



Highlights

Jubiläumsausgabe 2025

From
one hundred successful years
to a promising future.



100 years

Automation for a world in motion.



FESTO

From
battery cell
to **acceleration.**

Produkte und Lösungen von Festo ermöglichen flexible, intelligente und effiziente automatisierte Fertigungsprozesse von nahezu allem, was uns bewegt – Autos, Flugzeuge, Züge, E-Scooter. | 100.festo.com

100 years

Automation for a world in motion.

Liebe Leserinnen und Leser,

mit großer Freude blicken wir in ein einzigartiges Jahr: **Festo wird 100!** 100 Jahre Erfolgsgeschichte und Innovation – dafür steht Festo. Mit Automation und technischer Aus- und Weiterbildung hält Festo die Welt in Bewegung. Mit dieser Jubiläumsausgabe der „Highlights-Broschüre“ möchten wir in die Zukunft blicken mit Themen, die Sie und uns bewegen – und uns bei Ihnen bedanken. Danke, dass Sie mit uns die Industrie von heute – und vor allem von morgen – gestalten! Ich freue mich auf ein Jahr voller Highlights und ganz besonders auf viele persönliche Jubiläumsmomente mit Ihnen – unseren Kunden, unseren Partnern und allen Innovationsbegeisterten.

„**Automation for a world in motion**“ – unsere Kunden haben vielfältige Bewegungsanforderungen aus der Fabrik- und Prozessautomation. Unser Anspruch ist es, diese maximal effizient und nachhaltig zu lösen – und das technologieunabhängig. Denn Festo ist die erste Adresse für ein breites und vernetztes Spektrum der Automatisierungstechnik: mit Produkten und Lösungen in der pneumatischen und elektrischen Automatisierung sowie durch Digitalisierung und KI – ergänzt durch Expertise in der technischen Aus- und Weiterbildung.

In dieser Ausgabe zeigen wir Ihnen spannende Kundenprojekte aus verschiedenen Branchen, die unser breites Fachwissen und unsere partnerschaftliche Zusammenarbeit unterstreichen – in technologischer Hinsicht, aber auch in puncto Qualifizierung. Außerdem blicken wir mit zukunftsweisenden Lösungen auf eine nachhaltige Transformation der industriellen Produktion – mit Themen wie Wasserstoff, BioTech Automation und Kreislaufwirtschaft. Freuen Sie sich auf Festo Know-how, aber auch auf renommierte Branchenexperten.

Lassen Sie sich von den Ideen und Denkanstößen inspirieren.

Ihr Thomas Böck
Vorstandsvorsitzender, Festo



„Offenheit,
Neugierde,
Lernbereitschaft
und
Begeisterung –
das ist
unsere Quelle
für Innovation,
um über
Grenzen hinweg
zu denken und
Neues zu wagen.“

Thomas Böck,
Vorstandsvorsitzender Festo

Im April 1925 gründen Albert Fezer und Gottlieb Stoll das Unternehmen „Fezer & Stoll“, das sich der Herstellung von Maschinen für die Holzbearbeitung widmet. Der Markenname Festo leitet sich von den Nachnamen der beiden Gründer ab und steht seither für Innovation. Nach wenigen Jahren übernimmt Gottlieb Stoll die alleinige Verantwortung. Die Arbeit für den Menschen einfacher zu gestalten, prägt sein Denken und Handeln.



„Festo ist das Werk vieler Hände.“
Gottlieb Stoll mit seiner Ehefrau Berta

Der erste eigene Unternehmenssitz in der Ulmer Straße in Esslingen am Neckar (s. Bild unten) wird im Jahr 1939 errichtet. Hier entstehen moderne Fertigungs- und Büroflächen. Der Grundstein für die weitere Entwicklung ist gelegt und ein Ort für die Umsetzung der Ideen geschaffen.

Mitte der 1950er-Jahre rückt die industrielle Automatisierung weiter in den Mittelpunkt: Mit der Entwicklung von pneumatischen Produkten setzt Festo neue Maßstäbe in der Automatisierung. Festo wächst und wird international: 1956 die Gründung der ersten Landesgesellschaft in Italien, gefolgt von der Schweiz, Frankreich und Österreich. Der heutige Sitz des Headquarters entsteht bereits 1962 in Esslingen-Berkheim – am ersten eigenen Standort für den Bereich Festo Pneumatik. Verwaltung und Produktion sind nun zentralisiert. Sechs Jahre später eröffnet Festo im saarländischen Rohrbach einen Produktionsstandort; heute das weltweit größte Produktions- und Logistikzentrum von Festo.

Aus der festen Überzeugung heraus, dass Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit unmittelbar mit Lernen und Wissen verbunden sind, entwickelt das Unternehmen in den 1960er-Jahren mit Festo Didactic Schulungsangebote für Auszubildende, Mitarbeitende und Kunden und wird zum führenden Anbieter in der technischen Aus- und Weiterbildung.



Seit 100 Jahren in Bewegung.

Mehr Impressionen und Informationen zur erfolgreichen Unternehmensgeschichte:

> www.festo.com/history





Kurt Stoll, der älteste Sohn von Gottlieb und Berta Stoll, lernt 1950 auf der Handelsmesse in Chicago die Pneumatik kennen und erkennt ihr Potenzial für die Automatisierung. Mit seinem besonderen Erfindergeist entwickelt er diese im väterlichen Unternehmen weiter. Kurt Stoll trägt maßgeblich dazu bei, dass Festo zu einem wegweisenden Lösungsanbieter der Automatisierungstechnik wird.



Wilfried Stoll, der zweite Sohn von Berta und Gottlieb Stoll, treibt die internationale Positionierung und die Gründung neuer Festo Gesellschaften zur Markenstärkung voran. Hier im Bild während einer Südostasienreise 1973 in Singapur vor einem Festo Auto.



Der erste Pneumatik-Katalog von 1956 umfasst 166 Positionen. Heute im Portfolio: rund 33.000 Katalogprodukte in mehreren hunderttausend Varianten.



Ab 1955 Entwicklung der ersten Pneumatik-Produkte. Das Bild zeigt den Doppelwirkenden Zylinder Typ DV.



Der Messestand im Jahr 1967 im Royal Exhibition Building in Melbourne, Australien. Festo ist früh auf nationalen und internationalen Messen vertreten. Seit 1949 im Ausstellerverzeichnis der Hannover Messe zu finden, zeigt Festo bis heute seine Innovationskraft auf der weltweit größten Industriemesse.



100 Jahre Erfolgsgeschichte – das gelingt nur, wenn innovationsfreudige Kunden auf ein höchst kompetentes Vertriebsteam treffen. Wir bedanken uns in diesem Jahr bei unseren Kunden weltweit für Vertrauen, wichtige Impulse und unseren gemeinsamen Blick in die Zukunft!

Frank Notz, Vorstand Sales

2025 wird ein Jahr der Innovation – bei Produkten, Funktionalitäten, Methoden und an der Schnittstelle zum Kunden.
Dr. Ansgar Kriwet, Vorstand Research and Development



Unser Erfolg beruht auf unseren über 20.000 Mitarbeitenden weltweit. Auch in Zukunft werden unsere Expertinnen und Experten am Puls der Zeit sein – denn lebenslanges Lernen ist Festo DNA!

Sebastian Beck, Vorstand Finance and Human Resources

Ich freue mich, dieses besondere Jubiläum an unseren globalen Produktions- und Logistikstandorten zu feiern. Denn wir sind weltweit im Sinne von „Local for Local“ nah bei unseren Kunden.

Dr. Jaroslav Patka, Vorstand Operations



Dieses Jahr steht ganz „im Zeichen der Zukunft“. Electric Automation, Digitalisierung und künstliche Intelligenz werden dabei eine zentrale Rolle einnehmen.
Gerhard Borho, Vorstand Information Technology and Digitalisation

Inhalt

> World of Motion 10

Elektrische Automatisierung
Dezentrale Automatisierung
Automatisierung mit VTUX
Digitalisierung
Lebenslanges Lernen

> BioTech Automation 58

> Festo Incredible Machine 60

> Impressum 62

1 Nachhaltigkeit 22

CO₂-Emissionen reduzieren für den Klimaschutz | Festo Energy Saving Services |
Aus der Praxis: Druckluft-Energieeffizienz-Audit



2 Wasserstoff 30

Wasserstoff ist... | Automatisierungslösung für die grüne Wasserstoffproduktion |
Aus der Praxis: H₂-Trailersteuerung mit Ventilinsellösung

3 Life Sciences 38

Mikrofluidik: Miniaturisierung im Fokus – **Interview** mit Prof. Dr. Roland Zengerle | Smarte Lösungen für Laborgeräte und medizinische Geräte | **Aus der Praxis:** Schnelle Antibiotikadiagnostik



4 Elektromobilität 46

Partner in der Batterieherstellung | **Aus der Praxis:** Automatisierung im Batteriekreislauf > Inspektion von Batteriezellen und Demontage von Batteriepacks



5 Semicon 52

Vom Silicon Saxony bis ins Silicon Valley – **Interview** mit Frank Bösenberg und Ajit Manocha | N₂-Purge-Systeme reduzieren Stickstoffverbrauch





Innovation findet immer einen Weg

Inmitten der majestätischen Kulisse der Anden, wo die Luft dünn ist und die Herausforderungen groß sind, fährt ein LKW mit einem Anhänger – der legendäre Expotainer M1 von Festo. 1974 als mobile Messe entwickelt, ausgestattet mit 16 statischen und dynamischen Displays, Klimaanlage, Kaffeemaschine und aktuellen Produktneuheiten an Bord hatte seine Erfolgsreise begonnen. Und im Gepäck der Fahrer immer auch ein Stück Abenteuerlust und Einfallsreichtum.

So wie in den 1980er-Jahren während einer Kundentour in Südamerika: Die einzige Route von Argentinien nach Chile führt über einen 4.000 Meter hohen Pass. Nach erfolgreicher Überquerung erwartet den Fahrer ein Tunnel, der nur für Fahrzeuge bis 3,80 Meter Höhe zugelassen ist. Doch der Expotainer misst 3,95 Meter. Ein Umfahren würde 3.000 Kilometer mehr und zwei bis drei Wochen Zeitverlust bedeuten. Was tun? Der Fahrer, ausgestattet mit einem der ersten Lkws mit Luftfederung, hat eine Idee: Er lädt die Anhänger ab, entleert das System, befördert die Container einzeln durch den Tunnel, füllt Luft wieder auf und fährt weiter. So wurden viele Expotainertouren zu besonderen Geschichten, die nicht nur das Leistungsspektrum von Festo, sondern auch die Leidenschaft und besondere Einsatzbereitschaft der Festo Mitarbeitenden zeigten. Und das bis heute – ob mit dem modernen Expotainer M18 oder bei den unterschiedlichsten Fachmessen in aller Welt.

