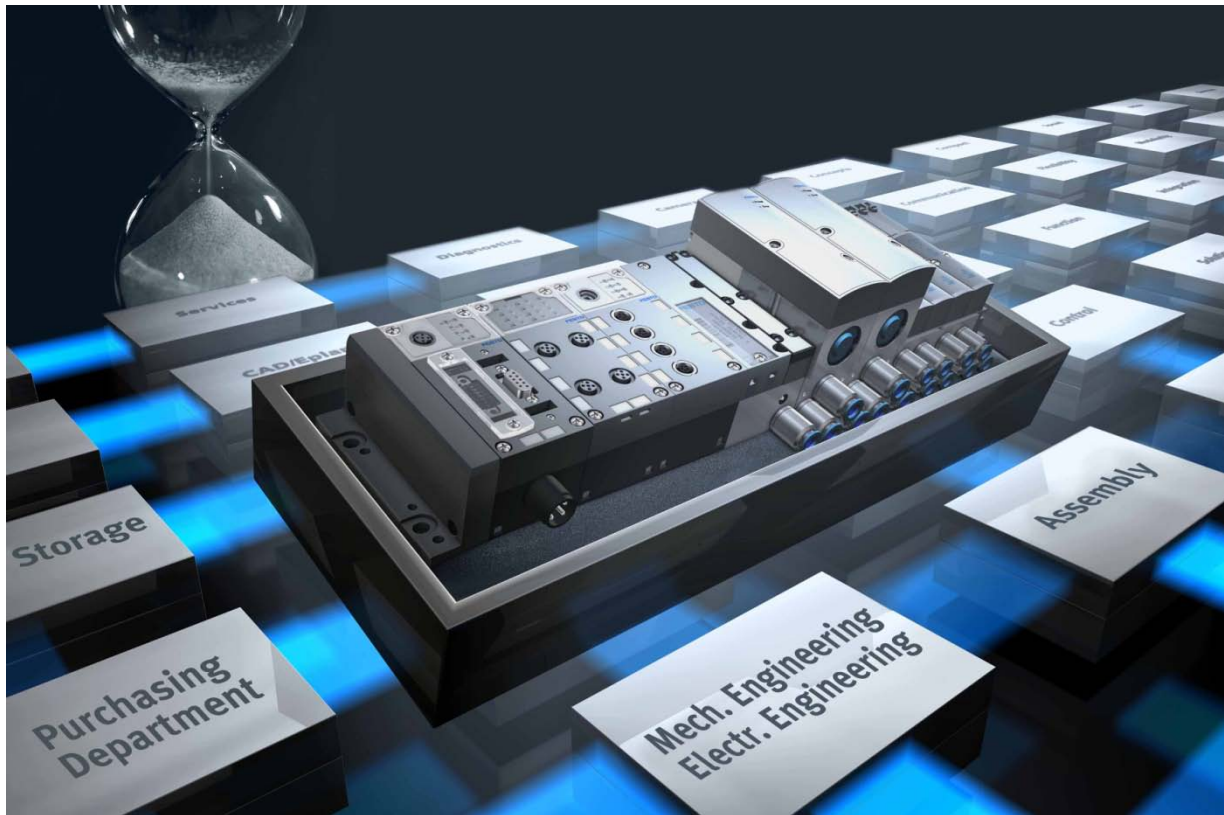


White Paper

Funktionsintegration bringt Zeitvorteile in allen Bereichen



Trennt man elektrische und pneumatische Subsysteme, kostet der Bau von relativ einfachen Anlagen oft viel Zeit in Konstruktion, Einkauf, Logistik, Montage sowie Inbetriebnahme. Verzögerungen und Unzufriedenheit beim Kunden können die Folge sein. Funktionsintegration schafft hier Abhilfe: durch erhöhte Funktionalität und Sicherheit, reduzierte Schnittstellen und Zeiteinsparungen über die ganze Wertschöpfungskette. Effizienz und Produktivität steigen im ganzen Unternehmen.

