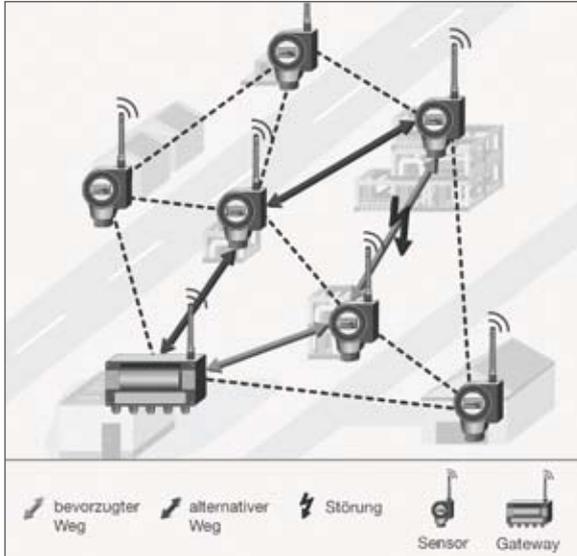
- Flache Maschen-Netzwerktopologie
- Netzwerk-Management
- Time Division Multiple Access (TDMA)
- Frequency Hopping

### **3.1 Flache Maschen-Netzwerktopologie**

Diese Topologie (Flat Mesh Network) beruht auf einem Konzept, bei dem sämtliche drahtlosen Sensoren im Feld ein Netzwerk bilden, über das jede Mitteilung geleitet wird. Dabei schickt der ursprüngliche Sender seine Nachricht zum nächstgelegenen Nachbarn, der sie wiederum zum nächsten Nachbarn weiterleitet und so weiter, bis die Nachricht den eigentlichen Empfänger erreicht.

Wenn man sich vorstellt, dass sämtliche Sensoren innerhalb eines bestimmten Bereiches miteinander verbunden sind, wird ersichtlich, woher der Begriff Maschennetz kommt: alle Sensoren sind

miteinander verbunden und bilden so die Maschen eines Netzes.



**Fig. 2: Maschenförmige Netzwerk-Topologie**

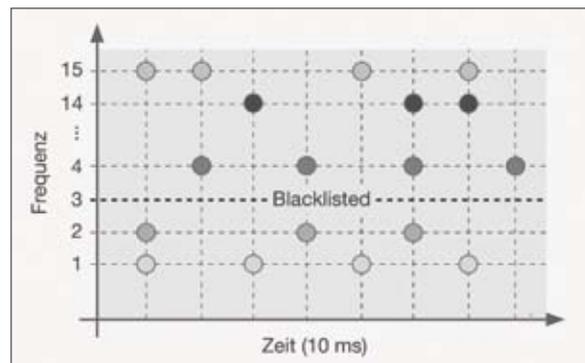
Diese Maschenstruktur bietet zwei Vorteile: einmal wird die abgedeckte Fläche vergrößert. Die Begrenzung auf eine Reichweite von bestenfalls 100–200 m bezieht sich lediglich auf die Verbindung zwischen zwei einzelnen drahtlosen Sensoren. Durch das Routing der einzelnen Nachricht über das gesamte Netzwerk ist jedoch die tatsächlich mögliche Reichweite entsprechend größer.

Der zweite Vorteil liegt darin, dass bei Ausfall eines Datenpfades immer ein alternativer Pfad zur Verfügung steht. Wenn eine Nachricht verloren geht oder unvollständig übertragen wird, wird sie zunächst an denselben Nachbarn wiederholt. Nach einer bestimmten Anzahl erfolgloser Wiederholungen wird sie jedoch über einen anderen Pfad, das heißt über einen anderen als den bevorzugten Nachbarsensor übertragen. Die Nachricht wird also anders geroutet. Dabei spricht man von einem selbstheilenden Netzwerk, das deutlich höhere Chancen bietet, dass eine Nachricht auch tatsächlich durchgeleitet wird – und damit erheblich mehr Zuverlässigkeit.