World of Motion

Von wegweisenden Innovationen bis maximale Produktivität

Für unsere Kunden setzen wir die Welt in Bewegung. Indem wir mit Innovationen Komplexes vereinfachen. Die Automation von Festo bietet die passenden Lösungen für alles, was nachhaltigen Erfolg, maximale Produktivität und Wettbewerbsvorteile unserer Kunden sichert – von Pneumatik und Controlled Pneumatics über elektrische Automation bis hin zur Digitalisierung mit KI. Kompatibel und mit durchgängiger Konnektivität. Mit unserer breiten Expertise bieten wir technologieoffene Beratung und ermöglichen so smarte Innovationen und maximale CO₂-Einsparungen. Dabei ist die Qualifizierung ebenso wichtig wie die Technologie.

Von maximaler Flexibilität bis höchste Präzision

> **Elektrische Automatisierung von Festo** für Schnelligkeit und Effizienz mit durchgängiger Konnektivität

Von der Mechanik über die Steuerung bis zur passenden Cloud-Anwendung: Mit einem der breitesten Portfolios am Markt ermöglichen wir mit elektrischer Automatisierung für unsere Kunden nahezu jede Bewegungsanforderung. Durchgängige Konnektivität sorgt dabei für ein perfektes Zusammenspiel aller Technologien.



Von umfassendem Know-how bis lebenslanges Lernen

> **Festo Didactic** für Lernlösungen zur technischen Kompetenzentwicklung

Als Weltmarktführer in der technischen Aus- und Weiterbildung schaffen wir für unsere Kunden den entscheidenden Mehrwert auf dem Weg zur industriellen Transformation – und damit die Grundlage für Produktivität, Innovation und nachhaltiges Wachstum. Wir geben unser Wissen systematisch an die Experten von morgen weiter. Alles aus einer Hand: von einfachen Softwarelösungen und individuellen Lernpaketen über digitale Lernplattformen bis hin zu umfassenden Trainingszentren.



Von Realtime-Tracking bis zum Blick in die Zukunft

> **Digitalisierung von Festo** für Monitoring und digitale Tools bis hin zu KI-Lösungen

Festo zählt zu den Pionieren der Digitalisierung und ist Gründungsmitglied der Plattform Industrie 4.0. Aus dem Know-how der Mechatronik, der Automatisierung und mit KI generieren wir den entscheidenden Mehrwert. Als Partner für industrielle Automatisierung bieten wir individuelle, ganzheitliche Lösungen und unterstützen unsere Kunden dabei, mit der richtigen Hardware, den passenden Software-Tools von der Auslegung bis zur Inbetriebnahme sowie perfekten KI-Apps, die Gesamtanlageneffektivität zu steigern.

Von purer Kraft bis smarte Kontrolle

> **Pneumatik von Festo** für zuverlässige und innovative Automatisierungslösungen in allen Branchen

Pneumatik bietet oft die einfachste und effizienteste Lösung. Unabhängig von der Herausforderung – mit unseren Pneumatiklösungen profitieren unsere Kunden von Applikations-Know-how aus 100 Jahren Automatisierungserfahrung.

Für komplexere Aufgaben sorgt unsere neueste Innovation für intelligente Lösungen: Controlled Pneumatics. Mit umfassender Auslegungssoftware eröffnet digitalisierte Pneumatik neue Möglichkeiten – von präziser Positionieren bis hin zu schnellem und flexiblem Regeln.



„Durch Seamless Automation verbinden wir das Beste aus verschiedenen Technologien.“

Frank Notz, Vorstand Sales

Gemeinsam bewegen wir die Welt.
Willkommen in der World of Motion:

> www.festo.com/worldofmotion



Elektrische Automatisierung

Wie Verpackungsmaschinen nachhaltiger und effizienter werden

Aus der Praxis



Verpackung perfekt in Form gebracht:
Schrittmotor EMMS-ST am Modul Haubenformung.



„Die Schrittmotoren
reduzieren den Energie-
verbrauch der Gesamt-
maschine.“

Wolfgang Konrad, Vice President
Marketing & Communication, IWK

Bei der neuen Blisterverpackungsmaschine von IWK ist Nachhaltigkeit kein Lippenbekenntnis: Mit recyclingfähigem Verpackungsmaterial, niedrigem Energieverbrauch, hoher Geschwindigkeit und Ergonomie erweist sich das Card-to-Card-Blistersystem CABLIblue 870 als echter Trendsetter. Der Einsatz elektrischer Automatisierungstechnik von Festo steigert in dieser Anwendung die Nachhaltigkeit und Effizienz immens.

Die IWK Verpackungstechnik GmbH mit Sitz in Stutensee bei Karlsruhe, ein Unternehmen der ATS Gruppe mit über 7.500 Mitarbeitenden an 65 internationalen Produktionsstandorten, gehört zu den weltweit führenden Herstellern von Verpackungsmaschinen mit einem Schwerpunkt auf Tubenfüller und Kartoniersysteme. Mit der CABLIblue 870 unterstützt das Unternehmen seine Kunden, ihre Ziele der Kreislaufwirtschaft zu erreichen. Es verarbeitet robuste Verpackungen mit hohem Packvolumen für Medizintechnik, Pharmazeutika, Kosmetika, DIY-Artikel und Non-Food – aus recyclingfähigem Karton, ganz ohne Kunststoff.

Schneller mit Schrittmotoren

In Sachen Effizienz macht keine Wettbewerbsmaschine der CABLIblue 870 etwas vor: Mit einer Verpackungsleistung von 22 Takten pro Minute ist sie 10 % schneller als der Branchendurchschnitt. Dies erreicht die Maschine auch durch den konsequenten Einsatz von Schrittmotoren vom Typ EMMS-ST von Festo, die überlagernde Bewegungen ermöglichen.

Außerdem reduzieren die Schrittmotoren den Geräuschpegel auf unter 72 dbA und den Energieverbrauch der Gesamtmaschine. Damit sorgen sie für mehr Energieeffizienz und reduzieren den CO₂-Fußabdruck.

Zu mehr Wirtschaftlichkeit tragen auch die Vakuumsaugdüsen OVM von Festo bei: Sie integrieren eine Luftspar- und Überwachungsfunktion für das gesamte Vakuumsystem zur Reduzierung von Stillstandszeiten (Condition Monitoring). Die Vakuumbreifer zum Auswurf der fertigen Blisterverpackungen sind Teil eines Handlingsystems, das mit den elektrischen Achsen EGC und ELCC von Festo ausgestattet ist. Die Magazine für die Packmittel sind leicht zugänglich und während des Betriebs schnell nachfüllbar. Auch hier unterstützen die Steppermotoren EMMS-ST von Festo, um das Magazin im Greif- und Beladebereich zur Befüllung zum Maschinenbediener hinzubewegen. Das steigert die Ergonomie und entlastet die Maschinenbediener.

Internationale Zusammenarbeit in Thailand

„Ein Großteil der Entwicklung und Montage der CABLIblue 870 erfolgte in unserem Werk in Thailand. Beeindruckend in der Zusammenarbeit mit Festo war die unkomplizierte Beschaffung der notwendigen Einbauteile“, erklärt Wolfgang Konrad, Vice President Marketing & Communication bei IWK.

„Die digitalen Engineering-Tools waren für unsere Entwickler in Thailand genauso gut nutzbar wie in Deutschland und der Kontakt zu den Festo Projektingenieuren in Thailand verlief reibungslos“, so Konrad. Auch wenn ein Bauteil von Festo nicht unmittelbar in Thailand erhältlich war, reichte ein Anruf und nach kurzer Zeit war diese Komponente dann auch in Thailand lieferbar.

Konrad vergleicht die Zusammenarbeit mit Festo mit dem Verhältnis zu den IWK-Kunden, den großen Markenartiklern: „Markenhersteller binden uns früh bei der Entwicklung von Verpackungsideen ein, um maschinenfähige Verpackungen gemeinsam zu gestalten. So eine Vertrauensbasis zeichnet auch unser Verhältnis zu unserem Entwicklungspartner Festo aus.“

Mehr Informationen finden Sie hier:

- > www.festo.com/ea
- > www.festo.com/catalogue/emmt-st
- > www.festo.com/ovm
- > www.festo.com/egc
- > www.festo.com/elcc
- > www.festo.com/engineeringtools



Schrittmotoren am Deckkarten-Magazin kurz vor der Versiegelung.



Ein Handling mit elektrischen EGC- und ELCC-Achsen sorgt für den zuverlässigen Abtransport der fertigen Blisterverpackungen.



> www.iwk.de

Dezentrale Automatisierung

Innovative Fensterfertigung in Kanada

Aus der Praxis



Komplexes einfach gemacht: Automatisierungslösungen von Pro-Line zur Fenster- und Türenfertigung, optimiert mit innovativer Festo Technologie.



Festo war mit seinem Videoteam vor Ort:
> www.festo.com/proline-video

Ein Maschinenbauer aus Ontario begegnet dem Fachkräftemangel mit neuen, dezentralen Automatisierungslösungen von Festo. Moderne Maschinen zur flexiblen Fertigung von Fenstern sparen mit innovativer Technologie Aufwand und Zeit bei Konstruktion, Bau und Inbetriebnahme. Auch die Instandhaltung sowie Fehlererkennung und Fehlerbehebung werden erleichtert und die Zykluszeiten verkürzt.

Für Pro-Line, einen der führenden kanadischen OEM von CNC- und großen Fertigungssystemen in der Fenster- und Türenproduktion, sind Fachwissen und Automatisierung gleichermaßen wichtig. Den landesweiten Mangel an qualifizierten Arbeitskräften für das Sägen, Bohren und Verbinden von PVC und Aluminium gleicht das Unternehmen mit innovativen Automatisierungslösungen aus. Ein vereinfachtes Maschinendesign kombiniert mit einer leichteren Instandhaltung erfordert weniger Fachkräfte.



„Die dezentrale Automatisierung mit CPX-AP-I erleichtert Installation und Montage.“

Vinode Ramnauth, Präsident und CEO von Pro-Line
> www.prolineautomation.com

Innovationspartner Festo

„Wir wollen unsere Maschinen auf die nächste Stufe der Leistungsfähigkeit und Effizienz heben, Festo bietet uns dafür die Möglichkeiten. Unser gesamtes Engineering wurde mit Festo entwickelt“, sagt Vinode Ramnauth, Präsident und CEO von Pro-Line. Zum Einsatz in der neuesten Fensterfertigungsanlage kommt dezentrale Automatisierung mit dem Remote-I/O-System CPX-AP-I. Beim Bau der bis zu 20 m langen Maschine spart der elektronische Zylinderschalter SDBT-MSX mit Auto-Teach-in wertvolle Zeit – bis zu zwei Stunden ohne Fein- und Nachjustage bei der Inbetriebnahme. Mit seinem Erfassungsbereich von 20 mm lässt er sich zudem einfach und sicher installieren, gerade wenn die Montage erschwert ist. „Die Innovationskraft, die Festo bei neuen Technologien immer wieder unter Beweis stellt, bringt uns weiter“, erklärt Ramnauth.