Dieses White Paper informiert Sie über:

- Trends zur Funktionsintegration im Anlagen- und Maschinenbau
- Schnittstellenkonflikte und Anforderungen im Projektalltag
- Vorteile von Ventilinseln bei der Beseitigung von Schnittstellenkonflikten
- Funktionsintegration am Applikationsbeispiel
- Mögliche Gesamtkostenreduzierung (TCO-Total Cost of Ownership) des Applikationsbeispiels
- Schlüsselfaktoren bei der Wahl einer integrierten Automatisierungsplattform

Der Trend zur Funktionsintegration

Im Maschinenbau werden die absoluten und technologischen Ausmaße von automatisierten Systemen immer umfangreicher. Elektrische und pneumatische Antriebs- und Steuerungstechnologien, dezentrale Intelligenz sowie spezielle Sicherheits- und Diagnosefunktionen werden immer individueller miteinander vermischt und verbaut.

Soll dies gut gelöst werden, entsteht mehr Abstimmungsbedarf mit entsprechend höherem Zeitaufwand. Der zusätzliche Stress im Alltagsgeschäft strapaziert kollegiale Beziehungen oft unnötig. Gefragt sind deshalb integrierte Lösungen, die zudem effizienter sind. Oft genügen aber kleine Änderungen am Startpunkt der Arbeit, damit sich der Ablauf für die Beteiligten aller nachfolgenden Bereiche vereinfacht.

Deshalb gewinnen zielgerichtete Funktionsintegration und das dazu notwendige Know-how immer mehr an Bedeutung. Für das perfekte Zusammenspiel aller verwendeten Technologien muss man multidisziplinäre Ansätze ebenso beherrschen wie Flexibilität. Beide sind Schlüssel zur Steigerung von Effizienz und Produktivität – und Meilensteine auf dem Weg zur Industrie 4.0

Gute Projektprozesse vermeiden Schnittstellenkonflikte und optimieren die Prozesse

Am Projektprozess einer Maschine oder Anlage sind verschiedenste Abteilungen wie Konstruktion, Einkauf, Lager, Montage, Inbetriebnahme u. a. beteiligt. Aufgrund des zunehmenden globalen Wettbewerbs werden die in den Projektbudgets dafür vorgesehenen Projektstunden immer knapper kalkuliert – für Konstrukteure ebenso wie für Monteure und Inbetriebnehmer. Auch muss man teilweise hohe Allgemenkostenzuschläge kalkulieren, weil die Komplexität in Einkaufs- und Rechnungserstellungsprozessen oder der Lagerhaltung steigen. Als verdeckte Kosten treiben diese Maschinen- und Anlagenpreise weiter in die Höhe und erschweren die Akquisition.

Neue Gesetze wie die Maschinenrichtlinie MRL 2006/42/EG und die damit verbundene EN ISO 13849-1 erfordern ebenfalls neue, multidisziplinäre Ansätze, da der Nachweis für eine ganzheitliche Betrachtung einer Notfallsituation erforderlich ist (z.B. eine Bewegung elektrisch und

pneumatisch sicher verhindern, Diagnose, Programmierung).

Kurze Produkteinführungszeiten (Time-to-Market) bei gleichzeitig hoher Flexibilisierung und Individualisierung stellen neben aufkommenden Trends wie z.B. intelligenter Interpretation der Umgebungsinformationen oder Energieeffizienz weitere Herausforderungen dar.

Optimal umsetzen lassen sich diese Anforderungen und Trends nur, wenn alle beteiligten Abteilungen die Systemzusammenhänge verstehen und ganzheitlich optimieren. Ventilinseln mit intelligenten, integrierten elektrischen, pneumatischen Funktionen und Sicherheitsmodulen helfen dabei, nicht isoliert und ausschließlich in Teilsystemen oder einzelnen Komponenten zu denken.

