

TECHNISCHER LEITFADEN

Wie wählt man richtig einen Funktionsersatz für Druckmessumformer und Durchflussmesser aus?

Ein praktischer Leitfaden zur Reparatur von Messgeräten, zur Kalibrierung des Messbereichs und zu sicherheitsbezogenen Ausschlusskriterien: die Baureihen IFM efector, WIKA S-20 und Endress+Hauser Cerabar.

Stillstandskosten und die Funktionsersatz-Strategie

Ein kritischer Ausfall einer Produktionslinie infolge eines beschädigten Druckmessumformers oder Durchflussmessers verursacht Kosten in Höhe von mehreren tausend Złoty pro Stunde Stillstand. Die Lieferzeit für ein Originalteil vom Hersteller (OEM) – insbesondere bei Sondermodellen, werkskalibrierten Geräten oder solchen mit langer Lead Time – übersteigt oft um ein Vielfaches die Zeit, die sich ein Betrieb leisten kann zu verlieren. In einer solchen Situation steht das Instandhaltungsteam vor einer Entscheidung: auf ein 1:1-Ersatzteil warten oder einen sofort verfügbaren **Funktionsersatz für den Druckmessumformer** einsetzen.

Ein Funktionsersatz ist ein Gerät, das dieselbe Messfunktion erfüllt wie die beschädigte Komponente, jedoch nicht zwangsläufig identisch ist hinsichtlich Messbereich, Ausgangssignal, Material oder Anschluss. Sein Einsatz ist nur dann gerechtfertigt, wenn der Instandhaltungsingenieur in der Lage ist, drei Kompatibilitätsebenen vollständig zu überprüfen und – falls nötig – neu zu parametrieren: die mechanische, die elektrische/signaltechnische sowie die regulatorische Ebene. Dieser Leitfaden führt anhand der drei in polnischen Betrieben am häufigsten anzutreffenden Baureihen durch alle drei Ebenen: **IFM efector, WIKA S-20 und Endress+Hauser Cerabar**.

Mechanische und werkstoffliche Kompatibilität: Prozessanschlüsse und benetzte Materialien

Bevor ein Messumformer in die Anlage eingebaut wird, müssen zwei mechanische Parameter überprüft werden: der Typ des Prozessanschlusses und das Material der benetzten Teile. Ein Fehler in dieser Phase führt zu Leckagen, Korrosion oder – im schlimmeren Fall – zur Beschädigung der Anlage.

Prozessanschlüsse gliedern sich in mehrere Familien, die ohne Adapter nicht untereinander austauschbar sind:

- G-Gewinde (metrisch, EN 837) – G 1/4, G 1/2, G 1 – der europäische Standard.
- NPT (ANSI/ASME) – konisches Gewinde, z. B. 1/4" NPT, 1/2" NPT – der Standard in den USA und Asien.

- Tri-Clamp (hygienisch) – eine Klemmverbindung, die in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie eingesetzt wird, wo schneller Ausbau und Oberflächenreinheit entscheidend sind.
- SAE-/DIN-Flansche – typisch für Hydraulik- und Hochdrucksysteme.

Das benetzte Material muss auf die Aggressivität des Mediums abgestimmt werden, nicht nur auf dessen chemischen Namen – ein und derselbe Edelstahl 316L verhält sich in demineralisiertem Wasser anders als in einer Chloridlösung. Zu den häufigsten Materialwahlen zählen Edelstahl 316/316L SS (universelle Korrosionsbeständigkeit), Hastelloy (stark aggressive Medien – Säuren, Laugen, Chloride) sowie Materialien, die für den Kontakt mit Lebensmitteln in Lebensmittel- und Pharmaanwendungen zugelassen sind.

Tabelle 3. Auswahl von Anschluss und benetztem Material je nach Anwendung

Anwendungstyp	Empfohlener Anschluss/Gewinde	Empfohlenes benetztes Material	Empfohlenes Dichtungsmaterial
---------------	-------------------------------	--------------------------------	-------------------------------

---	---	---	---
-----	-----	-----	-----

Hydrauliköl	G 1/2, SAE, 7/16-20 UNF	Edelstahl 316 SS	FKM
-------------	-------------------------	------------------	-----

Demineralisiertes Wasser	G 1/4-G 1/2, NPT	Edelstahl 316L SS	EPDM
--------------------------	------------------	-------------------	------

Lebensmittel und Getränke (Food & Beverage)	Tri-Clamp (hygienisch), DIN 11851	316L SS, polierte Oberfläche	EPDM oder lebensmittelechtes FFKM
---	-----------------------------------	------------------------------	-----------------------------------

Korrosive / chemische Medien	NPT, Flansch	Hastelloy C276	FFKM (z. B. Kalrez)
------------------------------	--------------	----------------	---------------------

Bei jeder der oben genannten Kombinationen sollte die genaue Ausführung im aktuellen Datenblatt überprüft werden – die Hersteller erweitern oder beschränken das Angebot an Materialvarianten je nach Baureihe regelmäßig.