Effiziente E/A-Vernetzung

Mit dem Remote-I/O-System lassen sich leistungsstarke E/A-Module und bestehende Ventilinselanschlaltungen in die wichtigsten Hostsysteme einbinden. Die durchgängige Konnektivität und erweiterte Diagnosemöglichkeiten erhöhen die Maschinenverfügbarkeit und Produktivität. Hinzu kommt eine einfache Integration in unterschiedliche Steuerungssysteme mit PROFINET, EtherCAT, EtherNet/IP oder ModbusTCP. Das Festo Remote-I/O-System CPX-AP-I wurde zunächst an einer Parallelschweißmaschine für Kunststoffprofileile, die zur Herstellung von Fenster- und Terrassentürrahmen dienen, erprobt. Mit Erfolg.

Statt 40 Stunden nur noch fünf

Vorteile der dezentralen Automatisierungslösung sind ihre kurzen, energiesparenden Schlauchleitungen und der niedrige Verkabelungsaufwand. „Während ein Elektriker im Normalfall etwa 40 Stunden mit der Verkabelung einer unserer Maschinen verbringt, benötigt er bei dezentraler E/A-Bauweise dafür lediglich rund fünf Stunden“, sagt Ramnauth. Das dezentrale System reduziert zudem die Anforderungen an die Qualifikation von Mitarbeitenden und wirkt so nachhaltig dem Fachkräftemangel entgegen. Schlüsselkomponenten wie die Ventilinsel VTUG und die elektronischen Zylinderschalter SDBT-MSX werden über das CPX-AP-I-System mit der SPS verbunden und müssen nicht direkt an das Bus-System angeschlossen werden.

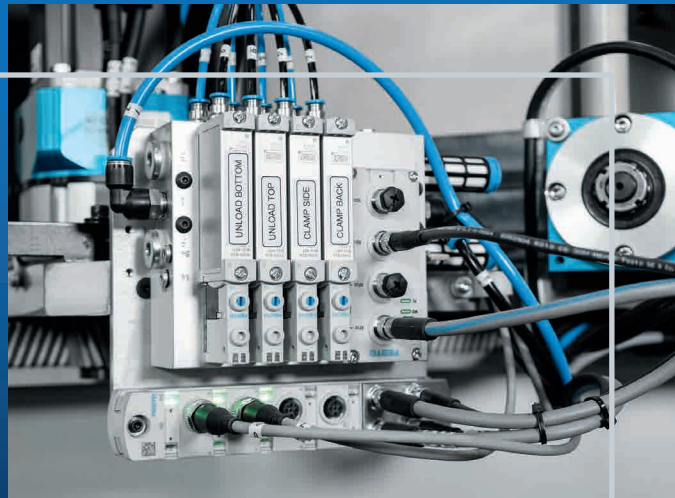
Ventilinseln an der Funktion platziert

Durch die Umstellung auf dezentrale Automationslösungen ließ sich neben dem reduzierten Arbeitsaufwand wertvoller Platz einsparen. „Ventilinseln und E/A-Module können wir nun direkt an der Funktion platzieren, die sie betätigen, und müssen sie nicht an einem zentralen Punkt konzentrieren. Die zentrale Bauweise erforderte bisher meist eine größere Dimensionierung“, so der Pro-Line CEO. „Es ist für uns von großem Vorteil, dass wir die Ventilinsel und die E/A-Module nun genau dort montieren können, wo wir sie brauchen. So benötigen wir weniger Schläuche und elektrische Leitungen und erzielen kürzere Zykluszeiten.“



Jubiläum in Kanada

Noch ein Grund zu feiern: Festo Canada blickt auf 50 erfolgreiche Jahre zurück! Seit seiner Gründung hat sich das Unternehmen mit Sitz in Ontario als Marktführer für Pneumatik in Kanada etabliert und die lokale Industrie kontinuierlich unterstützt. Wie beispielsweise mit einer lokalen Zylinderproduktion und einem Customer Interaction Center, das Unterstützung und maßgeschneiderte Lösungen bietet. Erst kürzlich hat Festo Canada das „Certified System Integrator Program“ ins Leben gerufen. Dieses Programm bringt Endnutzer mit kompetenten Partnern für Automatisierungsprojekte zusammen.



Dezentrale Automatisierung mit dem Festo Remote-I/O-System CPX-AP-I erleichtert Installation und Montage und spart wertvolle Zeit.



Festo Module direkt an der Funktion werden dank hoher Konnektivität in Steuerungssysteme integriert und reduzieren den Verkabelungsaufwand.

- > www.festo.com/cpx-api
- > www.festo.com/catalogue/sdbt



Automatisierung mit VTUX

Rasanten Rosenhandling in den Niederlanden

Aus der Praxis



Im Land der Schnitt- und Topfblumen, den Niederlanden, setzen die Maschinenbauexperten von Aventec neue Maßstäbe. Schnelligkeit und Präzision im Handling von Rosenstecklingen konnten mit moderner, dezentraler Festo Automatisierungstechnik deutlich erhöht werden.

Beim Anblick von Topfrosen denken sicher die wenigsten an hochautomatisierte Prozesse. Doch Stückzahlen in Millionenhöhe erfordern kurz getaktete Pflanzzeiten. Das niederländische Unternehmen Aventec von Firmengründer John van de Ven macht extrem schnelle und doch feinfühlig Automation im Gartenbau möglich. Mit einer ursprünglich als Automatisierungs-Upgrade geplanten Neukonstruktion bei einem Zuchtbetrieb konnte van de Ven die Leistung einer kompletten Maschine mit vier Schneidestationen auf bis zu 5.200 Stecklinge pro Stunde steigern. Die Anlage wurde hierfür mit moderner Servotechnik ausgestattet, gesteuert von der Festo Automatisierungsplattform CPX-E.

Das perfekte Schnittmuster

Die Anlage von Aventec schneidet Rosenstecklinge passend zurecht und pflanzt sie sekundenschnell in Töpfe ein. Eingangs der Linie werden dafür zunächst die Rosenzweige per Hand in ein Transportsystem eingehängt. Danach erfolgen alle weiteren Schritte vollautomatisch. In den Verarbeitungszellen angekommen, werden die Stecklinge vor einem Bildverarbeitungssystem positioniert und um 180 Grad gedreht, um so einen 3D-Scan zu erstellen.

Die Maschinensoftware ermittelt daraufhin das optimale Schnittmuster für die Zuchtpflanzen, welches ein Mehrachsroboter hochpräzise und extrem schnell umsetzt. Abschließend setzt der Roboter die Stecklinge in die mit Erde befüllten Töpfe ein und die Topfrosen beginnen ihre Reise ins Gewächshaus.

Um zu sehen, wie sich das Drehen und das Schneiden mit Komponenten von Festo realisieren ließe, haben van de Ven und sein Team Rosenzweige und deren Halterungen an das Entwicklungszentrum von Festo in Delft geschickt. Eine Woche später erhielten sie bereits ein Video vom Festo Team mit den Ergebnissen.



Filigranarbeit vollautomatisiert: Die neue Maschine von Aventec schneidet und pflanzt mit Festo Komponenten bis zu 5.200 Rosenstecklinge in der Stunde.

Vorteil dezentrale Steuerung

Eine für die hohe Geschwindigkeit der Maschine zentrale Komponente ist die kompakte Ventilinsel VTUX. Sie erlaubt sowohl eine dezentrale als auch eine zentrale Konzeption von Maschinen. Van de Ven hat sich bei der neuen Maschine für die dezentrale Konstruktionsvariante entschieden. „Mit der VTUX kann ich mit meinen Anschlusspunkten näher an die Sensoren herangehen“, erklärt van de Ven. „Wir gehen einmal mit Luft, Strom und Kommunikation auf die Insel. Wo wir früher zwei Schaltschränke brauchten, um alles unterzubringen, reicht jetzt ein Schrank aus. Dank der dezentralen Steuerung lässt sich alles schön unabhängig voneinander bedienen.“



Sichere und schnelle Diagnose

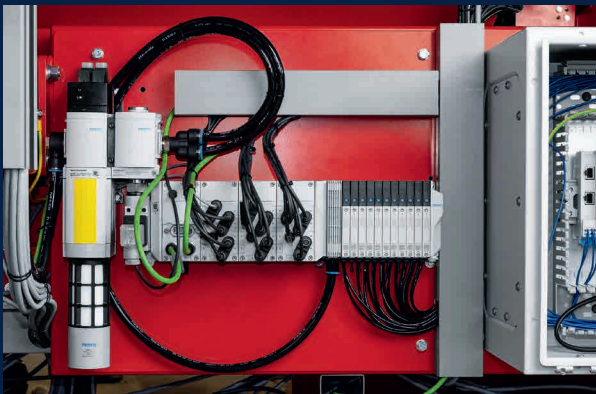
Einen wertvollen Beitrag zu einer schnellen und fehlerfreien IO-Steuerung zwischen Komponenten liefert die Festo Automatisierungsplattform CPX-AP-A. Erweiterte Diagnosefunktionen ermöglichen schnelle Reaktionszeiten im Falle einer Fehlfunktion. So lässt sich etwa ein Kabelbruch in einem der Sensoren auf der Maschine zuverlässig in kürzester Zeit lokalisieren. Hierzu werden in der VTUX alle Tags eingelesen und zugeordnet. Für jedes Rosenschneidemodul gibt es eine Insel im oberen und eine im unteren Bereich der Maschine sowie eine Ventilinsel VTUX am Hauptgerät; insgesamt neun Stück pro Maschine.

„Wo wir früher zwei Schaltschränke brauchten, reicht jetzt einer.“

John van de Ven, Geschäftsführer Aventec

> www.aventec.nl

- > www.festo.com/vtux
- > www.festo.com/cpx-e
- > www.festo.com/cpx-ap-a



Das Besondere an der Ventilinsel VTUX: Sie eignet sich sowohl für eine dezentrale als auch für eine zentrale Aufstellung von Maschinen. Bei Aventec ist diese Steuerung dezentralisiert.



Digitalisierung im Tunnelbau

Festo AX Smartenance optimiert das Wartungsmanagement

Aus der Praxis

Festo war mit seinem Videoteam vor Ort:
> www.festo.com/herrenknecht-video





Mit bis zu 150 Metern Länge und Durchmessern von bis zu 17 Metern sind Tunnelbohrmaschinen von Herrenknecht wahre Giganten. Sie sind an vielen Infrastrukturprojekten auf der ganzen Welt daran beteiligt, Tunnel schnell und effizient vorzutreiben. Auf Europas größter Infrastrukturbaustelle in London entsteht unter dem Namen High Speed Two (HS2) eine Schienenverbindung zwischen Englands Norden und London für bis zu 360 km/h schnelle Züge. Im Einsatz sind zwei Tunnelbohrmaschinen von Herrenknecht, deren Zuverlässigkeit unter anderem auf dem digitalen Wartungsmanager AX Smartenance von Festo beruht. Die Festo Software ist ins digitale System Herrenknecht.Connected eingebunden.