In Hinblick auf die Vision einer hochflexiblen und sich selbst steuernden produktiven Industrie 4.0¹, (oder Integrated Industries) sind hier weitaus mehr intelligente, verzahnte und einheitlich vernetzte Prozesse und Modelle notwendig. Im Vorteil ist, wer bereits heute auf intelligente, modulare Plattformen setzt und sich somit alle Optionen für Morgen und Übermorgen offen hält. Dazu müssen Maschinen- und Anlagenbauer das Ressortdenken überwinden, z.B. mit Produkt- und Lösungspaketen als holistischem Lösungsansatz.

Ventilinseln mit Funktionsintegration und dezentraler Intelligenz unterstützen diesen multidisziplinären Ansatz, verzahnen neben der Technik auch die Mitarbeiter synergetisch und bringendazu noch alle Optionen für die Industrie 4.0 mit. Wie das geht, zeigen der nachfolgende Abschnitt und das ausführlich erläuterte Beispiel.

[Klicken Sie hier für mehr Informationen zum Thema: Industrie 4.0](#)

Die nachstehende Tabelle listet typische Probleme und Konflikte im Projektalltag von Anlagen- und Maschinenbauern auf und weist damit den Weg für eine nachhaltige Prozessverbesserung.

¹ Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Wolfgang Wahlster in „trends in automation“ 2/2012

Prozessschritt	Typische Probleme und Konflikte
Mechanische + elektrische Konstruktion	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Kommunikation zwischen mechanischen und elektrischen Ingenieuren führt zu schwacher bzw. vernachlässigter elektrischer Funktionsintegration • Isoliert betrachtete Aufgaben führen zu einer getrennten Bestellung von Komponenten. Mögliche Synergieeffekte bei Bestellung und in der nachfolgenden Supply Chain werden nicht genutzt • Konfiguration, Download und Einbinden vieler Einzelbauteile ins CAD kosten viel Zeit • Verschiedene elektrische Konfigurations- und Parametrierungssoftware pro Einzelkomponente vervielfachen den Betreuungs- und Engineeringaufwand • Überdimensionierte Lösungen durch akkumulierte Leistungs- und Sicherheitsreserven
Gesetzliche Sicherheitsanforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Erschwerte Berechnung des Performance Level aufgrund von Komponenten verschiedener Hersteller mit unterschiedlicher Dokumentationstiefe • Hoher Abstimmungsaufwand zwischen den Abteilungen und verschiedenen Lieferanten, um die gesetzlich geforderte Sicherheit zu erreichen
Beschaffung	<ul style="list-style-type: none"> • Getrennte Bestellvorgänge vieler Einzelteile. Damit verbunden: zusätzlicher Aufwand wie z.B. das Anlegen und Zertifizieren neuer Lieferanten • Höhere Kosten bei Mindestbestellwerten durch verschiedene Lieferanten • Geringer Einfluss bei Rabattverhandlungen aufgrund vieler Einzelteile verschiedener Hersteller
Wareneingang	<ul style="list-style-type: none"> • Erheblicher Mehraufwand, da alle Logistikprozesse pro Komponente anfallen: Warenkontrolle, Entpacken, Bestellzuordnung, Einbuchung im System, Lagerung
Montage	<ul style="list-style-type: none"> • Notwendigkeit zur Improvisation vor Ort bei fehlender Planung, z.B. bei fehlenden Montagebohrungen • Erhöhter Arbeitsaufwand bei der Montage von Komponenten und der Verdrahtung aufgrund fehlender Funktionsintegration • Warte-/Totzeiten aufgrund fehlender Teillieferungen von Komponenten • Höhere Beschriftungsaufwände durch die fehlende Funktionsintegration, da mehr Druckluft- und Elektrikleitungen installiert werden müssen
Inbetriebnahme und Diagnose	<ul style="list-style-type: none"> • Langwierigere Anlagen- und Bauteilkonfiguration aufgrund verschiedener Parametrierungssoftware oder fehlender Softwarebausteine • Redundante, zeitaufwendige Tätigkeiten bei vielen autarken Komponenten, z.B. das Einrichten mehrerer IO-Module mit eigenem Bussystem • Erschwerte Diagnosemöglichkeiten bei nicht aufeinander abgestimmten Komponenten