### 3.2 Time Division Multiple Access und Frequency Hopping

Das Flat Mesh Netzwerk setzt sich aus mehreren Sendern und Empfängern zusammen. Da dabei alle dasselbe Medium, nämlich den freien Raum, nutzen, muss ein solches Netzwerk organisiert werden, um die Kollision von Botschaften und damit deren Zerstörung zu vermeiden. *WirelessHART* nutzt dafür die Kombination von zwei Konzepten, TDMA und Frequency Hopping

TDMA ist die Abkürzung für „Time Division Multiple Access“. Dies bringt deutlich zum Ausdruck, dass dabei eine Zeitkomponente eingesetzt wird. Die TDMA Funktion von *WirelessHART* unterteilt eine Sekunde in 100 Zeitfenster (Slots) von je 10 ms Dauer. Das gesamte Netzwerk ist nach diesen Zeitfenstern synchronisiert und erlaubt damit einem drahtlosen Sensor, seine Kommunikation zu einer sehr genau definierten Zeit zu beginnen. Werden keine Daten übertragen, geht der Sensor in einen Bereitschaftsmodus, um Batteriestrom zu sparen und gleichzeitig anderen Sensoren den Sendebetrieb zu erlauben.



**Fig. 3: Time Division Multiple Access**

Die zweite Komponente, Frequency Hopping, bedeutet, dass alle 15 Kanäle, die im IEEE802.15.4 Standard definiert sind, genutzt werden. Somit können 15 drahtlose Sensoren zur selben Zeit senden. Von anderen drahtlosen Systemen be-

reits genutzte Kanäle werden dabei nicht benutzt, um diese nicht zu stören. Die Kombination von bis zu 15 Übertragungen pro Zeitfenster von je 10 ms Dauer erlaubt die Übertragung von 1500 Kommunikationseinheiten pro Sekunde, die theoretisch über das gesamte Netzwerk hinweg geleitet werden können.

### 3.3 Netzwerk-Management

Ein maschenförmiges Netzwerk mit TDMA, ergänzt durch Präferenz- und alternative Kommunikationspfade, muss eindeutig organisiert sein. Diese Aufgabe wird vom Netzwerk-Manager übernommen.

Der Netzwerk-Manager bestimmt die jeweils besten Pfade zwischen einzelnen drahtlosen Sensoren, sowie jeweils einen alternativen Pfad. Er legt auch fest, welcher Sensor wann über welchen Kanal senden darf. Auf diese Weise wird die Kommunikation innerhalb des Netzwerks so optimiert, dass sich eine bestmögliche Performance hinsichtlich Geschwindigkeit, Datendurchsatz und Energieverbrauch ergibt.

Der Netzwerk-Manager scannt ständig das Netzwerk und reagiert auf Abweichungen von seiner normalen Funktionsweise. Ganz gleich, ob ein neuer drahtloser Sensor hinzugefügt wurde, ein Sensor komplett ausfällt oder ein Kommunikationspfad instabil wird und ein besserer Präferenzpfad eingerichtet werden muss – der Netzwerk-Manager nimmt die erforderlichen Maßnahmen vor, um die bestmögliche Funktion des *WirelessHART*-Netzwerks sicherzustellen.

### 3.4 Ergebnisse der einzelnen Maßnahmen

Mit der Kombination der oben beschriebenen Maßnahmen lassen sich die Nachteile des 2,4 GHz-Bands auf elegante Art überwinden:

- Durch die alternativen Pfade wird die Zuverlässigkeit der Kommunikation verbessert
- Die vom drahtlosen Netzwerk abdeckbare Fläche wird erweitert
- 15 Kanäle und 100 Zeitfenster per Sekunde maximieren den Datendurchsatz
- Die Koexistenz mehrerer drahtloser Kommunikationssysteme im selben Bereich ist gewährleistet
- Die niedrige Stromaufnahme nach IEEE 802.15.4 ermöglicht den Einsatz batteriebetriebener Geräte.

Die übrigen Zielsetzungen für die Nutzbarkeit von *WirelessHART* werden von der jeweiligen Implementierung bestimmt. Das heißt, auf Basis des IEEE 802.15.4 Standards werden weitere Protokollschichten aufgesetzt. Dadurch verhält sich das Gerät bis auf den Kommunikationspfad nach außen weiterhin wie ein ganz normales HART-Gerät. Das hat den Vorteil, dass sämtliche Tools und Vorgehensweisen wie bei kabelgebundenen HART-Geräten auch für *WirelessHART* genutzt werden können. Es wird somit die Anforderung nach einer Lösung erfüllt, die einfach zu handhaben ist und nur einen geringen Schulungsaufwand erfordert.

Da *WirelessHART* also nur den Übertragungsweg des HART Protokolls von einer verdrahteten Verbindung auf eine Funkverbindung hebt, kann man *WirelessHART* als „add-on“ zu HART bezeichnen. Die Erweiterung im Protokoll sind im wesentlichen nur zusätzliche Befehle, die für die Steuerung und Diagnose des drahtlosen Netzwerks erforderlich sind. Ein Host-System mit drahtgebundenen

HART-Geräten und *WirelessHART*-Geräten kann damit den Unterschied nicht erkennen und verhält sich allen Geräten gegenüber gleich.