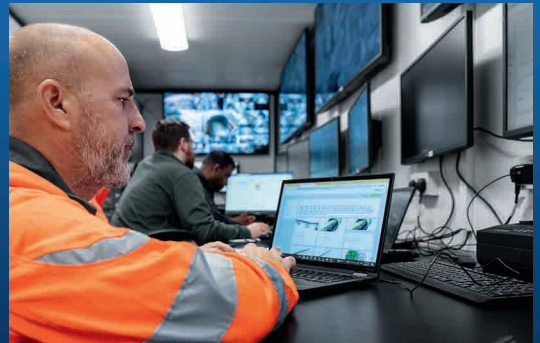
Wartung im Fokus

Sollen komplexe Anlagen wie eine Tunnelbohrmaschine unterbrechungsfrei funktionieren, sind tiefe Einblicke in den inneren Zustand der Maschinen und eine lückenlose Wartung unerlässlich. Oft sorgten notwendige Wartungsarbeiten für zu lange und teure Ausfallzeiten und die Dokumentation auf Papier war langsam, mühsam und komplex.

Mit dem digitalen Kundenportal Herrenknecht.Connected erhalten Kunden von Herrenknecht Einblicke in und Daten von nahezu allen Anlagen auf der Baustelle – von der Tunnelbohrmaschine während des Betriebs bis hin zur Abwasseraufbereitung. In diese Plattform wollte das Familienunternehmen auch ein modernes und anwenderfreundliches Wartungsmanagement integrieren.

Alles im Blick

Bei der Marktrecherche stießen die IT-Spezialisten von Herrenknecht auf AX Smartenance von Festo. Die Wartungssoftware, auch CMMS (Computerized Maintenance Management System) genannt, ermöglicht Produktionsleitern und Anlagenbedienern eine digitale Wartung und Instandhaltung. Wartungsaufgaben und -pläne können flexibel erstellt, vervielfältigt und anschließend ausgewertet werden. Die intelligente Benutzerverwaltung verbessert die schnelle Zusammenarbeit im Team und steigert die Effizienz des Wartungsmanagements.



Transparente Überwachung, intuitive Bedienung: Festo AX Smartenance, die digitale Wartungsmanagement-Lösung, im Einsatz beim Tunnelbauprojekt HS2 in London.

Integriert in das Kundenportal von Herrenknecht, ist das CMMS AX Smartenance zuständig für das Wartungsmanagement der Tunnelbohrmaschinen sowie aller anderen wartungsrelevanten Maschinen auf einer Großbaustelle. Mit automatisierten Analysefunktionen, übersichtlichen Dashboards und detaillierten Auswertungen von Sensordaten. Dadurch werden Ausfallzeiten reduziert, der Zeitaufwand in der Instandhaltung minimiert und damit die Kosten deutlich gesenkt – und die Effizienz gesteigert.

Auch Instandhalter und Mechaniker in der Maschine profitieren von AX Smartenance. Denn die Teams vor Ort können nun routinemäßige Aufgaben und Vorfälle direkt über die CMMS Software bearbeiten, melden und verfolgen. Alle wartungsrelevanten Dokumente wie Schaltpläne und Zeichnungen sind an einem zentralen Ort verfügbar. Dies erleichtert die Arbeit der Wartungsteams erheblich und steigert die Produktivität.

> www.herrenknecht.com

Mehr Informationen zu Festo AX Smartenance

> www.festo.com/ax



Lebenslanges Lernen

Festo Didactic – Partner für technische Kompetenzentwicklung

Megatrends wie Digitalisierung und die Herausforderungen des Klimawandels beeinflussen viele Lebensbereiche – auch die technische Bildung. Diese trägt dazu bei, künftige Veränderungen aktiv mitzugestalten und Innovationen voranzutreiben.

Lebenslanges Lernen ist in der Unternehmenskultur von Festo fest verankert. Bereits 1965 wurde ein eigenständiger Bereich mit dem weltweiten Vertrieb von Lernsystemen und der Durchführung von Seminaren etabliert. Heute ist Festo Didactic weltweit führend in der technischen Aus- und Weiterbildung.

Gemeinsam mit Kunden aus Berufsschulen, Universitäten, Forschungszentren, Bildungsinstitutionen und Industrieunternehmen in aller Welt wird technische Bildung zum Motor für Innovationen. Fachkräfte von heute und morgen werden befähigt, die zukünftigen Herausforderungen zu meistern. Sie tragen wesentlich zur Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und zur Stärkung der Wirtschaft bei, indem sie Innovationen mit ihren neuen Fähigkeiten und Ideen vorantreiben. Mit ihren gut ausgebildeten Mitarbeitenden können Industrieunternehmen schneller auf Marktveränderungen reagieren und sich global erfolgreicher positionieren.



> www.festo.com/didactic



„Lebenslanges Lernen ist der Weg, um den globalen Herausforderungen mit Wissen und Innovation zu begegnen.“

Dr. Oliver Niese, Vorstand Didactic



Maßgeschneiderte Bildungslösungen

Bestehende Berufe verändern sich stetig und neue Berufsbilder entstehen. Festo Didactic greift neue Technologien auf und bietet Ausbildungseinrichtungen maßgeschneiderte Bildungslösungen und verlässliche Partnerschaften an. Gemeinsam werden junge Menschen optimal auf die Arbeitswelt vorbereitet und für eine nachhaltige Wirtschaft ausgebildet.

Mit innovativen Lernlösungen finden Unternehmen und ihre Fachkräfte bei Festo Didactic ein umfangreiches Portfolio für das lebenslange Lernen. Es ist auf die Qualifizierungsbedarfe der Industriebranchen abgestimmt und umfasst Technologien wie Fabrik- und Prozessautomation, Fluidtechnik, Elektrotechnik sowie neue Felder wie Elektromobilität (siehe auch Seite 49). Damit werden aktuelle Trends in die technische Weiterbildung transferiert.



Digitale Lernlösungen

Theoretisches Wissen vermitteln, direkt in der Praxis anwenden und vertiefen – das gehört in der technischen Aus- und Weiterbildung untrennbar zusammen. Durch die gezielte Kombination aus digitalen Kursen und angewandten Übungen bleiben Lernende in hoch technologisierten Industriebranchen wettbewerbsfähig.

Im Mittelpunkt der Lernlösungen steht das digitale Lernportal „Festo Learning Experience“ (Festo LX) mit einer ganzheitlichen Lernumgebung, die auf die individuellen Anforderungen der Kunden zugeschnitten ist. In unterschiedlichsten Bereichen – von Fabrikautomation und Fluidtechnik, Industrial Internet of Things (IoT) und Industrie 4.0 bis hin zu Elektrotechnik, Prozessautomation, erneuerbare Energien und MINT – können Lernende in der technischen Aus- und Weiterbildung praxisnah geschult werden.

So kann Festo LX beispielsweise bei der Gestaltung des Umweltmanagements unterstützen. Bereits in der Ausbildung können nachhaltigkeitsrelevante Themen wie Energie-, Wasser- und Materialverbräuche oder CO₂-Reduzierung und die Einhaltung von Umweltrechtsvorschriften integriert werden.

Festo LX nutzen bereits über 1.700 Kunden mit mehr als 75.000 aktiven Lernenden und einem Zugang zu über 740 Kursen.



> www.festo.com/lx



Im Fokus: Nachhaltigkeit

Green Skills sind umweltfreundliche Fähigkeiten, die zur nachhaltigen Entwicklung beitragen. Dazu gehören Technologien wie erneuerbare Energien (Solar-, Wind- und Wasserkraft), Energieeffizienz sowie nachhaltige Mobilität und Gebäudetechnik. Festo Didactic fördert Green Skills, um nachhaltiges Wirtschaften zu vermitteln und den Wandel zu einer klimafreundlichen Industrie zu unterstützen. Durch die Qualifizierung der eigenen Mitarbeitenden, Partner und Kunden in relevanten Nachhaltigkeitsbereichen trägt Festo Didactic dazu bei, ökologische Auswirkungen besser zu verstehen und nachhaltige Entscheidungen zu treffen.

Die Wasserwirtschaft ist ein Paradebeispiel für eine Hightechbranche, in der Mitarbeiter ein immer breiteres Spektrum an Fähigkeiten benötigen. Mit Trainingssystemen und Simulationen, die reale Bedingungen in der Wasserwirtschaft nachbilden, bietet Festo Didactic effektive Lernmethoden. Virtuelle Experimente mit komplexen wasserwirtschaftlichen Systemen werden gefahrlos und realitätsnah möglich.

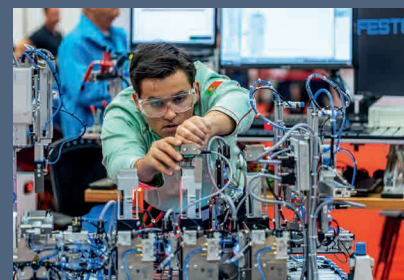
> www.festo.com/greenskills



Lernen durch Wettbewerbe

Die internationalen Berufswettbewerbe „WorldSkills“ stehen dafür, angehende Fachkräfte zu fördern und die Kooperation von Vertretern aus Bildung, Wirtschaft und Politik zu intensivieren. Festo Didactic beteiligt sich seit über drei Jahrzehnten an der weltweit größten Bildungsmesse als globaler Industriepartner und offizieller Ausrüster für Wettbewerbsequipment.

Neben etablierten Berufen werden auch neue Berufsbilder als Präsentationsberufe vorgestellt. So konnte Festo Didactic dazu beitragen, die Disziplinen Water Technology, Industrie 4.0 und Erneuerbare Energien in die Wettbewerbe zu integrieren.



> www.festo.com/worldskills

1 Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit ist heute in vielen Unternehmen und Branchen fest verankert und bildet die Grundlage für eine verantwortungsvolle industrielle Entwicklung. Diese Verantwortung beginnt auf dem Shopfloor und erstreckt sich über die gesamte Wertschöpfungskette.

Die Automatisierung spielt eine entscheidende Rolle bei der Effizienzsteigerung von Prozessen und trägt maßgeblich zur Reduktion des CO₂-Fußabdrucks von Unternehmen bei. Festo unterstützt seine Kunden mit CO₂-optimierten Produkten, Energieeffizienzmodulen und TÜV-zertifizierten Energy Saving Services, wie die Druckluft-Energieeffizienz-Audits. Sie können den Energieverbrauch signifikant senken.



Nachhaltigkeit

CO₂-Emissionen reduzieren für den Klimaschutz

Als Familienunternehmen steht Festo für klare Werte, höchste Qualität und kundenorientierte Innovationen.

Dazu gehört, dass Festo als Unternehmen in den Bereichen Umwelt, Soziales und Governance (ESG) einen Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung leistet. So werden nachhaltige Entscheidungen – verantwortungsvoll und langfristig – für die Kunden, für das Unternehmen und für zukünftige Generationen getroffen.

Die Nachhaltigkeitsziele von Festo werden in vier Handlungsfeldern gebündelt.