Tabelle 1: Typische Probleme und Konflikte im Projektprozess von Anlagen- und Maschinenbauern

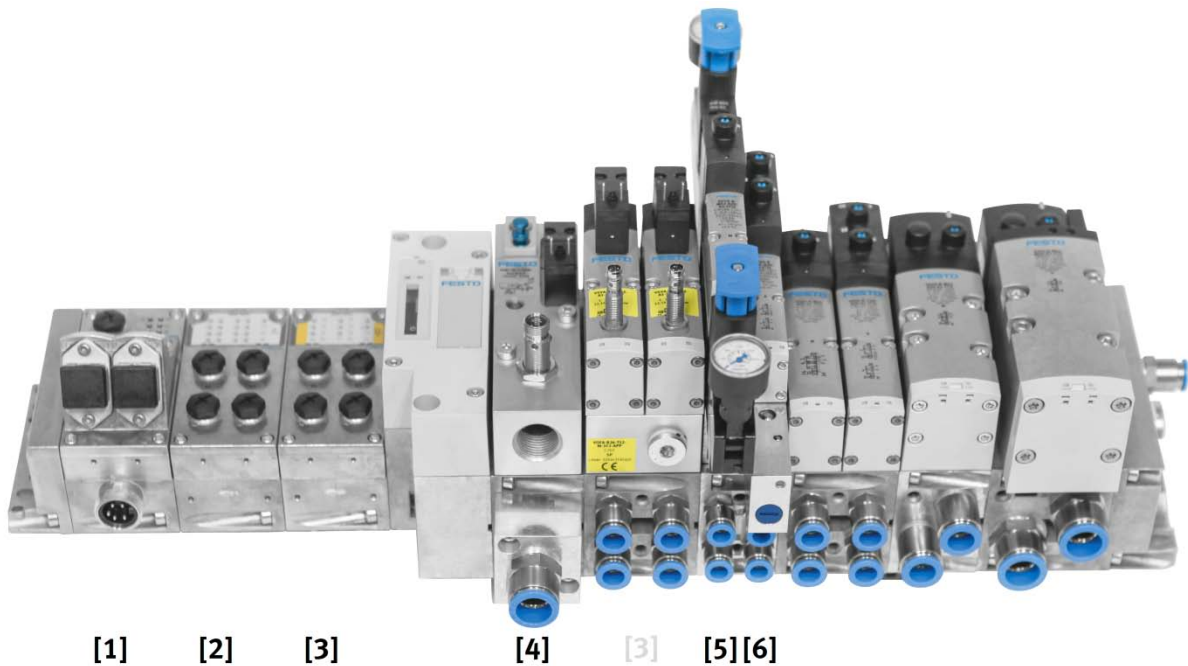
Vorteile von Ventilinseln

Ventilinseln stehen für weniger Aufwand und geringere Kosten in der Automatisierung. Sie sind mechanisch, pneumatisch und elektrisch höchst anpassungsfähig. Durch die individuellen Kombinationsmöglichkeiten unterschiedlicher Funktionen auf einer Insel kann man die Konfiguration der Ventilinsel genau auf die Applikation abstimmen. Diese ganzheitlichen Lösungen reduzieren den Beschaffungsaufwand,

die Warenannahme und Kontrolle auf ein Minimum. Die Montage, die Konfiguration und Inbetriebnahme wird einfacher. Der Aufwand für Wartung und Service sinkt. Fehlerquoten lassen sich durch die Verwendung fertig vormontierter und geprüfter Einheiten senken. Nachgewiesen und dokumentiert: Installationszeiten lassen sich durch Ventilinseln bis zu 60% senken.

