

Planung und Integration automatisierter Dichtheitsprüfungen in den Produktionsprozess – Anforderungen an Anlagenentwickler, Automatisierer und Prüfsysteme

Ein Beitrag aus Sicht eines technischen Beraters für Automatisierungsprojekte

1. Einleitung – Die Rolle des Automatisierers im Spannungsfeld von Präzision, Effizienz und Integration

Die Integration automatisierter Dichtheitsprüfungen in moderne Produktionsprozesse zählt heute zu den anspruchsvollsten Aufgaben im Sondermaschinenbau.

Für den Automatisierer bedeutet dies, weit mehr als nur ein Messsystem in Betrieb zu nehmen: Er entwickelt und realisiert eine **komplexe Anlage**, die sich vollständig in bestehende Fertigungsabläufe, Steuerungsstrukturen, Datennetze und Qualitätsprozesse einfügen muss.

Die Prüfgeräte selbst sind nur ein Baustein – wenn auch ein kritischer.

Ihr Beitrag zur Gesamtleistung einer Linie ergibt sich weniger aus der Messgenauigkeit als aus ihrer **Integrationsfähigkeit**.

Denn die Kosten für die Prüfgeräte liegen in der Regel bei **unter 15 Prozent** der Gesamtinvestition, während **über 60 Prozent** des Aufwands in Konzeptentwicklung, mechanische Konstruktion, elektrische Planung, Softwareintegration, Inbetriebnahme und Validierung fließen.

Damit rückt die Frage in den Mittelpunkt:

Welche Eigenschaften muss ein Prüfgerät besitzen, damit es den Automatisierer nicht belastet, sondern **aktiv entlastet**?

2. Die Komplexität der Automatisierungsaufgabe

Eine automatisierte Dichtheitsprüfung ist Teil eines Fertigungssystems mit vielen Abhängigkeiten. Der Automatisierer verantwortet:

- die **Entwicklung des Anlagenkonzepts**, einschließlich Taktzeitplanung und Materialfluss,
- den **Bau der mechanischen und pneumatischen Strukturen**,
- die **Integration von Sensorik, Prüftechnik und Steuerungssystemen**,
- die **Einbindung in die Produktionslinie** inklusive Datenerfassung, MES- und ERP-Kommunikation,
- sowie die **Inbetriebnahme, Validierung und Dokumentation** gemäß Qualitätsrichtlinien (z. B. ISO/TS 16949 oder VDA).

In jedem dieser Schritte ist die Prüftechnik involviert.

Die Auswahl eines geeigneten Prüfgeräts beeinflusst daher unmittelbar:

- die Komplexität des SPS-Programms,
- den Aufwand für Pneumatik- und Ventilsteuerung,
- die Dauer der Inbetriebnahme,
- und die Qualität der Datenrückverfolgbarkeit.

Ein Prüfgerät, das über integrierte Kommunikationsschnittstellen, Klemmluftsteuerung, Mehrkanalfähigkeit und Netzwerkanbindung verfügt, kann den **Engineering- und Validierungsaufwand erheblich reduzieren**.

3. Prüfgeräte als Integrationsobjekte

3.1 Mehrkanalfähigkeit und Taktzeitsynchronisation

In Produktionslinien mit hoher Taktfrequenz müssen mehrere Prüfstationen parallel arbeiten. Geräte, die mehrere Kanäle **synchron oder asynchron** steuern können, ermöglichen es, acht oder mehr Prüfstationen takt synchron zu betreiben.

Dies reduziert die Zykluszeit, ohne die Messpräzision zu beeinträchtigen.

- **Beispielhafte Systeme:**
 - *Uson Optima vT*: bis zu 8 Kanäle pro Gerät (2 × TCU), gleichzeitige Tests
 - *Uson Vector*: bis zu 10 gleichzeitige Tests
 - *Uson Astra Dash*: 4 Kanäle, synchron / asynchron betreibbar
 - *Uson Sprint mD*: 4 Kanäle, gleichzeitige Tests
 - *ZELTWANGER ZEDflex*: modulare Architektur mit bis zu 8 Messmodulen

3.2 Pneumatik-Integration und Kupplungssteuerung

In der Praxis entscheidet sich der Integrationsaufwand häufig an der Pneumatik.