Die kontinuierliche Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks, sowohl bei den Kunden als auch im Unternehmen selbst, ist ein Schwerpunkt der nachhaltigen Entscheidungen. Den Kunden bietet Festo effiziente und produktive Lösungen in der industriellen Produktion. Für das Unternehmen selbst ist die klimafreundliche Transformation der Fertigung entlang der gesamten Wertschöpfungskette eine der zentralen Aufgaben.

Bei Festo stehen die Menschen im Mittelpunkt. Denn eine gesunde, motivierte und leistungsstarke Belegschaft ist für uns ein zentraler Erfolgsgarant. Um die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung zu erreichen, müssen verbindliche Ethik- und Governance-Standards gesetzt und weltweit eingehalten werden.



Mehr Informationen zu den **Handlungsfeldern** erhalten Sie hier:

- > www.festo.com/sustainability
- > www.festo.com/sustainableeducation
- > www.festo.com/peopleatfesto
- > www.festo.com/ethics-and-governance

Auf dem Weg zur CO₂-Neutralität

Klimaschutz bedeutet für Festo, aktiv zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen beizutragen. Durch innovative Fertigungstechnologien und Recycling-Strategien wird der Ressourcenverbrauch gesenkt und die Lebensdauer von Produkten verlängert.

Den CO₂-Fußabdruck wird Festo in den nächsten Jahren massiv verringern. Seit 2024 – zwei Jahre früher als geplant – ist die gesamte Festo Gruppe in Scope 1 CO₂-kompensiert. In Scope 2 und 3.8 ist die Festo Gruppe bereits seit 2024 CO₂-neutral. Bis 2030 ist geplant, circa 30 % der Scope-1-Emissionen zu reduzieren und bis 2040, das Ziel Net Zero (Netto-Null) zu erreichen.

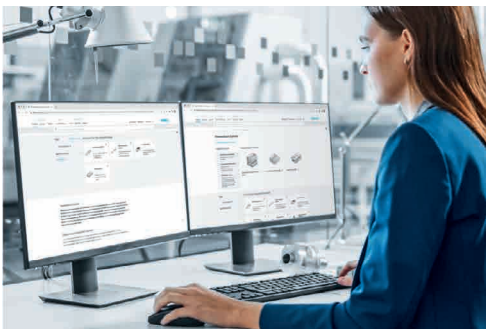
„Integrieren wir nachhaltige Technologien und Prozesse in unsere Produkte, helfen wir unseren Kunden dabei, ihre eigenen Nachhaltigkeitsziele zu erreichen und so ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.“



Marcus Stemler, Leiter Corporate Sustainability, Festo

Festo ist nachhaltig in der Herstellung der Produkte und unterstützt die Kunden auf dem Weg zur CO₂-neutralen Fabrik.

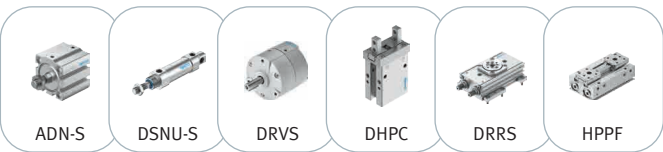
Mit der Expertise in Pneumatik und Elektrik sowie Software und KI kann Festo technologieoffen beraten und durch smarte Innovationen maximal CO₂ einsparen. Mit einem einzigartig breiten Portfolio bietet Festo CO₂-optimierte Produkte und begleitet die Kunden mit Services während der gesamten Nutzungsphase. So können Kunden mit der passenden Technologie und optimal dimensionierten Komponenten bis zu 70 % Energie einsparen.



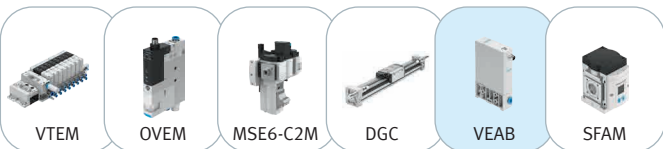
Produkt-Warenkorb zur CO₂-Reduktion: Die Produktauswahl finden Sie im Online Shop.

Beispiele für ...

... gewichtsreduzierte Produkte



... Produkte mit Energiesparfunktion



Siehe S. 49

Nachhaltigkeit

Festo Energy Saving Services

Höhere Energieeffizienz, weniger CO₂-Emissionen

Die Festo Energy Saving Services, zertifiziert nach DIN EN ISO 11011, bieten ein maßgeschneidertes Serviceangebot, das einen aktuellen Status Quo über den Zustand von Druckluftsystemen und -anlagen bereitstellt. Auf Grundlage dieser unabhängigen und neutralen Bewertung wird eine detaillierte Übersicht möglicher Einsparpotenziale sowie wertvolle Handlungsempfehlungen zur optimalen Ausschöpfung dieser Potenziale gewonnen.



Mehr Informationen zu den
Festo Energy Saving Services
finden Sie hier:
> www.festo.com/ess

Druckluft-Energieeffizienz-Audit

Im Rahmen der Festo Energy Saving Services bietet das Druckluft-Energieeffizienz-Audit eine unabhängige und ganzheitliche Analyse von Druckluftsystemen. Der Zustand aller Komponenten, vom Kompressor bis zur pneumatischen Anwendung, wird neutral inspiziert. Anschließend werden konkrete Einsparpotenziale identifiziert und gezielte Maßnahmen vorgeschlagen, um Systeme und Anlagen zu optimieren. Das Ergebnis: sinkende Energiekosten, weniger CO₂-Ausstoß und eine höhere Produktionsstabilität ohne ungeplante Maschinenstillstände.

Vorteile:

- Unabhängige und ganzheitliche Analyse des gesamten Druckluftsystems
- Handlungsempfehlungen und Priorisierung von Maßnahmen zur Optimierung der Energieeffizienz
- TÜV-zertifiziert gemäß DIN EN ISO 11011
- Bis zu 60 % Einsparpotenzial bei pneumatischen Anlagen
- Unterstützung bei der Einhaltung DIN EN ISO 50001
- Höhere Produktivität und Prozesssicherheit

Nachhaltigkeitscheck der Pneumatik

Der Nachhaltigkeitscheck der Pneumatik ist eine innovative Dienstleistung im Rahmen der Festo Energy Saving Services. Dabei werden systematisch die pneumatischen Komponenten inspiziert und Leckagen in Druckluftanlagen geortet. Anschließend erfolgt eine Bewertung dieser Leckagen hinsichtlich Energieverlust, Kosten und CO₂-Ausstoß. Der Check liefert eine konkrete Berechnung der Einsparpotenziale sowie eine detaillierte Auflistung erforderlicher Reparaturen, einschließlich der erforderlichen Ersatzteile.

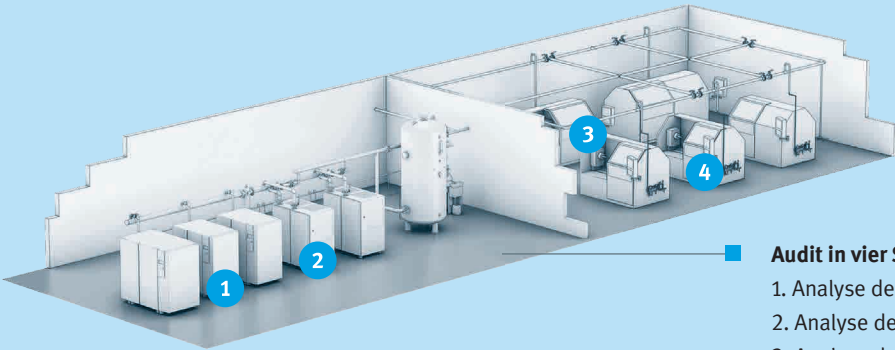
Vorteile:

- Transparenz über Energieverluste durch Leckagen
- Analyse möglicher Einsparungen an Druckluft, Kosten und CO₂-Emissionen
- Detaillierte Aufstellung erforderlicher Reparaturen plus empfohlener Ersatzteile
- Übersichtliche Dokumentation aller Ergebnisse im Festo Energy Saving Services Portal
- Do-it-yourself ist möglich. Auf Wunsch erfolgt eine Schulung durch Festo Experten im Voraus.



„Nur ein ganzheitlicher Ansatz garantiert die optimale Energieeffizienz eines Druckluftsystems.“ *

Heiko Fleischhacker, zertifizierter Energieeffizienz-Auditor bei Festo



- Audit in vier Schritten:**
- 1. Analyse der Druckluftherzeugung
 - 2. Analyse der Druckluftaufbereitung
 - 3. Analyse der Druckluftverteilung
 - 4. Analyse pneumatischer Anwendungen

* Begleiten Sie Heiko Fleischhacker im Einsatz beim Kunden auf der nächsten Seite.



„Das Portal berechnet die Einsparungen und klassifiziert die Leckagen, damit Sie die höchsten Optimierungspotenziale sofort erkennen.“

Jürgen Billep, zertifizierter Energieeffizienz-Auditor bei Festo

Festo Energy Saving Services Portal

Das Festo Energy Saving Services Portal bietet die notwendige Transparenz zur Optimierung von Druckluftanlagen. Ergebnisse der Leakageortung sowie Erkenntnisse über die inspizierten pneumatischen Komponenten können einfach und übersichtlich dokumentiert werden. Mit der mobilen App besteht die Möglichkeit, die Daten direkt an der Produktionsanlage zu erheben und zuverlässig ins Portal zu synchronisieren. Eine kostenlose Testlizenz ermöglicht es, die Funktionen auszuprobieren.

Kosten und Einsparungen			
	Entdeckte Leckagen	Reparierte Leckagen	Offene Leckagen
Durchfluss + Leckagen [l/min]	2.031	095	1.937
Luftverbrauch pro Jahr [m³]	1.420.620	450.140	970.480
Leckagerate [%]	3,7	2,7	5,0
Energieverbrauch pro Jahr [kWh]	171.250	54.524	116.726
CO ₂ -Emissionen pro Jahr [kgCO ₂ e]	32.204	10.009	22.195
Kosten pro Jahr [€]	45.067	14.409	30.658

Nachhaltige Automatisierung

Druckluft-Energieeffizienz-Audit

Aus der Praxis

Steigende Energiekosten und Umweltauflagen machen Energieeffizienz unverzichtbar. Mit den Festo Energy Saving Services hat Gessner die Energieeffizienz im eigenen Unternehmen nachhaltig erhöht. Vom Kompressor bis zu den pneumatischen Anwendungen wurden Prozesse vor Ort vom Festo Experten analysiert und mit Erfolg optimiert.