### 3.5 Formen von Netzwerken, Identifikation und Sicherheit

Neben den Merkmalen zur Optimierung der drahtlosen Kommunikation für Anwendungen in der Prozessautomation kommt es noch auf zahlreiche weitere Eigenschaften an.

Eine davon ist die Bildung des Netzwerks selbst. Dabei gilt es, zu vermeiden, dass sich jeder beliebige Sensor am Netzwerk anmelden kann, ohne dass jemand Kontrolle darüber hat. Es ist also ein konkreter Prozess zur Akzeptanz eines bestimmten Sensors erforderlich.

Zunächst einmal hat dafür ein *WirelessHART*-Netzwerk eine einmalige Kennung, die als Netzwerk-ID bezeichnet wird. Sie wird im Netzwerk-Manager festgelegt und dient dazu, ausschließlich solche Sensoren zu akzeptieren, die dieselbe Netzwerk-ID aufweisen, während alle anderen von der Kommunikation ausgeschlossen bleiben.

Um einem bestimmten Sensor den Zugang zu einem Netzwerk zu erlauben, muss dieser über einen Join Key verfügen, der seine Berechtigung zur Teilnahme am Netzwerkverkehr ausdrückt. Wenn ein Sensor zwar die korrekte Netzwerk-ID, aber einen falschen Join Key hat, wird er nicht in das Netzwerk aufgenommen.

Sowohl Netzwerk-ID als auch Join Key sind Bestandteil der Geräteparameter und müssen vom Benutzer vorgegeben werden. Sie müssen zwingend über eine Kabelverbindung in den Sensor eingelesen werden, um jedes Abfangen

dieser entscheidenden Daten auszuschließen. Bei dieser Verbindung kann es sich entweder um eine konventionelle HART FSK oder eine RS485-Verbindung handeln.

Nachdem das Gerät mit Netzwerk-ID und Join Key versehen wurde, wird es nach der Installation beginnen zu versuchen, Advertisement Nachrichten zu empfangen. Diese werden vom existierenden Netzwerk zu seiner Bekanntmachung ausgesendet. Sobald eine solche Advertisement Nachricht empfangen wurde, synchronisiert sich das Gerät mit dem Netzwerk und sendet dann eine Anfrage zur Aufnahme in das Netzwerk. Diese werden vom Netzwerk-Manager empfangen, der daraufhin den Sensor in das Netzwerk aufnimmt und die erforderlichen Daten zurückschickt, um den Datenfluss im Netzwerk unter Berücksichtigung des neuen Sensors zu optimieren.

Neben den erforderlichen Informationen bezüglich der Netzwerkstruktur erhält der Sensor 128 Bit langen Schlüssel. Dieser Schlüssel wird zur Kodierung der drahtlos gesendeten HART Nachrichten verwendet, um ein Abhören der Nachrichten auszuschließen. Da *WirelessHART* nicht auf TCP/IP aufsetzt wie z.B. WLAN, kann man auch mit WLAN Standard Hardware diese Nachrichten schon aufgrund dieses Unterschiedes nicht entschlüsseln. Um die Sicherheit zusätzlich zu erhöhen, wird der Schlüssel in unregelmäßigen Zeitabständen ausgetauscht.

Die Verschlüsselung macht ein Eindringen in das Netzwerk praktisch unmöglich. Durch die speziellen MAC-Ebenen von WLAN und *WirelessHART* ist es ohnehin nicht möglich, dies mit Standard-Hardware vorzunehmen.

## 4 Erzielbare Netzwerk-Performance

Wie unter 3.2 beschrieben ermöglicht die Kombination von TDMA und Frequency Hopping bis zu 1500 Kommunikationen pro Sekunde (100 Zeitfenster x 15 Kanäle). Dabei handelt es sich aber um einen rein theoretischen Wert. Normalerweise sollte die Kommunikationslast 30% dieses Wertes nicht überschreiten, was rund 450 Kommunikationen pro Sekunde entspricht.

Da die gesamte Kommunikation am Ende in einem Gateway endet, das pro Access Point nur über eine Frequenz gleichzeitig senden kann, dürfte die tatsächliche Kommunikationsgeschwindigkeit eines *WirelessHART*-Netzwerks 30 Kommunikationen pro Sekunde (100 Zeitfenster x 30%) nicht überschreiten.

Ein einziges Wireless HART-Netzwerk kann sich aus bis zu 250 Feldgeräten zusammensetzen. Wenn man von 30 Kommunikationen pro Sekunde ausgeht, sollte ein solches Netzwerk in der Lage sein, etwa alle 8 Sekunden sämtliche Werte zu aktualisieren.