Elektrische und signaltechnische Integration: von 4-20 mA bis IO-Link und HART

Mechanische Kompatibilität allein reicht nicht aus – der Ersatz muss mit dem Automatisierungssystem auch dieselbe Signalsprache "sprechen", oder der Ingenieur muss eine Umwandlung einplanen.

Analoge Signale bleiben in älteren Anlagen der häufigste gemeinsame Nenner:

- 4...20 mA (2-Leiter) – stromgeführt, unempfindlich gegenüber Spannungsabfällen auf langen Kabelstrecken, der industrielle Standard.
- 0...10 V (3-Leiter) – spannungsgeführt, in älteren Schaltschränken noch anzutreffen, störanfälliger.

Digitale Protokolle gewinnen mit der Modernisierung der Anlagen an Bedeutung:

- IO-Link (IEC 61131-9) – bidirektionale digitale Kommunikation, die neben dem Messwert auch Diagnose- und Konfigurationsparameter überträgt. Der Standard definiert drei Übertragungsgeschwindigkeiten: COM1 (4,8 kbit/s), COM2 (38,4 kbit/s) und COM3 (230,4 kbit/s). Der Wechsel von einem analogen Sensor zu IO-Link erfordert einen IO-Link-Master, eine IODD-Datei sowie eine vollständige Neuparametrierung in SPS/HMI – das ist eine Änderung der Integrationsarchitektur, nicht nur ein Sensortausch.
- HART – legt eine digitale Diagnoseebene über das klassische 4-20-mA-Signal, ohne die Hauptmessung zu stören. Die Integration erfordert einen HART-Kommunikator oder ein HART-Gateway sowie eine minimale Leitungslast von 250 Ω.

Das riskanteste Szenario ist eine Änderung des Signaltyps ohne entsprechende Umwandlung – z. B. erwartet das alte System 0-10 V, während der Funktionsersatz ausschließlich 4-20 mA liefert. In diesem Fall ist entweder ein Signalumformer oder eine andere Eingangskarte der SPS erforderlich.

Tabelle 2. Kompatibilität des Ausgangssignals und erforderliche Maßnahmen beim Austausch

| Ursprüngliches Signal | Möglichkeit des direkten Austauschs | Erforderliche Änderung an SPS/Hardware | Erforderliche Korrektur von Kalibrierung/Skalierung |

|---|---|---|---|

| 4-20 mA | Hoch | In der Regel keine – dieselben Klemmen des Analogeingangs | Überprüfung von Nullpunkt und Messbereich (Zero/Span) |

| 0-10 V | Mittel, abhängig vom SPS-Eingang | Kann einen Signalumformer oder eine andere Eingangskarte erfordern | Vollständige Neuskalierung des Messbereichs |

| IO-Link | Gering ohne Adapter | Erfordert IO-Link-Master und IODD-Datei | Digitale statt analoger Parametrierung |

| HART | Hoch (Basisebene 4-20 mA bleibt erhalten) | In der Regel keine, optional HART-Modem zur Diagnose | Überprüfung von Device Type/DD-Revision, Neuskalierung bei abweichendem Messbereich |

| PROFIBUS PA | Gering | Erfordert ein kompatibles PA-Segment und eine GSD-Datei | Vollständige Neuparametrierung im DCS-System |

Kalibrierung und Skalierung des Messbereichs (Turndown Ratio)

Selbst wenn Anschluss und Signal übereinstimmen, hat ein Funktionsersatz nahezu immer einen anderen physikalischen Messbereich als das Original – und genau hier wird am häufigsten ein Fehler bei der Kalibrierung des Messbereichs gemacht.

Der zentrale Begriff ist das **Turndown Ratio** (Messbereichsreduktionsverhältnis) – das Verhältnis des maximalen Messbereichs des Sensors zum tatsächlich konfigurierten

Arbeitsbereich (Spanne/Span). Beispiel: Die Anlage wurde werkseitig so kalibriert, dass 4 mA 0 bar und 20 mA 6 bar entsprechen. Der sofort verfügbare Ersatz hat einen physikalischen Messbereich von 0–10 bar. Wird das Gerät einfach eingebaut und die werkseitige Konfiguration 0–10 bar beibehalten, liest das Automatisierungssystem bei einem tatsächlichen Druck von 6 bar ein Signal, das nur etwa 60 % des Messbereichs entspricht – also einen fehlerhaften Prozesswert, obwohl der Sensor selbst korrekt arbeitet.