Laut Statistischem Bundesamt zählt die Produktion von Papier, Pappe und daraus hergestellten Waren zu den fünf energieintensivsten Industriezweigen. Der Europamarktführer im Segment technischer Spezialpapiere und Synthesematerialien Gessner fertigt an seinem Standort in Feldkirchen-Westerham Kfz-Filtermedien für die Automobilindustrie und entwickelt als Unternehmen der globalen Mativ-Gruppe kontinuierlich neue Lösungen. „Doch bei bestehenden Produktionsprozessen ist man oft betriebsblind“, sagt Armin Niederhuber, zuständig für das Energiemanagement bei Gessner. „Darum haben wir uns die Kompetenz von Festo in Person von Heiko Fleischhacker ins Haus geholt: um Dinge zu sehen und zu verbessern, für die wir selbst nicht den Blick haben.“ Der Experte für Energieeffizienz und zertifizierter Auditor bei Festo ist es gewohnt, nicht nur genau hinzusehen, sondern genau dort hinzusehen, wo Energie nicht effizient genutzt wird.

Effizienz und Transparenz

Für Heiko Fleischhacker macht ein Audit grundsätzlich immer Sinn, wenn ein Unternehmen eine neutrale Bewertung und einen präzisen Status quo über den aktuellen Zustand seines Druckluftsystems erhalten möchte. Das Ziel besteht darin, ineffiziente Bereiche und Möglichkeiten zur Energieeinsparung aufzudecken.

Im Zuge seines Audits hat Heiko Fleischhacker bei Gessner das gesamte Druckluftsystem analysiert und bereits nach kurzer Zeit Defizite detektiert, die zu nachhaltigen Energieeinsparungen geführt haben. „Zusätzlich wurde uns empfohlen, eine übergeordnete Kompressorsteuerung zu installieren. Mit demselben Resultat.“, beschreibt Armin Niederhuber die positiven Audit-Ergebnisse. Durch die Nachrüstung konnten die Betriebszeiten der Kompressoren viel genauer an den tatsächlichen Luftbedarf angepasst werden.

Alle Informationen und gewonnenen Daten aus dem Audit wurden von Festo aufbereitet und im webbasierten Festo Energy Saving Services Portal allen Mitarbeitenden zur Verfügung gestellt; inklusive offener Punkte zu Einsparpotenzialen. Vom Energiemanagement über den Werker vor Ort bis zum Mechaniker. Jeder kann darauf zugreifen und sieht, was wo zu tun ist.

Gemeinschaftlicher Erfolg

Auf Basis der gemeinsamen partnerschaftlichen Zusammenarbeit von Gessner und Festo wurden nach dem Audit weitere gemeinsame Schritte für die Senkung des Energieverbrauchs unternommen, wie etwa die Empfehlung zur Auswahl passender Kompressoren. Auch eine nachgelagerte Leckageortung hat zu einer überraschenden Erkenntnis geführt: „Wir hätten nicht gedacht, dass der statische Verbrauch unserer Stellungsregler sich im mittleren fünfstelligen Bereich bewegt“, freut sich Gessner-Energiemanager Armin Niederhuber. Daraufhin wurden kontinuierlich alle Stellungsregler gegen energieeffizientere Modelle ausgetauscht.

„Die Festo Energy Saving Services haben sich für uns komplett gelohnt. Die Transparenz, die neuen Ideen, daraus Projekte zu generieren: ein absoluter Benefit.“ Mit Hilfe der Festo Energy Saving Services konnte Gessner substanziell Energiekosten einsparen, gleichzeitig die Produktionsstabilität steigern und selbstgesteckte Ziele im Bereich des Umweltschutzes erreichen.

> www.neenah-gessner.de



Im Rahmen einer mehrtägigen Leckageortung durch Festo und durch die systematische Behebung konnte Gessner in seinem Werk 30.000 Euro pro Jahr an Druckluftkosten einsparen.



Partnerschaftliche Zusammenarbeit: von der gemeinsamen Besichtigung der Anlagen über die Analyse bis hin zur Auswertung. (Armin Niederhuber, Energiemanagement-Experte bei Gessner, I., und Heiko Fleischhacker, zertifizierter Auditor von Festo).



Maximale Transparenz: Das Festo Energy Saving Services Portal liefert übersichtlich alle Daten für die Optimierung der Druckluftanlagen.

Mehr Informationen zum **Druckluft-Energieeffizienz-Audit** finden Sie hier:

> www.festo.com/ess/audit

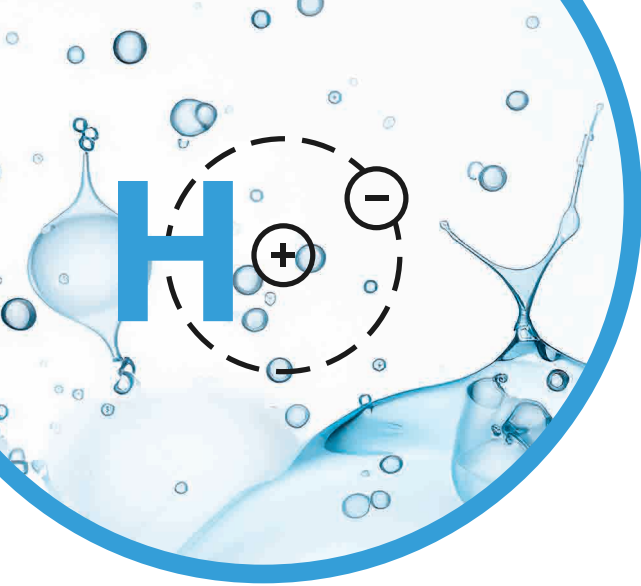
2 Wasserstoff



„Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist. Die so zerlegten Elemente des Wassers, **Wasserstoff** und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit hinaus die Energieversorgung der Erde sichern.“ Jules Verne, 1875

Das Ziel „Net Zero“ erfordert den Wandel von fossilen Energieträgern hin zu erneuerbaren Energien. In energieintensiven Produktionsstätten wie der Stahlindustrie und im Zuge der Mobilitätswende ist nachhaltig produzierter Wasserstoff von wegweisender Bedeutung.

Ob bei der Herstellung mittels Elektrolyse, beim anschließenden Transport des Gases oder für die vielfältigen Einsatzzwecke von Wasserstoff: Die Ansprüche an die Automatisierung sind hoch. Mit seiner Erfahrung in der Gasaufbereitung und Automatisierungslösungen für die Produktion, Infrastruktur und Verwendung von Wasserstoff unterstützt Festo Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.



Wasserstoff ist ...

- 14-mal leichter als Luft
- farb- und geruchlos, ungiftig
- nicht brennbar in Reinform
- leicht entzündlich mit Sauerstoff

gasförmig bis $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$

flüssig bei $-252\text{ }^{\circ}\text{C}$

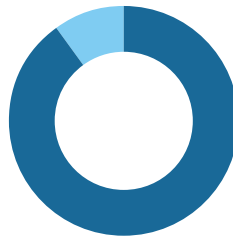
fest bei $-259\text{ }^{\circ}\text{C}$

Wasserstoff wurde von seinem **Entdecker Cavendish**

(1731, Nizza – 1810, London) als „brennbare Luft“ bezeichnet.

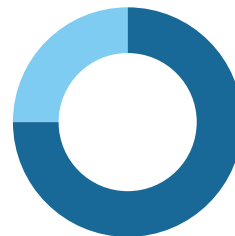
Der **Chemiker de Lavoisier**

(1743, Paris – 1794, Paris) taufte das Gas „Hydrogène“, deutsch: „Wasserstoff“.



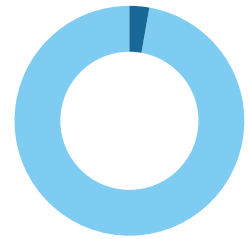
90 %

aller Atome des
Universums sind
Wasserstoffatome.



75 %

der Masse unseres
Sonnensystems stellt
Wasserstoff.



2,9 %

unserer Erdkruste
bestehen aus
Wasserstoff.

Wasserstoff kommt in der Natur nur in gebundener Form vor, u.a. in Wasser (H_2O), Kohlenwasserstoffen wie Erdgas oder Erdöl oder in Mineralien.

Wasserstoff ist ein Schlüssel im künftigen Energiesystem und kann als direkter Energieträger eingesetzt werden, z.B. als Bestandteil von Flugzeugtreibstoffen.

Grüner Wasserstoff

Herkunft: Elektrolyse mit Strom erneuerbarer Energiequellen, aus Wasser gewonnen.

CO₂-Emissionen: keine

Blauer Wasserstoff

Herkunft: fossiles Erdgas

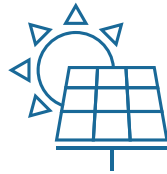
CO₂-Emissionen: bis zu 90 %
speicherbar

Grauer Wasserstoff

Herkunft: fossiles Erdgas

CO₂-Emissionen: rund 10 t CO₂
pro t H₂

Treibstoff des Sonnensystems



600 Millionen Tonnen Wasserstoff fusionieren im Inneren der Sonne pro Sekunde zu Helium und versorgen so das Sonnensystem mit Energie.

Wasserstoff ist auf der Erde nicht frei verfügbar und wird unter Einsatz von Primärenergie (z.B. Wind- oder Sonnenenergie) gewonnen.

Element der Extreme

Wasserstoff ist das leichteste Element und besitzt gleichzeitig eine hohe Energiedichte:

Wasserstoff 33,3 kWh pro kg

Benzin 12,0 kWh pro kg

Erdgas 10,6 – 13,1 kWh pro kg



1 t Wasserstoff

liefert 33.330 kWh Energie und genügt, um sieben Haushalte ein Jahr lang mit Strom zu versorgen.

„Grüner Wasserstoff ist der zentrale Baustein der Energiewende – insbesondere zur Speicherung und zum Transport großer Mengen Energie ist er essentiell.“

Dr.-Ing. Max Ellerich, Solution Manager H2 Production, Neuman & Esser (Hersteller von PEM-Elektrolyseuren mit über 100 Jahren Erfahrung im Wasserstoff-Anlagenbau)



Energiespeicher Wasserstoff: Mit erneuerbaren Energien gewonnener Wasserstoff ermöglicht die Nutzung CO₂-neutraler Energie beispielsweise in der Chemie und Stahlproduktion (Sektorkopplung) oder als Treibstoff im Verkehr.

2030

- > 40 Gigawatt an Elektrolysekapazitäten zur Gewinnung von grünem Wasserstoff bis 2030 ist das Ziel der EU-Wasserstoffstrategie.
- > 85 Mrd. Euro Marktvolumen der Wasserstoffindustrie werden in der EU für das Jahr 2030 erwartet.
- > 38 Maßnahmen plant das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie bis zum Jahr 2030, um Wasserstoff als Energieträger für die Energiewende nutzbar zu machen.

- > 20 % des europäischen Energieverbrauchs plant die EU bis zum Jahr 2050 durch Wasserstoff zu decken.

- > 160 Mio. Tonnen grünen Wasserstoffs könnten laut Prognosen im Jahr 2050 weltweit produziert werden.

2050



Wasserstoff

Automatisierungslösung für die grüne Wasserstoffproduktion

Die umweltfreundliche Erzeugung von Energie stellt eine der größten Aufgaben unserer Gegenwart dar, und dabei nimmt grüner Wasserstoff eine bedeutende Rolle ein. In der künftigen Energieversorgung sowie bei der Reduktion von CO₂-Emissionen in energieintensiven Branchen wird Wasserstoff eine entscheidende Funktion übernehmen.