Wenn das Gateway über mehrere Access Points verfügt, also über mehrere Kanäle gleichzeitig kommunizieren kann, erhöht sich diese Leistung. Mit

2 Access Points sollte ein Netzwerk mit 250 Sensoren nahezu alle 4 Sekunden (250 Sensoren/ (2 Access Points) x 30 Kommunikationen/Sekunde)) alle Werte aktualisieren können.

Sind im selben Bereich gleichzeitig mehrere *WirelessHART* Netzwerke oder andere 2,4 GHz-Systeme installiert, lässt die Performance nach, da sich alle Teilnehmer über die Nutzung der verfügbaren Kanäle einigen müssen. Bei zwei Netzwerken kann jedes lediglich 7 anstatt 15 Kanäle nutzen, was den theoretischen Datendurchsatz um 50% (750 Kommunikationen theoretisch oder realistisch 225 Kommunikationen pro Sekunde) reduziert.

Neben diesen groben Werten ist es natürlich möglich, unterschiedliche Aktualisierungsintervalle pro Gerät einzustellen – eines zum Beispiel einmal pro Sekunde, andere wiederum einmal pro Minute oder alle 10 Minuten. Der Netzwerk-Manager optimiert dabei jeweils den Datenfluss über das Netzwerk und stellt damit jedem Gerät die erforderlichen Ressourcen zur Verfügung, um seine Daten in den gewünschten Zeitintervallen übertragen zu können.

## 5 Gerätearten in einem *WirelessHART*-Netzwerk

Ein *WirelessHART*-Netzwerk setzt sich aus folgenden zwei Hauptkomponenten zusammen:

- *WirelessHART* Gateway
- *WirelessHART* Feldgerät

Die *WirelessHART*-Feldgeräte wiederum sind in zwei grundsätzlichen Varianten zur Verfügung:

- *WirelessHART* Adapter
- *WirelessHART* Feldgerät

### 5.1 *WirelessHART*-Gateway

Das *WirelessHART*-Gateway ist der Mittelpunkt und das komplexeste Gerät innerhalb eines *WirelessHART*-Netzwerks. Es besteht aus:

- Funkverbindung zum Netzwerk (Access Point)
- Netzwerk-Manager
- Sicherheits-Manager
- Eine oder mehrere Schnittstellen zu Host-Systemen, wie RS485, Ethernet, PROFIBUS.

Momentan werden alle genannten Elemente in einem Gehäuse untergebracht. Dadurch wird das *WirelessHART* Gateway kompakt und einfach in der Anwendung. Dennoch ist prinzipiell eine verteilte Struktur vorstellbar, die zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung stehen können. So könnten zum Beispiel mehrere Access Points mehrere Pfade vom und zum Netzwerk bieten, ohne eine gemeinsame Fehlerquelle zu bilden. Beim Netzwerk-Manager könnte es sich einfach um eine Software handeln, die über das Netzwerk läuft, während redundante Bussysteme mehrere Anbindungen an Host-Systeme bieten könnten.

## 5.2 *WirelessHART*-Adapter

Beim *WirelessHART*-Adapter handelt es sich um ein Gerät, das direkt oder über ein kurzes Kabel mit jedem konventionellen HART- oder 4...20 mA-Feldgerät verbunden werden kann. Er liest die Daten vom Feldgerät über HART oder setzt das 4...20 mA-Signal in einen digitalen Wert um, um diese Daten an das *WirelessHART*-Netzwerk zu übertragen. Daraus ergibt sich eine hoch flexible Lösung, die aus jedem Feldgerät ein *WirelessHART*-Feldgerät macht.

Der *WirelessHART*-Adapter kann entweder mit Batterie, über die Stromschleife oder ein Netzgerät betrieben werden. Möglich ist auch die Energieversorgung über eine Solarzelle.

Ein batteriebetriebener Adapter versorgt den *WirelessHART*-Adapter selbst und das angeschlos-

sene Feldgerät mit Energie und sorgt damit für ein Höchstmaß an Unabhängigkeit. Grundsätzlich ist der *WirelessHART*-Adapter permanent in Betrieb und fungiert innerhalb des Netzwerks als Router. Jedes Mal, wenn eine Messung vorgenommen wird, schaltet der Adapter das Feldgerät ein und versorgt es für die Zeit des Messvorgangs mit Energie. Leider sind die meisten Feldgeräte nicht für eine niedrige Stromaufnahme konzipiert. Außerdem benötigen sie mindestens 12 Volt oder sogar mehr. Eine Anhebung und passende Umwandlung der Batteriespannung ist nicht besonders effizient. Dennoch können je nach Leistungsaufnahme des Feldgeräts, Zeitdauer und Betriebsspannung für den Messvorgang und Dauer der Zeitintervalle zwischen Messungen Batterielebenszeiten von einigen Jahren erreicht werden.