Korrekte Vorgehensweise:

1. Den tatsächlichen Arbeitsbereich der Anlage ermitteln (z. B. 0–6 bar), nicht den maximalen Messbereich des Sensors.
2. Nullpunkt und Spanne des neuen Messumformers (oder den entsprechenden Skalierungsbaustein in der SPS) so neu parametrieren, dass 4 mA und 20 mA genau denselben physikalischen Werten entsprechen wie im Original.
3. Das zulässige Turndown Ratio für das gewählte Modell prüfen – bei zu starker Reduzierung des Messbereichs (z. B. Einsatz eines 0–100-bar-Sensors zur Messung von 0–2 bar) sinkt die Messgenauigkeit drastisch, obwohl das Signal formal "funktioniert".
4. Die neue Konfiguration in der Betriebsdokumentation der Anlage dokumentieren, um Fehler beim nächsten Austausch zu vermeiden.

Sicherheitsbezogene und regulatorische Ausschlusskriterien: wann ein Funktionsersatz verboten ist

Der Zeitdruck während eines Ausfalls entbindet nicht von der regulatorischen Verantwortung. Es gibt Grenzen, innerhalb derer ein schneller Wechsel zu einem Funktionsersatz ohne formale Rezertifizierung ausdrücklich verboten ist.

Explosionsgefährdete Bereiche (ATEX/IECEx) erfordern, dass der Ersatz eine eigene, der jeweiligen Zone entsprechende Ex-Kennzeichnung besitzt – ein "ähnlicher" Industriesensor reicht nicht aus. **SIL-Sicherheitskreise** (Safety Instrumented System) erfordern ein Gerät mit eigener SIL-Erklärung auf demselben oder einem höheren Niveau, unterstützt durch einen FMEDA-Bericht – ein Ersatz ohne eine solche Erklärung macht die Sicherheitsfunktion des gesamten Kreises ungültig, selbst wenn er physikalisch korrekt misst. **FDA/EHEDG-Konformität** in Lebensmittel- und Pharmaanwendungen betrifft nicht nur das benetzte Material, sondern auch die Oberflächenrauheit und die spaltfreie Konstruktion – hier entscheidet die Konformitätsdokumentation, nicht die Verkaufsaussage des Anbieters.

Tabelle 4. Checkliste der sicherheitsbezogenen und regulatorischen Ausschlusskriterien

Norm / Umgebung	Austauschbeschränkung	Verpflichtende Überprüfung	Folgen bei Nichteinhaltung
---	---	---	---

| ATEX-Zone 0/1 (Explosionsgefahr) | Einbauverbot für Geräte ohne eigenes Ex-Zertifikat für die jeweilige Zone | Überprüfung der Ex-Kennzeichnung und Gültigkeit des ATEX-/IECEx-Zertifikats | Explosionsrisiko, Verlust des Versicherungsschutzes, strafrechtliche Verantwortung |

| SIL-Sicherheitskreis 2/3 | Der Ersatz muss eine eigene SIL-Erklärung auf demselben Niveau besitzen | Überprüfung des FMEDA-Berichts und des Herstellerzertifikats SIL | Verlust der Sicherheitsfunktion, Unfallrisiko bei Prozessstörung |

| FDA/EHEDG-Konformität (hygienisch) | Erforderliche, für den Lebensmittelkontakt zugelassene Materialien und Oberflächen | Überprüfung der FDA/EHEDG-Konformitätserklärung und Oberflächenrauheit | Produktkontamination, Rückruf von Chargen, sanitäre Sanktionen |

| Marine-Zulassung (z. B. DNV, Lloyd's Register) | Erfordert ein Klassifikationszertifikat der jeweiligen Gesellschaft | Überprüfung der Gültigkeit des Klassifikationszertifikats | Verlust der Schiffsklasse, Ablehnung der Versicherungsleistung |

Baureihenanalyse: IFM efector, WIKA S-20 und Endress+Hauser Cerabar in der Instandhaltungspraxis

Jede der drei Baureihen verkörpert eine andere Konstruktionsphilosophie, was sich in einem typischen Austauschscenario niederschlägt.

IFM efector ist eine Sensorfamilie, die auf die Fabrikautomation und digitale Integration ausgerichtet ist – mit starkem Fokus auf IO-Link, ein kompaktes Gehäuse und ein LED-Display, das die Ablesung ohne Anschluss eines Kommunikators erleichtert. Typisches Austauschscenario: Modernisierung eines älteren Analogeingangs anlässlich eines Ausfalls, unter Nutzung des parallelen 4-20-mA- und IO-Link-Kanals im selben Gerät – so lässt sich der Sensor sofort auf dem Analogsignal austauschen und später ohne weiteren Hardwaretausch auf IO-Link umstellen.