Beim Ausbau der Produktionskapazitäten und der notwendigen Infrastruktur müssen zahlreiche Sicherheitsvorschriften eingehalten werden. Abhängig von den spezifischen Anforderungen und Eigenschaften der Produktion können zentrale oder dezentrale Automatisierungslösungen, kompakte Schaltschranksysteme oder flexible, modulare Konzepte in Betracht gezogen werden.

> www.festo.com/hydrogen

■ **Schaltschrank ready-to-install:** Explosionsschutz und funktionale Sicherheit (SIL) inklusive.

Elektrolyseure sind das zentrale Element entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette. Die Anlagen, die Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufspalten, sind Schlüsselkomponenten in zahlreichen Industrien. Hier ist es entscheidend, die erforderliche funktionale Sicherheit (SIL) einzuhalten und das Risiko zu begrenzen. Dies kann man durch den Einsatz geeigneter Komponenten und Lösungen unterstützen.

Ein exakt auf den Elektrolyseur abgestimmtes Automatisierungskonzept ist daher entscheidend für einen effizienten, sicheren und dauerhaften Betrieb. Dafür bietet Festo ein breites Spektrum an Komponenten.

Sicherheit als oberstes Gebot

Wasserstoff ist ein farbloses, flüchtiges und ungiftiges Gas, das aber sehr entzündlich ist und mit hohem Druck gehandhabt wird. Elektrolyseure bringen in puncto Sicherheit folglich einige Herausforderungen mit sich. Um den erzeugten grünen Wasserstoff dahin zu bringen, wo er verwendet werden soll, muss er transportfähig gemacht werden, zum Beispiel mit der Verdichtung in einer Kompressorstation.

Auch bei Fehlfunktionen oder Störungen ist die Sicherheit einer Anlage wichtig. Dazu bietet Festo zahlreiche Produkte, die speziell für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen und gemäß SIL-Standard nach IEC 61508 zertifiziert sind wie etwa die robusten und korrosionsbeständigen Magnetventile vom Typ VOFC und VOFD. Die funktionale Sicherheit von Elektrolyseuren ist somit unerlässlich, um Industrieprozesse sicher, effizient und umweltfreundlich zu gestalten.



Einzelventile vs. Ventilinsel

Um die verschiedenen Prozesse und Sicherheitsfunktionen sicherzustellen, ist in einem Elektrolyseur eine größere Anzahl an pneumatisch automatisierten Armaturen eingebaut. Traditionell aus dem Großanlagenbau vor allem in der Chemie kommend, werden die Pilotventile direkt am Antrieb montiert, während die Steuersignale aus der SPS bzw. Remote-I/O kommen. Die dezentrale Montage der Pilotventile direkt am Antrieb, und damit über den Elektrolyseur verteilt, erhöht den Verkabelungsaufwand, die Anforderungen an den Explosionsschutz und damit auch die Kosten.

Aufgrund der hohen Dichte an Pilotventilen in Elektrolyseuren empfiehlt sich die Anwendung von Ventilinseln. Die kompakte Bauweise ermöglicht den platzsparenden Einbau in den vorhandenen Schaltschrank, von wo dann die Armaturen im Feld angesteuert werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Magnetventile außerhalb der Ex-Zone oder in der Zone 2 installiert werden.



Kundenspezifisch und einbaufertig

Festo bietet Schaltschranklösungen für unterschiedlichste Applikationen an. Diese schützen Komponenten gegen Umwelteinflüsse und Fremdkörper. Unabhängig davon, ob pneumatische, elektrische oder elektropneumatische Komponenten verwendet werden, entsteht am Ende ein vollständig konfigurierter Schaltschrank.

Für Anwendungen in explosionsgefährdeten Bereichen können die Schaltschränke nach regionalen und internationalen Vorschriften geplant, montiert und zertifiziert werden – auf Wunsch mit Komponenten für die funktionale Sicherheit (SIL).

„Ein auf den Elektrolyseur perfekt abgestimmtes Automatisierungskonzept ist der Schlüssel für dessen effizienten, sicheren und langfristigen Betrieb.“

Alexander Vargas, Leiter Global KAM and ISM
Process Industries, Festo

Wasserstoff

H₂-Trailer-Steuerung mit Ventilinsellösung

Aus der Praxis

Wasserstoff macht nachhaltige Energie mobil. Mit dem intelligenten Trailer-Steuerungssystem HY.Runner von GP JOULE wird der H₂-Transport effizienter, sicherer und umweltschonender. Für eine platzsparende Bauweise auf dem Trailer-Chassis und zusätzliche Sicherheit sorgen die Festo Ventilinsel VTUG und das Magnetventil VOFC.

Als integrierter Energieversorger ist GP JOULE über die gesamte Energie-Wertschöpfungskette hinweg aktiv, von der Erzeugung bis zur Nutzung erneuerbarer Energie. Die neu entwickelte Trailersteuerung HY.Runner wurde im November 2024 als „Wasserstoffinnovation des Jahres“ mit dem German Renewables Award ausgezeichnet. Sie ist das zweite Projekt des Unternehmens GP JOULE, das den renommierten Preis erhält. Zum Einsatz kommt HY.Runner bereits in der Wasserstoffmodellregion HY.CITY.Bremerhaven.

Smart gesteuerte Sektoren

Die intelligente Trailer-Steuerung sorgt dafür, dass der in Elektrolyseuren produzierte Wasserstoff so effizient wie möglich an Wasserstofftankstellen oder Industriekunden gelangt. Vorteile der innovativen Lösung sind eine optimale Nutzung der Wasserstoffmengen im Trailer sowie die vernetzte Kommunikation zwischen Elektrolyseuren, Tankstellen und mobilen H₂-Speichern. Zentraler Baustein der innovativen Lösung ist die während der Befüllung und Entnahme des Wasserstoffs direkt über den Trailer laufende Prozesssteuerung. Dabei werden die Sektoren der Wasserstoffspeicher smart angesteuert, damit möglichst viel Wasserstoff möglichst schnell an Tankstellen überfließen kann.

Der Wasserstoffvorrat lässt sich jederzeit remote abrufen, was zu mehr Flexibilität und einer hohen Präzision in der Wasserstoffverteilung führt. Außerdem macht eine standardisierte Schnittstelle den Trailer unabhängig von der stationären Gegenstelle. Die Überwachung sämtlicher Betriebsbedingungen erhöht die Sicherheit und vereinfacht die Integration in die Sicherheitskonzepte von Befüll- und Entnahmestellen.

Grüne Energie vom Windpark bis zur Wasserstofftankstelle:
Wasserstoffproduktionsstandort des Projektes eFarm aus Nordfriesland, initiiert von GP JOULE.





„HY.Runner ermöglicht den sicheren und effizienten Transport von grünem Wasserstoff.“

André Steinau,
Head of Business Relations GP JOULE GmbH und
Geschäftsführer HY.City.Bremerhaven

Pneumatisch funktional und sicher

Untergebracht ist die intelligente Steuerung im unteren Rahmenbereich des Trailer-Chassis. Dies erforderte eine gleichermaßen robuste wie platzsparende Bauweise der Pneumatiklösung. Bei der Ventilinsel fiel die Wahl auf die VTUG von Festo. Mit ihrer hohen pneumatischen Funktionalität und elektrischen Modularität lässt sie sich schnell in verschiedene Automatisierungslösungen integrieren und einfach konfigurieren. Durch die kompakte Dimensionierung ist sie prädestiniert für den Einsatz im HY.Runner. Zur Erfüllung der hohen SIL-Sicherheitsstandards wird die Ventilinsel VTUG über das Festo Magnetventile VOFC angesteuert. Das indirekt gesteuerte Vorsteuer-ventil ist für besonders anspruchsvolle Einsatzbedingungen konzipiert und eignet sich für sicherheitsgerichtete Systeme bis SIL3.

Grünes H₂-Ökosystem Bremerhaven

Seine Stärken spielt HY.Runner zum ersten Mal in dem regionalen Energiewende-Projekt HY.CITY.Bremerhaven aus, welches von der GP JOULE Hydrogen GmbH und der Green Fuels GmbH initiiert wurde. Das Vorhaben nutzt die regenerative Energie lokaler Windkraftanlagen für den Betrieb eines 2-Megawatt-Elektrolyseurs. Der gewonnene Wasserstoff wird direkt in einem Trailer mit intelligenter Steuerung gespeichert und an eine öffentlich zugängliche H₂-Tankstelle geliefert. Mit der Elektrolysekapazität können täglich bis zu 34 Busse und mehr als 190 PKW betankt werden.

> www.gp-joule.com



Strom aus Wind wird zu Wasserstoff in Elektrolyseuren umgewandelt und gelangt, smart gesteuert, per Festo Ventilinsel VTUG und Magnetventil VOFC direkt in mobile H₂-Trailer.

> www.festo.com/catalogue/vtug

> www.festo.com/vofc

3 Life Sciences





Bevölkerungswachstum und Überalterung, steigende Krankheitsrisiken und globale Mobilität erfordern kostengünstige Lösungen im Gesundheitswesen.

Die Nachfrage nach neuen Gesundheits- und Diagnoseverfahren, sowohl für die Anwendung am Menschen als auch in der Laborautomation, wächst stetig.

Technische Entwicklungen wie Miniaturisierung, Integration und die Dosierung immer kleinerer Flüssigkeitsmengen eröffnen neue Chancen in den Life Sciences. Festo fördert diese Entwicklung im Bereich LifeTech und unterstützt mit innovativen kompakteren Komponenten, hochintegrierten Baugruppen und einem speziellen Fokus auf mikrofluide Produkte zur Regelung von Gasen und Flüssigkeiten.

Life Sciences

Mikrofluidik: Miniaturisierung im Fokus

Interview// Biowissenschaften wie Medizin, Pharmazie oder Biochemie gewinnen weltweit an Bedeutung. Der Bedarf an analytischen und diagnostischen Verfahren in den Life Sciences wächst. Dank großer Fortschritte auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik und Mikrofluidik werden Tests heute schnell und einfach bei Patienten am Point-of-Care durchgeführt. In der Laborautomation optimieren Lab-on-a-Chip-Lösungen Prozesse. Einer der führenden Experten für Mikrosystemtechnik und Mikrofluidik, **Prof. Dr. Roland Zengerle**, erklärt, warum die kleinen Systeme groß im Kommen sind.



Foto: W. Spertl



Zur Person

Prof. Dr. Roland Zengerle ist Physiker und einer der führenden Experten auf dem Gebiet Mikrofluidik, einem Teilgebiet der Mikrosystemtechnik. Er forscht am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. www.imtek.de

» Auf den Forschungsgebieten der Mikrosysteme und der Mikrofluidik zählen Sie zu den Wissenschaftlern der ersten Stunde. Was hat Sie bereits Anfang der 1990er Jahre daran fasziniert?