*WirelessHART*-Adapter mit Energieversorgung direkt über die Stromschleife lassen sich an eine bestehende 4...20 mA-Schleife anschließen, um darüber ihre Betriebsspannung zu beziehen. Der Adapter nutzt das HART-Signal der Schleife und sendet es auf drahtlosem Wege ins Netzwerk, wobei ein zweiter Kommunikationspfad neben der 4...20 mA-Schleife entsteht.

Der Adapter erzeugt natürlich einen Spannungsabfall in der Stromschleife. Da einige Schleifen keine ausreichende Spannungsreserve aufweisen, lässt sich daher diese Alternative nicht immer anwenden. Der Adapter würde der Schleife einfach nicht genügend Leistung entnehmen können, um kontinuierlich auf Sendung zu sein. Er kann daher nur in bestimmten Intervallen senden und zwischen den Sendeintervallen die notwendige Energie zwischenspeichern, um seine Funktion aufrecht zu erhalten.

Wenn ein Netzanschluss vorhanden ist, kann ein Adapter mit Netzanschluss eingesetzt werden. In diesem Fall ist keine Lösung zur Energieverwal-

tung erforderlich und der *WirelessHART*-Adapter kann ständig in Betrieb bleiben und ermöglicht dadurch einen ununterbrochenen Sendebetrieb für schnelle Datenaktualisierungen.

### 5.3 *WirelessHART*-Feldgeräte

Eine weitere Option sind Feldgeräte, die von vornherein mit einer *WirelessHART*-Schnittstelle ausgestattet sind. In diesem Fall ist keine 4...20 mA-Schnittstelle, sondern es ist lediglich eine Antenne vorhanden. Auch hier sind mehrere Alternativen zur Energieversorgung denkbar. Bei Neukonstruktion eines solchen Gerätes besteht die Möglichkeit, die Energieaufnahme zu optimieren. Außerdem muss die Batteriespannung nicht umgewandelt werden. Solche Geräte sind daher deutlich effizienter als eine Kombination aus *WirelessHART*-Adapter mit einem konventionellen Feldgerät.

### 5.4 Host-Integration

Ein *WirelessHART*-Netzwerk hat natürlich eine ganz bestimmte Aufgabe und die ermittelten Daten müssen an ein System zur Weiterverarbeitung übertragen werden. Je nach Anwendung kann es sich dabei um ein Prozessleitsystem oder eine SPS handeln, ein Asset Management System oder irgendein Überwachungs- oder Steuerungssystem. Dabei kommt es darauf an, die Schnittstelle zu einem dieser Systeme so nahtlos wie möglich zu gestalten.

Im Bereich der Prozessautomation gibt es zwei hauptsächliche Host-System-Konzepte: DTM (Device Type Manager) und DD (Device Description). Daunter kann man sich einen Treiber für das Gerät vorstellen, der in einer Frame-Anwendung läuft.

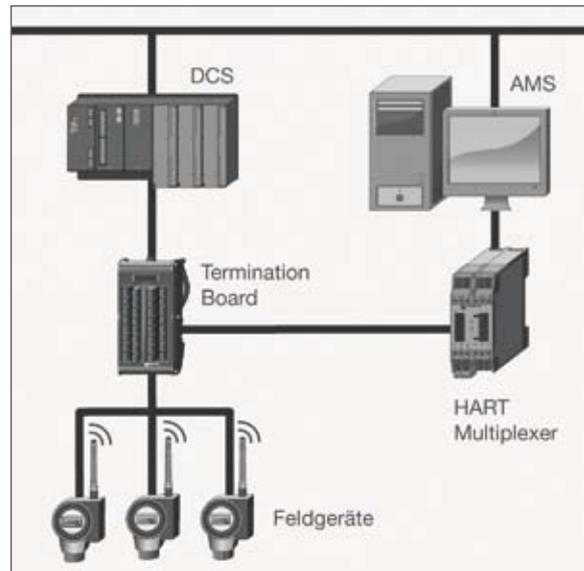


Fig. 4: Konventionelle *HART* Infrastruktur

Das Ergebnis sind Dateien, in denen die Eigenschaften und Parameter des Gerätes beschrieben werden. Beides sind allgemein gebräuchliche Konzepte und alle *HART*-Feldgeräte sind mit einem DD, die meisten auch mit einem DTM ausgestattet.