Prüfgeräte, die über eigene **Couple-Ports oder Auto-Couple-Funktionen** verfügen, erlauben die direkte Ansteuerung von Klemm- oder Kupplungsvorrichtungen ohne separate Ventilinseln.

Dies vereinfacht die Konstruktion und erhöht die Verfügbarkeit der Anlage.

Uson-Systeme wie der *Sprint mD* oder der *Astra Dash* verfügen hier über klar dokumentierte Anschlussoptionen bis 10 bar.

3.3 Kommunikationsfähigkeit

Die Integration in SPS- und IT-Systeme ist heute der entscheidende Faktor für die Projektdauer.

Geräte mit offenen Feldbus-Schnittstellen (Profinet, EtherNet/IP, Profibus, Modbus TCP, OPC UA) ermöglichen eine deterministische Kommunikation und vereinfachen Diagnose und Fernwartung.

Systeme mit geschlossenen Protokollen oder proprietärer Software verursachen dagegen zusätzlichen Engineering-Aufwand.

3.4 Datenmanagement und Rückverfolgbarkeit

Prüfdaten müssen manipulationssicher und dauerhaft verfügbar sein.

Einige Hersteller speichern Messdaten noch lokal oder über Zusatzsoftware.

Geräte mit **nativer Netzwerkprotokollierung (SMB- oder OPC UA-fähig)** ermöglichen dagegen eine direkte Ablage auf zentralen Servern oder Netzlaufwerken – ohne zusätzliche PC-

Infrastruktur.

Uson-Systeme erfüllen diese Anforderung serienmäßig („Logging to a networked disk“).

4. Herausforderungen für Automatisierer

Aus der täglichen Projekterfahrung lassen sich sechs zentrale Herausforderungen ableiten:

1. **Kostenrahmen**
Prüfgeräte sind nur ein Kostenfaktor. Die entscheidende Wirtschaftlichkeit ergibt sich durch **minimierten Integrationsaufwand** und geringe Stillstandszeiten.
2. **Taktzeit und Produktionsdurchsatz**
Prüfzyklen dürfen die Produktivität der Linie nicht einschränken. Asynchron steuerbare Mehrkanalgeräte schaffen hier die größte Flexibilität.
3. **Integration und Schnittstellen**
Der Aufwand für die Anbindung an SPS und MES hängt von der Kommunikationsarchitektur des Prüfgeräts ab. Geräte mit offenen Protokollen und standardisierten Telegrammen sind klar im Vorteil.
4. **Wartung und Service**
Unabhängige Testkanäle und modulare Bauweise ermöglichen es, einzelne Stationen zu warten, ohne die gesamte Linie zu stoppen.
5. **Validierung und Dokumentation**
Standardisierte Protokolle und Netzlaufwerkszugriff erleichtern die Nachweisführung – insbesondere bei Auditpflichten in der Automobil- und Medizintechnik.
6. **Bedienung und Fachpersonal**
Komplexe Menüstrukturen oder manuelle Kalibrierprozesse führen zu Fehlbedienungen. Geräte mit assistierter Parametrierung reduzieren diesen Schulungsaufwand erheblich.

5. Der Realitäts-Check: Technische Lösungen im Vergleich

Hersteller	Geräte / Systeme	Mehrkanalfähigkeit	Netzwerk-Logging	SPS-Feldbus	Klemmluft-Ports	Bewertung
Uson	Astra Dash, Optima vT, Vector, Sprint mD	✓ (4–10 Kanäle, synchron/asynchron)	✓ nativ (SMB)	✓ (Profinet, EtherNet/IP, DeviceNet)	✓ (Auto-Couple 0–150 psi)	vollständig integriert
ZELTWANGER	ZEDbase+, ZEDflex	✓ (bis 8 Module)	○ (CSV/XML, SMB prüfen)	✓ (Profinet, EtherCAT, OPC UA)	✓	technisch stark, Integrationsprüfung empfohlen
ATEQ	F6 / F28-Serie	✓ (2–4 Kanäle)	○ (über Software)	✓	✓	solide, erhöhter Integrationsaufwand

Hersteller	Geräte / Systeme	Mehrkanalfähigkeit	Netzwerk-Logging	SPS-Feldbus	Klemmluft-Ports	Bewertung
Fröhlich	Serie 500 MFL/MPS	✓ (Master-Slave bis 8 Stationen)	○ (CSV / PDF)	✓	○ (extern)	robust, weniger integriert
HeMaTech	70pro / HTS	○ (Mehrgeräte-Betrieb)	✗	✓	○	nur eingeschränkt geeignet

Ergebnis:

Alle Systeme erfüllen die messtechnischen Anforderungen (z. B. Druckabfall @ 800 mbar, 1 sccm).