Best Practice – Applikationsbeispiel einer Ventilinsel mit Funktionsintegration

Die unten abgebildete Ventilinsel wird in einem Anlagenteil einer Automation zur Herstellung von Brennstoffzellen eingesetzt. Sie übernimmt Aufgaben zur Steuerung und Regelung verschiedener Spann- und Übergabezylinder, der Kniehebelpresse, der Absaugereinheit für das Stanzgitter sowie zweier Druckluftmotoren. Der verantwortliche Konstrukteur legte dabei in Zusammenarbeit mit seinem Kollegen, einem Elektroingenieur, die benötigten Funktionen der abgebildeten Ventilinsel fest und integrierte alle Anforderungen bezüglich Sicherheit, Pneumatik und Elektrik mit Hilfe seines Fachberaters:



Folgende ehemals einzelne und getrennt realisierte Funktionen sind in der Ventilinsel integriert:

- **Eine Feldbus-Schnittstelle** [1]
Bussysteme bieten Zeitvorteile bei der Verdrahtung, Inbetriebnahme und der Fehlersuche. Die AIDA*-Push-Pull Schnittstelle für Lichtwellenleiter unterstützt dies und bietet eine höhere Sicherheit der Datenübertragung, da statische Aufladungen und Entladungen die Glasfaserleitung nicht beeinflussen.
*(Automation of German Domestic Automobile Manufacturers)
- **Ein Eingangsmodul für Sensorik** [2]
Durch das direkte Verarbeiten der in der Nähe liegenden Zylinderschalter muss keine separate Sensor- / Aktorbox bestellt und verdrahtet werden. Die Fehlersuche ist durch die Diagnosemöglichkeiten dieses Moduls einfacher. Das verringert den Bestellaufwand und verschlankt alle nachfolgende Prozesse.
- **Ein elektronisches Sicherheitsbauteil** [3]
Für den Materialwechsel, den Wechsel des Stanzmessers und das darauffolgende Anfahren ist teilweise ein Eingriff in die Maschine notwendig. An dieser Stelle gilt Performance Level e (PLe). Erreicht wird dies durch die Integration und Kombination eines Profisafe-Abschaltmoduls mit einem Pressensicherheitssteuerblock.

Der Vorteil für Konstrukteur und Elektroingenieur ist die einfache Bestimmung des Performance Levels, da alle Einzelkomponenten aus einer Hand kommen, geprüft und zertifiziert sind. Zusätzlich kann über einen zweiten Profisafe-Ausgang ein Druckaufbau- und Entlüftungsventil angesteuert werden. Dies führt zu einer weiteren Steigerung der Sicherheit der restlichen Ventilfunktionen.

- **Ein Druckaufbau- und Entlüftungsventil [4]**
Um das Risiko von Beschädigungen oder Unfällen nach einem undefinierten Halt (Not-Halt) zu minimieren, ist ein langsames und geregeltes Anfahren der Zylindergrundstellung wichtig. Realisiert wird dies ein Druckaufbau- und Entlüftungsventil mit maximierter Entlüftungsleistung für den möglichst schnellen Maschinenhalt im Notfall.
- **Ein 5/2-Wegeventil mit Druckregler, Manometer und Abluftdrosselung [5]**
Diese klemmen und spannen die Membran während des Schnittes. Aus sechs Einzelkomponenten wird eines, das der Konstrukteur verbauen muss. Auch die Montagebohrungen an der Maschine (und im CAD) spart er ein.
- **2x 3/2-Wegeventile mit Druckabsperplatte [6]**
Die Ventile werden für das Schalten zweier Druckluftmotoren benötigt, die das Stanzgitter nach vorne ziehen und auf Spannung halten.

TCO-Betrachtung (Total Cost of Ownership) 825 Minuten

Durch die hohe Funktionsintegration spart man beim oben gezeigten Applikationsbeispiel fast 14 Stunden Zeit im gesamten Projektablauf: Da die Ventilinsel als ein Teil mit nur einer Teilenummer verwaltet wird, ist ein schnelles und einheitliches Engineering möglich. Das hilft, versteckte Kosten zu reduzieren.