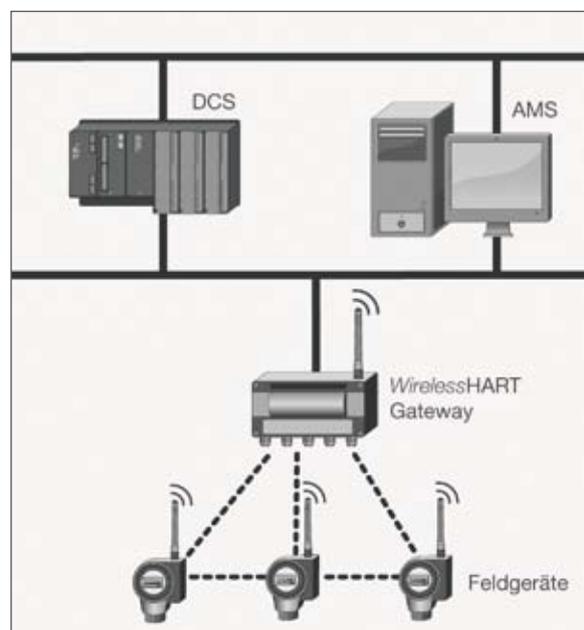


Fig. 5: Neue *WirelessHART* Infrastruktur

Auch *WirelessHART* setzt auf dieses Konzept. Jedes *WirelessHART*-Gerät hat einen Treiber im

DTM- oder DD-Format. Daher unterscheidet sich die Handhabung von *WirelessHART*-Geräten nicht von der drahtgebundener HART-Geräte.

Doch *WirelessHART* geht noch weiter. Das *WirelessHART*-Gateway kann über mehrere Schnittstellen verfügen (siehe 4.1). Zum Beispiel wird für ein *WirelessHART*-Gateway mit PROFIBUS-Schnittstelle eine GSD-Datei zur Integration in eine Profibus-Umgebung verfügbar sein. Eine Version mit Modbus kann auf die übliche Art und Weise angeschlossen werden und agiert dann

als drahtlose Remote I/O. Eine Ethernet-Variante kann mit einem OPC-Server ausgestattet werden, der die erforderlichen Werte in das Netzwerk überträgt und damit für ein ERM-System verfügbar macht.

Mit all diesen Schnittstellen und Integrationsmöglichkeiten ist die nahtlose Implementierung von *WirelessHART* in praktisch alle bekannten Kommunikationsinfrastrukturen problemlos möglich.

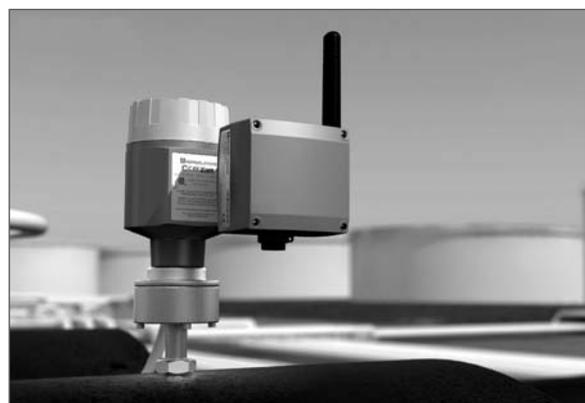
## 6 Anwendungen

Auch wenn die Konzepte hinter *WirelessHART* die Zuverlässigkeit bei der Datenübertragung verbessern, handelt es sich dennoch um eine drahtlose Technologie. Da eine drahtlose Übertragung nie so zuverlässig sein kann wie eine kabelgebundene, werden sich die Anwendungen zunächst auf Bereiche wie vorbeugende Wartung, Überwachung von Umweltdaten, Asset-Management und andere unkritische Open-Loop-Steuerungen beschränken. Anwendungen mit hohen Anforderungen an die Zuverlässigkeit, wie zum Beispiel Sicherheitsfunktionen und zeitkritische Closed-Loop-Steuerungen stehen hingegen nicht im Mittelpunkt von *WirelessHART*.

Dennoch gibt es eine Vielzahl von Anwendungen, bei denen *WirelessHART* wertvolle Vorteile bietet.