WIKA S-20 ist das klassische industrielle "Arbeitspferd" – eine enorme Anzahl von Anschlussvarianten (G-Gewinde, NPT, SAE, DIN) und Signaltypen (4-20 mA, 0-10 V, 1-5 V) macht ihn zum vielseitigsten Kandidaten für einen schnellen Funktionsersatz in Anlagen ohne Zertifizierungsanforderungen. Typisches Szenario: Notfallaustausch eines allgemeinindustriellen Messumformers mit hohem Betriebsdruck, bei dem die sofortige Verfügbarkeit in einem breiten Konfigurationsspektrum entscheidend ist.

Endress+Hauser Cerabar repräsentiert das Segment modularer, präziser Messumformer mit vollständiger HART- und PROFINET-over-Ethernet-APL-Unterstützung, erhältlich in Ausführungen mit ATEX-, IECEx-, CSA-C/US-, NEPSI- und optional SIL-Zertifikaten. Typisches Szenario: eine Prozessanlage oder Ex-Zone, in der der Ersatz nicht nur die Messfunktion, sondern auch die vollständige regulatorische Konformität erhalten muss – hier muss die Entscheidung für einen "schnellen Austausch" durch eine Überprüfung anhand der oben stehenden Ausschlusstabelle abgesichert werden.

Tabelle 1. Technischer Vergleich der analysierten Baureihen

Parameter / Merkmal	IFM efector	WIKA S-20	Endress+Hauser Cerabar (PMC51B)
---	---	---	---
Messbereich	abhängig von der Ausführung, typisch bis ca. 600 bar	0...0,4–1600 bar	100 mbar – 40 bar (je nach Ausführung)
Ausgangssignal	4-20 mA, IO-Link, ausgewählte Modelle 0-10 V	4-20 mA, 0-10 V, 1-5 V	4-20 mA, 4-20 mA HART, PROFINET over Ethernet-APL
Prozessanschluss	G 1/4, G 1/8, 1/4" NPT, R 1/4	G-Gewinde, NPT, SAE, DIN – über 20 Varianten	Gewinde G 1/2–G 2, NPT, Flansch DN25–DN80
Versorgung	ca. 18–30 VDC	ca. 8–36 VDC (je nach Ausführung)	abhängig von der Ausführung (Ex/non-Ex)
Schutzart	IP65/IP67	abhängig von der Gehäuseausführung	abhängig von der Ausführung
Zertifikate	abhängig von der Ausführung	beim Vertriebspartner für die konkrete Konfiguration zu bestätigen	ATEX, IECEx, CSA C/US, NEPSI, optional SIL
Typisches Austauschzenario	Umstellung auf IO-Link anlässlich eines Ausfalls	universeller allgemeinindustrieller Ersatz	Prozessanlagen und Ex-Zonen mit Anforderung an vollständige Konformität

Enetiv – zuverlässiger Partner in kritischen Ausfallsituationen

Steht die Linie still und muss die Entscheidung innerhalb von Stunden fallen, ist nicht nur technisches Know-how entscheidend, sondern auch die Verfügbarkeit des richtigen Teils. **Enetiv** ist Lieferant von Automatisierungstechnik und Prozessmesstechnik und bietet ein breites Sortiment an Lösungen der bekanntesten Hersteller der Branche, darunter unter anderem **IFM electronic, WIKA, Endress+Hauser, Emerson, JUMO, KROHNE, VEGA sowie ABB**. Das Angebot umfasst sowohl Neuteile als auch geprüfte gebrauchte und aufgearbeitete Geräte, was im Fall eines kritischen Ausfalls häufig eine reale Lieferzeit von Tagen statt der Wochen bedeutet, die für die OEM-Produktion nötig sind. Bei Bedarf kann Enetiv auch einen Automatisierungstechniker vor Ort organisieren, der das Instandhaltungsteam nicht nur bei der Auswahl der Teile, sondern auch beim eigentlichen Austausch und der Parametrierung unterstützt. Genau diese Kombination aus Verfügbarkeit der Geräte und realer technischer Unterstützung macht Enetiv zu einem Partner, an den man sich wenden sollte, bevor aus einem Ausfall ein in Produktionstagen gemessener Stillstand wird.

Quellen / Bibliografie

- WIKA S-20 – Datenblatt (EN): https://www.wika.com/en-co/s_20.WIKA

- Endress+Hauser Cerabar PMC51B – Produktseite (EN): <https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/pressure-measurement-product-overview/Pressure-transmitter-Cerabar-PMC51B>
- WIKA S-20 – Datenblatt (DE): https://www.wika.de/s_20.WIKA
- IFM electronic – Herstellerseite: <https://www.ifm.com>
- WIKA – Herstellerseite: <https://www.wika.com>