Der Konstrukteur kann alle Komponenten der Ventilinsel-Baugruppe einfach und schnell konfigurieren. Dabei wird er bei Bedarf durch den technischen Support des Herstellers zusätzlich unterstützt. Das generierte Modell und die dazugehörige PDF-Stückliste lädt er so anschließend innerhalb weniger Minuten herunter und verbaut sie über wenige CAD-Beziehungen in seiner Baugruppe. Der gesamte Zeitaufwand für diese Lösung beläuft sich somit auf ca. 30 Minuten. Ohne Funktionsintegration für die drei Bereiche Pneumatik, Elektrik und Sicherheit als Lösungsansatz würde der zeitliche Aufwand um ein Vielfaches höher liegen, da er alle Komponenten einzeln verwalten muss. In diesem Fall sind 28 Komponenten einzeln im CAD einzubauen und zu verwalten: Pressensicherheitsblock, Druckaufbau- und Entlüftungsventil, 15 verschiedene Einzelkomponenten für die Funktionsabbildung und 13 weitere Zusatzkomponenten wie Steckverschraubungen, Befestigungswinkel, Schalldämpfer oder Ventilstecker. Durch die Abfolge der vielen Einzelschritte wie: Suchen und Konfigurieren, Downloaden, Bohrbild erzeugen, Einbau des CAD-Modells in die CAD-Baugruppe, das Anlegen und Freigeben der CAD-Modelle im PLM-System sowie

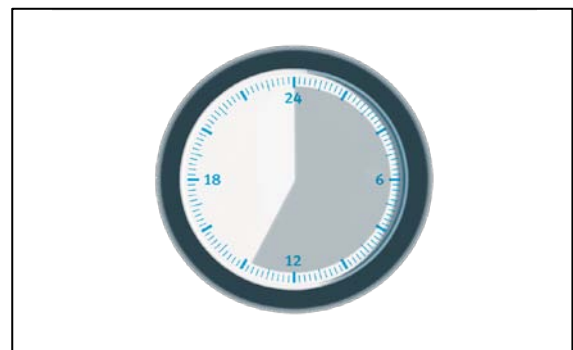
Da die Druckluftmotoren sehr oft an- und abgeschaltet werden, ist hier mit höherem Verschleiß bzw. schnellerem Ausfall des Ventils zu rechnen. Die Druckabsperplatte ermöglicht nun, dass beim Ventilwechsel nicht die ganze Anlage „drucklos“ geschaltet werden muss. Der Vorteil hierdurch ist, dass die Klemmzylinder ihre Stellung behalten und die aufgebaute Tänzerspannung vor der Stanze bei einem Ventilwechsel aufrecht erhalten bleibt. Dies verhindert unnötigen Verbrauch an teurem Membranmaterial bei Stopp und Wiederanlauf.

• Schutzklasse IP65

Beim Stanzvorgang entstehen feine Partikel, welche die Anlage verschmutzen und ihre Funktionstüchtigkeit beeinträchtigen können. Daher wählt man am besten eine Ventilinsel wie die VTSA mit elektrischem CPX-Terminal als Metallversion. Sie erfüllt die Schutzklasse IP65/67 und ist extra staubgeschützt.

das Anhängen der notwendigen Dokumentation für jede Komponente entsteht ein erheblicher zeitlicher Aufwand für den Konstrukteur. Das Einsparpotenzial für diese Schritte liegt bei über 460 Minuten. Eine weitere Zeitersparnis von 70 Minuten entsteht durch die automatisierbare pneumatische Schaltplanerstellung z.B. mit Fluid-Draw und die einfachere elektrische Schaltplanerstellung durch den genutzten Feldbus.

Insgesamt kann der Aufwand für das Engineering um 530 Minuten verringert werden.