Asset Management-Konzepte lassen sich auf alle Betriebsmittel im Feld anwenden und sind nicht mehr allein auf bestimmte Arten von Feldgeräten beschränkt. So wurden zum Beispiel bisher Pumpen als ein Teil des Rohrleitungssystems und nicht als Betriebsmittel angesehen. Es ist daher zwar

üblich, eine Netzleitung zur Pumpe zu führen, nicht aber ein zusätzliches Kabel zur Pumpendiagnose. Dabei kann genau diese Diagnose entscheidend sein. Wenn die Pumpe nicht an ihrem optimalen Arbeitspunkt arbeitet und kavitiert, kann das innerhalb kurzer Zeit zu einem erheblichen Schaden führen. Je nach Größe kann eine defekte Pumpe die Produktion für Tage lahmlegen. Eine kontinuierliche Diagnose ihrer Funktion kann jedoch die Gefahr eines Anlagenstillstands reduzieren helfen.



**Fig. 6: Drahtlose Korrosionsmessung mittels *WirelessHART* Adapter**

Dasselbe trifft natürlich auch auf Lager, Motor-Temperaturen oder Schmiermittelstände zu. Auch bieten zahlreiche Ventile eine Verschleisserkennung via HART, die sich jetzt völlig ohne Kabelverbindung überwachen lässt.

Auch die Korrosionsüberwachung wird vereinfacht. Ein Korrosionssensor muss an den Stellen des Rohrsystems angebracht werden, an denen die Korrosion am Größten ist, was ganz wesentlich von der Struktur des Rohrsystems oder Tanks und dem Mediendurchfluss abhängt. Oftmals ist jedoch die optimale Position des Sensors alles andere als ideal für eine Kabelanbindung. Ein drahtloser Korrosionssensor kann hier Abhilfe schaffen und muss nur einmal am Tag kurz in Aktion treten. Dafür kann er genau da montiert werden, wo er benötigt wird, ohne dass erst mit viel Aufwand lange Kabelverbindungen hergestellt werden müssen.

Als oft genannte Killerapplikation für drahtlose Systeme wird die Füllstandsüberwachung von Tankfarmen genannt, denn die sich nur langsam verändernden Füllstände lassen sich geradezu ideal über ein *WirelessHART*-Netzwerk überwachen. Es gibt noch heute unzählige Tanks, die völlig ohne Füllstandsüberwachung arbeiten und deren Füllstände manuell überprüft werden. Ein ganz gewöhnlicher Füllstandssensor in Verbindung mit einem *WirelessHART*-Adapter kann diese Situation ändern.

Zahlreiche Zwischenprodukte, die nicht in großen Mengen benötigt werden, werden in kleineren flexiblen Anlagen produziert. Nachdem die benötigte Menge hergestellt wurde, wird die Anlage umgerüstet, um für ein anderes Zwischenprodukt eingesetzt werden zu können. Mit *WirelessHART* lässt sich dabei die aufwändige Verkabelung für viele Sensoren sparen.

Auch wenn die heutigen Prozessanlagen einen hohen Automatisierungsgrad aufweisen, gibt es

immer noch eine Menge manueller Betriebsmittel wie Kugelhähne, die überhaupt nicht überwacht werden. Von Zeit zu Zeit kommt eine Bedienkraft vorbei, um die Stellung dieser Ventile zu überprüfen, aber ein gesamter Überblick über die Zustände gibt es nicht. Die Position solcher Kugelhähne lässt sich nun mit kleinen Näherungsschaltern erkennen und direkt im Kontrollraum darstellen.

Auch die Position automatisch bedienter Ventile wird manchmal nicht bestätigt und kann jetzt einfach überwacht und rückgemeldet werden.

*WirelessHART* erlaubt auch die volle Nutzung der heutigen Feldgeräte mit mehreren Variablen. Die meisten Feldgeräte messen nicht einfach einen Wert, der dann über die 4...20 mA-Schleife übertragen wird, sondern erkennen gleichzeitig mehrere Werte. So berücksichtigen zum Beispiel Ultraschall-Füllstandsanzeiger auch die Umgebungstemperatur zur Laufzeitkompensation. Dieser zweite Wert lässt sich jetzt ebenfalls erfassen und nutzen.

Auch lässt sich die genaue Kalibrierung des Feldgerätes überprüfen. Wenn zum Beispiel der 4...20 mA-Wert von dem abweicht, was die HART-Variablen digital ausdrücken, muss vermutlich die Stromschleife neu justiert werden. Die Zuverlässigkeit konventioneller Messungen lässt sich also überprüfen, um bei Abweichungen rechtzeitig entsprechende Maßnahmen ergreifen zu können.