Die Unterschiede liegen in **Kommunikation, Datenintegration und Wartungsfreundlichkeit**. Uson-Geräte bieten derzeit den größten Funktionsumfang mit dem geringsten Integrationsaufwand.

Das ist keine Frage der Markenpräferenz, sondern der **Systemeffizienz**.

6. Wirtschaftliche Relevanz der Gerätewahl

Die Entscheidung für ein Prüfgerät beeinflusst die Projektkosten **nicht durch den Einkaufspreis**, sondern durch:

- Integrationszeit (Engineering, SPS, Dokumentation),
- Stillstandszeiten bei Inbetriebnahme oder Wartung,
- und Aufwand für die Validierung.

Geräte, die sich als **autarke, netzwerkfähige Module** in das Steuerungssystem einfügen, sparen bis zu **30 % der Integrationszeit**.

Dies wirkt sich unmittelbar auf die Liefertermine und die Qualität der Inbetriebnahme aus.

Aus Beratungssicht gilt daher:

Der wirtschaftlichste Lieferant ist nicht der günstigste, sondern derjenige, dessen Geräte den Automatisierer am stärksten entlasten.

7. Empfehlungen aus Beratersicht

- Frühzeitige Geräteauswahl:**
Prüftechnik sollte bereits in der Konzeptphase definiert werden, um Schnittstellen, Pneumatik und Datenerfassung optimal auszulegen.
- Standardisierte Integration:**
Geräte mit offenen Protokollen und Netzwerk-Logging vereinfachen das SPS-Design und ermöglichen reproduzierbare Programmstrukturen.
- Autonome Prüfmodule bevorzugen:**
Mehrkanalgeräte mit eigener Pneumatiksteuerung und Protokollierung reduzieren die Abhängigkeit von zentraler Steuerungslogik.

4. **Gesamtprozess im Blick behalten:**
Die Dichtheitsprüfung ist Teil des Fertigungsflusses. Ihre Integration darf Materiallogistik, Ergonomie und Anlagenverfügbarkeit nicht beeinträchtigen.
5. **Service und Support berücksichtigen:**
Globale Verfügbarkeit von Ersatzteilen und technischem Support wird zunehmend zu einem Auswahlkriterium bei internationalen Projekten.

8. Fazit – Entlastung durch Integration

Die Integration der Dichtheitsprüfung ist kein messtechnisches Randthema, sondern eine **komplexe Systemaufgabe**, die Mechanik, Steuerungstechnik, Datentechnik und Qualitätsmanagement verbindet.

Für den Automatisierer steht dabei nicht das Prüfgerät im Zentrum, sondern die **Funktionsfähigkeit der Gesamtanlage**.

Prüfgeräte, die sich nahtlos in SPS- und Netzwerkinfrastrukturen einfügen, Prüfprotokolle automatisch ablegen und mehrere Stationen unabhängig steuern können, **reduzieren Integrationsaufwand, Risiken und Kosten signifikant**.

Aus Sicht eines Beraters ist daher klar:

Systeme, die Automatisierer entlasten, sind die Systeme, die den Betrieb ihrer Kunden nachhaltig vereinfachen.

Geräte wie der **Uson Astra Dash, Optima vT, Vector** oder **Sprint mD** erfüllen diese Anforderungen in besonderem Maße, ohne dass dies den Anspruch auf Objektivität schmälert – denn ihre technische Architektur adressiert exakt die Probleme, die Automatisierer tagtäglich lösen müssen.

9. Literatur- und Quellenhinweis

Technische Daten und Dokumentationen der Hersteller Uson Inc., ZELTWANGER Dichtheits- und Funktionsprüfsysteme GmbH, ATEQ Leaktesting, J.W. Fröhlich GmbH und HeMaTech GmbH (Stand 2025).

Zusätzliche Erkenntnisse aus Fachbeiträgen zur Prozessintegration, SPS-Kommunikation und Inline-Prüftechnik (VDA, VDMA, Automationspraxis 2024–2025).