TCO-Einsparpotenzial: 825 Minuten = 13,75 h

Einkäufer und Lageristen sparen aufgrund der starken Reduzierung der Materialnummern von 28

auf eine ebenfalls viel Zeit. So müssen Prozessschritte wie beispielweise Bestellung, Rechnungswahlverwaltung, Warenannahme, Wareneingangskontrolle, Systembuchungen und Ablage am Lagerplatz mit der Ventilinsellösung nur einmal durchlaufen werden. Der Zeitaufwand hierfür beträgt bei unserer Lösung nur ca. 10 Minuten. Für die Einzelkomponentenlösung benötigen Einkäufer und Lagerist hingegen ein Vielfaches dieser Zeit, ca. 180 Minuten. **Eingespart sind somit 170 Minuten.**

Auch der Monteur verkürzt mit Hilfe der Ventilinsellösung die mechanische und elektrische Montagezeit im Vergleich zu einer Einzelmontage enorm. Gegenüber der Einzelkomponentenlösung kann er insgesamt 90 Minuten bei der Montage einsparen. Die Einzelverdrahtung benötigt aufgrund der vielen Komponenten, die miteinander elektrisch und pneumatisch verbunden werden, ebenfalls ein Vielfaches der Zeit, ca. 100 Minuten.

Insgesamt ergibt sich für den Monteur so eine Zeitersparnis von 190 Minuten.

Der Inbetriebnehmer spart mit der Möglichkeit einer schnelleren Fehlerdiagnose ebenfalls 10 Minuten Arbeitszeit, wobei von einer Fehlerquote von 3% und einem höheren Suchaufwand von 5 Minuten pro Fehler ausgegangen wird.

Im Rahmen einer TCO-Zeitbetrachtung summiert sich der Zeitvorteil für das Unternehmen in diesem Projekt auf über 825 Minuten.



Funktion / Prozessschritt	Ventilinsel mit Funktionsintegration	Einzelkomponentenlösung	Zeiteinsparungen
	[Minuten]	[Minuten]	[Minuten]
Engineering [CAD, usw.]	60	530	470
Einkauf und Lagerlogistik	10	180	170
Montage und Inbetriebnahme	15	190	175
Fehlersuche	-	10	10
Total	85	910	825 min \triangleq ca. 14 h

Tabelle 2: Gegenüberstellung des Zeitaufwands mit und ohne Funktionsintegration

Ein lohnendes Prinzip: die Ventilinsel

In der Praxis differiert die Zeitersparnis, weil sie von vielen einzelnen Faktoren abhängt – vom Ausbildungsstand der Techniker und ihrer Schnelligkeit bis zur Komplexität des Systems. Dennoch lohnt es sich in nahezu allen Fällen, auf Ventilinseln zu setzen, da die Zeitersparnis in den geschilderten Punkten die Mehrkosten für die Ventilinseln deutlich übersteigt. Nicht weniger relevant ist der Aspekt der Betriebssicherheit durch die Reduzierung von Fehlern bei Bedienung, Wartung, Montage oder Reparatur, da der Aufbau einfacher und übersichtlicher ist.

»Immer aktuell, immer wieder ergänzt: Sehen Sie viele weitere detaillierte Beispiele.« Festo publiziert in Anregung hierzu in diesem Jahr „Best Practice“ Beispiele

Wegweiser: Schlüsselfaktoren für die beste Lösung

Die Tabelle unten zeigt Schlüsselfaktoren, die man bei der Wahl einer integrierten Automatisierungsplattform beachten sollte. Voll integrierte Automatisierungsplattformen bieten Vorteile für Ingenieure, die pneumatische und elektrische Disziplinen vereinen wollen. So sind beispielsweise elektrische Kurvenscheiben auch auf Ventilinseln abbildbar. Integrierte Motion Control macht sogar den Betrieb sämtlicher kartesischen Handlungssysteme möglich. Auch kostengünstige servopneumatische Lösungen lassen sich einfach realisieren. Durch Steuerungsbausteine kann man hier Konzepte mit dezentraler Intelligenz umsetzen. So lassen sich auf einfache Art und Weise Programmieraufwände reduzieren, da zum Beispiel Analogwertumrechnungen bei Proportionalventilen und Drucksensoren entfallen. Die Integration in universellen Netzwerken bietet zudem eine Vielzahl von Möglichkeiten, insbesondere im Hinblick auf zusätzlichen IT-Service oder webbasierte Monitoring- und Diagnosefunktionen.