All diese Anwendungsbeispiele zielen nicht auf die Steuerung des eigentlichen Prozesses ab, sondern tragen zu einer besseren Überwachung des Prozesses und der damit verbundenen Betriebsmittel bei. Dabei führen bessere Informationen über den Anlagenzustand zu einer frühzeitigen Erkennung ungewöhnlicher Parameter und tragen damit erheblich zur Kostensparung bei, da rechtzeitig reagiert werden kann.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

*WirelessHART* ist eine Technologie, die Prozessanlagen mit drahtloser Kommunikation ausstattet. Sie beruht auf dem bekannten und bewährten HART-Protokoll und kombiniert dieses mit Mechanismen, um die Zuverlässigkeit und Reichweite der drahtlosen Kommunikation auf die hohen Anforderungen in der Prozessautomation abzustimmen.

Im Gegensatz zu anderen drahtlosen Netzwerken, die heute zur Verfügung stehen, wird *WirelessHART* von mehreren Zulieferern als gemeinsamer, interoperabler Standard unterstützt. Die Kunden sind daher nicht von einer einzigen Quelle abhängig und können genau die Geräte auswählen, die zu Ihren Anforderungen passen. In Zukunft wird eine breite Vielfalt an *WirelessHART*-Geräten zur Verfügung stehen und die Anzahl möglicher Anwendungen deutlich erhöhen.

Die problemlose Integration von *WirelessHART*-Produkten und die Integration in den Host auf dieselbe Art wie drahtgebundene HART-Geräte erleichtern dem Kunden Installation, Betrieb und Wartung von *WirelessHART*-Netzwerken.

*WirelessHART* wird die Begriffe Asset Management, vorbeugende Wartung und Anlagenüberwachung neu definieren und zu geplanten Service- und Wartungsarbeiten beitragen, um Anlagenausfälle zu reduzieren und die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

# PROZESSAUTOMATION – PROTECTING YOUR PROCESS



Seit mehr als einem halben Jahrhundert entwickelt Pepperl+Fuchs neue Konzepte für die Welt der Prozessautomation. Unser Unternehmen setzt Maßstäbe für Qualität und innovative Technologie. Wir entwickeln, produzieren und vertreiben weltweit elektronische Interface-Bausteine, Human-Machine Interfaces und Geräte zum Schutz explosionsgefährdeter Bereiche, wobei wir die höchsten Ansprüche der Anwender erfüllen. Durch unsere weltweite Präsenz und unsere hohe Flexibilität in Produktion und Service können wir anwendungsbezogene Komplettlösungen anbieten – wo immer und wann immer Sie uns brauchen. Wir sind die anerkannten Experten in unseren Technologien – Pepperl+Fuchs hat sich als Partner der weltweit größten Anwender von Verfahrenstechnik etabliert und bietet das umfassendste Portfolio an bewährten Komponenten für die unterschiedlichsten Anforderungen.

**1** Zentrale Deutschland/Weltweit  
Pepperl+Fuchs GmbH  
Mannheim · Germany  
Tel. +49 621 776 2222  
E-Mail: pa-info@de.pepperl-fuchs.com

**2** Zentrale Asien  
Pepperl+Fuchs PTE Ltd.  
Singapur  
Tel. +65 6779 9091  
E-Mail: pa-info@sg.pepperl-fuchs.com

**3** Zentrale Westeuropa  
und Afrika  
Pepperl+Fuchs N.V.  
Schoten/Antwerpen · Belgien  
Tel. +32 3 6442500  
E-Mail: pa-info@be.pepperl-fuchs.com

**4** Zentrale Mittlerer Osten/Indien  
Pepperl+Fuchs M.E (FZE)  
Dubai · UAE  
Tel. +971 4 883 8378  
E-mail: pa-info@ae.pepperl-fuchs.com

**5** Zentrale Nord-/Zentralamerika  
Pepperl+Fuchs Inc.  
Twinsburg · Ohio · USA  
Tel. +1 330 486 0002  
E-Mail: pa-info@us.pepperl-fuchs.com

**6** Zentrale Nordeuropa  
Pepperl+Fuchs GB Ltd.  
Oldham · England  
Tel. +44 161 6336431  
E-Mail: pa-info@gb.pepperl-fuchs.com

**7** Zentrale Süd-/Osteuropa  
Pepperl+Fuchs Elcon srl  
Sulbiate · Italien  
Tel. +39 039 62921  
E-Mail: pa-info@it.pepperl-fuchs.com

**8** Zentrale Südamerika  
Pepperl+Fuchs Ltda.  
São Bernardo do Campo · SP · Brasilien  
Tel. +55 11 4341 8448  
E-Mail: pa-info@br.pepperl-fuchs.com

[www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com)

 **PEPPERL+FUCHS**  
PROTECTING YOUR PROCESS