Checkliste für die Ventilinselauswahl	
Plattformarchitektur der Insel	Werden pneumatische und elektrische Steuerungsmodule unterstützt? Unterstützt die Ventilinsel verschiedene Ventilgrößen?
Modulvielfalt Pneumatik	Werden alle gängigen Standardmodule wie Druckregler, Manometer, Drossel usw. angeboten, welche weiteren Module wie z.B. Druckabsperrplatte gibt es?
Kommunikationsschnittstellen	Werden alle gängigen Industrie Standard-Feldbusse und Ethernetknotenpunkte angeboten? Sind weitere dezentrale Module integrierbar?
Energie- / Luftversorgung	Können verschiedene Druckluft- und Vakuumzonen sowie unabhängige elektronische Spannungszonen eingerichtet werden?
Modulvielfalt Elektrik	Ist eine ausreichende Variantenvielfalt analoger und digitaler I/O-Module vorhanden?
Elektrische Antriebe	Ermöglicht die Plattform den Einsatz von Steuerungsmodulen z. B. für servopneumatische oder elektrische Bewegungen?
Proportionaltechnik	Können Proportionalventile integriert werden?
Sicherheit	Sind die Sicherheitsbauteile gemäß den gesetzlichen Bestimmungen zertifiziert und integrierbar?
Diagnose	Wie umfangreich sind die Diagnosemöglichkeiten?
Umgebungsschutz	Welche IP-Klassen erfüllt die Plattform?
Software	Wieviel kostet die benötigte Konfigurationssoftware z. B. für die integrierte Steuerung oder ist diese als Open Source kostenlos?
Steuerungseinzelgerät	Sind dezentrale, intelligente Steuerungssysteme integrierbar?
Energieeffizienz	Welche Möglichkeiten zur Energieeffizienzsteigerung sind möglich?

Tabelle 3: Schlüsselfaktoren für die Auswahl der passenden Automatisierungsplattform

Automatisierungspotentiale ausschöpfen

Der Markt heute und in Zukunft erfordert zuverlässige Produkte in Pneumatik und Elektrik für sämtliche Spielarten industrieller Kommunikation. Ganzheitliche Lösungen und durchgängige Systemkonzepte sowie eine kompetente Beratung sind dabei zentrale Erfolgsfaktoren.

Mithilfe von Ventilinseln mit hoher elektrischer und pneumatischer Funktionsintegrität können Maschinen- und Anlagenbauer wertvolle Zeit bei der Konstruktion, der Beschaffung, der Montage und der Inbetriebnahme sparen. Funktionsintegration in Automatisierungsplattformen reduzieren maßgeblich Schnittstellen. Was

gestern eine Gruppe simpler Ventile war, ist heute eine dezentrale Steuerung, die komplette Maschinen einschließlich Motion Control automatisieren kann! Wer Zeit spart, der spart auch Geld. Trendsetter aller Branchen haben dieses Potenzial auch in Hinblick auf Industrie 4.0 bereits erkannt und implementiert.

Automatisierungsplattformen wie Ventilinseln mit CPX lassen sich als einheitlicher Standard in Anwendungen der Prozessautomatisierung sowie der Fabrikautomatisierung nutzen. Wegen der hohen Modularität und Programmbreite kann man diese sehr individuell auslegen und anpassen.

Herausgeber/Autor:

Festo AG & Co. KG
Herr Philipp Wahl
Marketing Concepts
E-Mail: pwhl@de.festo.com

Ihr lokaler Ansprechpartner:

Ihren lokalen Ansprechpartner finden Sie auf der Festo Webseite Ihrer Landesgesellschaft.