Prof. Dr. Roland Zengerle: Meine Generation hat in jungen Jahren Raumschiff Enterprise gesehen. Dort gab es den Tricorder, ein Gerät, so groß wie ein Smartphone heute, mit dem man in Sekunden analysieren konnte, was einem Patienten fehlt. Das hat mich und viele meiner Kolleginnen und Kollegen inspiriert und uns Impulse zur Forschung auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik gegeben. In diesen Anfangsjahren – den 1990ern – ist eine Vision entstanden, die mit einigen Abstrichen, was die Größe heutiger Analysegeräte und den Umfang der möglichen Diagnosen angeht, beinahe schon Wirklichkeit geworden ist. Wir verfügen aktuell über mobile Testgeräte, die an Körperflüssigkeiten komplexe Analysen durchführen.

» Wie weit ist die Miniaturisierung der Labortechnik bereits fortgeschritten?

Zengerle: Wir sind in der Lage, in einem Point-of-Care-Test Diagnosen mit einer Maschine durchzuführen, die auf ein DIN-A-4-Blatt passt. Dafür hat man noch vor Jahren in einem Großlabor eine ungefähr zwei mal fünf Meter große Maschine gebraucht. Statt zwei Tonnen wiegt eine heutige Lab-on-a-Chip-Lösung nur noch fünf bis zehn Kilogramm. Und die Tendenz geht hin zu weiterer Miniaturisierung. Allerdings wird es auch in Zukunft Grenzen des Machbaren geben, da eine Mindestmenge an Flüssigkeit zur Analyse und damit eine gewisse Grundgröße der Testkartuschen notwendig ist, denn wir weisen heute Analyten nach, von denen nur noch wenige Moleküle in 1 cm³ Probe sind.

» So richtig an Bedeutung gewonnen haben Mikrosystem-technik und Mikrofluidik erst mit der Corona-Pandemie, oder?

Zengerle: Ja und nein. In der Zeit der Pandemie wurden mit Hochdruck neue Diagnoseverfahren und -geräte entwickelt und auf den Markt gebracht, wie beispielsweise PCR-Testgeräte, die Erreger in 15 bis 30 Minuten extrem empfindlich und zuverlässig erkennen können. So haben wir Zeit gewonnen, indem wir den klassischen Weg über ein Großlabor abkürzen konnten. Doch woran sich heute kaum noch jemand erinnert: Ein echter Beschleuniger für die Mikrosystemtechnik war der berühmte Elch-Test in der Automobilindustrie im Jahr 1997. Damals ist ein relativ neues Modell einer bekannten deutschen Automarke bei einem Schleudertest aufs Dach gekippt. Zur Lösung des Problems hat ganz wesentlich Mikrosystemtechnik in Form moderner Beschleunigungs- und Drehratensensoren beigetragen.

» Wo begegnen uns heute Produkte aus Ihrem Forschungsgebiet?

Zengerle: In einem Auto sind als Komponenten rund 100 und mehr Sensoren verbaut, in Smartphones mehrere Dutzend Sensoren und selbst in Fitness-Armbändern findet man Mikrosystemtechnik. Kleinste Systeme haben sich heute flächendeckend und branchenübergreifend in unserem Alltag etabliert, meist ohne dass wir uns dessen bewusst sind.

Die Mikrofluidik hat ebenfalls viele Produkte hervorgebracht, welche jedoch weniger in alltäglichen Anwendungen vorkommen. Ein Beispiel sind Chips, die es erlauben, ein menschliches Genom innerhalb von nur einem Tag und zu Kosten von einigen hundert Euro zu sequenzieren. Das hat vor 25 Jahren noch drei Milliarden Euro gekostet und mehrere Jahre gedauert. Kaum eine Entwicklung moderner Technologien in den Lebenswissenschaften kommt in der Gegenwart ohne Mikrofluidik-Know-how aus. Die zu analysierenden Volumina werden immer kleiner, die Anforderungen an Präzision immer höher und so landet man automatisch bei den Phänomenen, die durch Mikrofluidik erforscht wurden.

» Welche Trends sehen Sie und wie viel Luft ist noch nach oben für weitere Entwicklungen?

Zengerle: Eine der dominierenden Technologien in der Diagnostik wird das Sequenzieren von Genomen werden. Testete man früher einzelne Biomarker, wird man künftig gleich das ganze Genom sequenzieren und so einer gesundheitlichen Störung viel tiefer auf den Grund gehen können. Für die Krebstherapie sequenziert man heute schon die einzelnen Zellen eines Tumorgewebes.

Daneben werden patientenspezifische Zelltherapien an Bedeutung gewinnen. So setzt etwa die CAR-T-Zell-Therapie die körpereigene Immunabwehr zur Bekämpfung von Krebs ein. Dazu entnimmt man weiße Blutkörperchen aus dem Blut des Patienten und verändert diese im Labor gentechnologisch so, dass sie Krebszellen erkennen und gezielt vernichten können. Für die Entwicklung von Bioreaktoren zur Herstellung dieser patientenspezifischen Zellen sehe ich eine große Zukunftschance.

„Die Point-of-Care-Technologien und die Laborautomation können voneinander profitieren, indem wir etwa klassische Laborroboter mit mikrofluidischen Chips kombinieren.“

Prof. Dr. Roland Zengerle

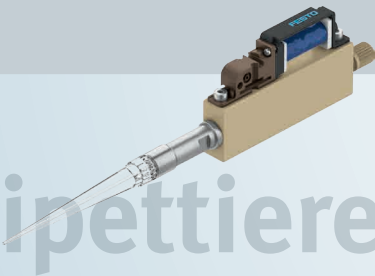
» Wagen Sie einen Blick in die Zukunft.

Zengerle: Dann möchte ich unser Anfangsthema wieder aufgreifen: Wir sind in den vergangenen 60 Jahren dem Tricorder sehr viel näher gekommen als dem Beamen aus derselben Science-Fiction-Serie. In weiteren 60 Jahren werden wir den Tricorder vielleicht auch komplett entwickelt haben, wobei dieser meiner Ansicht nach nicht berührungslos funktionieren wird wie bei Star Trek. Ein bisschen Körperflüssigkeit wird man sicher brauchen. Und die Mikrofluidik braucht man dazu ganz sicher!

Das Handling kleinster Flüssigkeitsmengen bis hinein in den Mikroliterbereich erfordert wegen der wechselnden Fluideigenschaften unterschiedlicher Medien hohe Präzision, Flexibilität und Prozesssicherheit.

Druckgesteuerte Liquid-Handling-Systeme ermöglichen präzises, skalierbares Liquid Handling. Festo hat hierfür die passenden Lösungen – ob fürs Pipettieren, Dispensieren oder Aspirieren. Von der Handhabung und Positionierung der Probengefäße bis hin zum präzisen Dosieren von Flüssigkeiten in Mikrotiterplatten bietet Festo eine große Auswahl an Komponenten in unterschiedlichen Baugrößen.

> www.festo.com/lifetech



Präziser und leistungsstarker Pipettierkopf DHOE

Mit dem offenen Pipettiersystem zum einfachen Transport von Flüssigkeiten können Sie die wichtigsten Pipettierfunktionen bedarfsorientiert konfigurieren und flexibel erweitern – das System ist kompatibel auch mit den größten Pipettenspitzen. Dank der hohen chemischen Beständigkeit deckt es ein weites Spektrum an Flüssigkeiten mit unterschiedlichen Viskositäten ab. Selbst kleinste Volumina von bis zu 5 µl lassen sich mit höchster Präzision pipettieren.

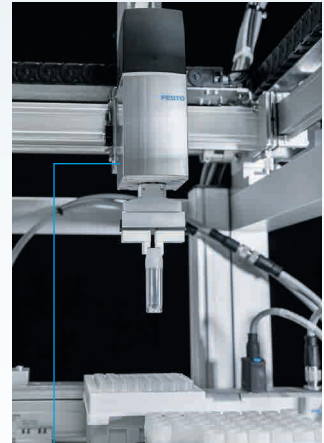
> www.festo.com/liquidhandling

Pipettieren

Greifen und Decappen von Probengefäßen mit dem Drehgreifmodul EHMD

Das Öffnen und Schließen von Probengefäßen ist einer der Kernprozesse in der Probenvorbereitung. Kombinierte Drehgreifmodule übernehmen gleich zwei Prozessschritte auf einmal: Greifen und Decappen bzw. Re-Cappen. Das Besondere dabei: Das kompakte Drehgreifmodul EHMD eignet sich für verschiedenste Fläschchengrößen und -höhen mit unterschiedlichen Deckeltypen. Es ist universell einsetzbar und öffnet den Schraubverschluss des Behälters unabhängig von dessen Gewindesteigung.

> www.festo.com/catalogue/ehmd

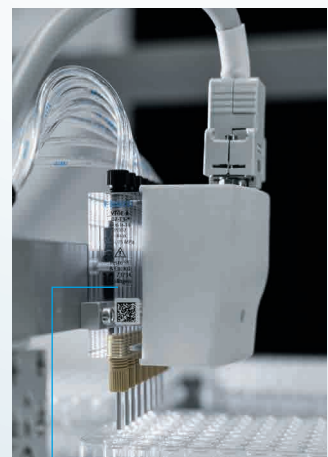


Ob In-vitro-Diagnose, Zell- oder Genomforschung, Qualitätsprüfungen in der Biotech- und Pharmaindustrie, das **Drehgreifmodul EHMD** führt alle Aufgaben zuverlässig aus.

Kleinste Volumina kontaktfrei dosieren mit dem Dosierkopf VTOE

Der hochpräzise Dosierkopf VTOE ist eine modulare Komplettlösung aus Kanalplatte, Dosierventilen und Düsen. Mediengetrennte Ventile verhindern Querkontamination und sorgen für beste Spülbarkeit. Er ermöglicht kontaktfreies Dosieren sowie ein minimales Dosiervolumen von 1 µl und eignet sich auch für empfindliche und aggressive Flüssigkeiten.

> www.festo.com/catalogue/vtoe



Dosieren verschiedener Flüssigkeiten und Füllmengen: der **Dosierkopf VTOE** bietet eine große Bandbreite an Einsatzmöglichkeiten.

Dosieren

Innovation und Forschung

Forschung und Entwicklung für Life Sciences Anwendungen

Die Ziele in den verschiedenen Bereichen der Life Sciences sind unterschiedlich, aber Innovation ist für die Unternehmen in der gesamten Branche von entscheidender Bedeutung. So werden zum Beispiel Automatisierung und Digitalisierung, der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI), Robotik und Mikrofluidik sowie die personalisierte Medizin das Labor der Zukunft ebenso prägen wie innovative Materialtechnologien, z. B. Nanomaterialien, Smart Materials oder Supraleiter.

Berührungsloses Arbeiten mit Supraleiter-Technologie

Supraleiter ermöglichen das berührungslose Bewegen und Handling von Objekten und Fluiden. Damit eignen sie sich ideal für steriles und sicheres Arbeiten in Laboratorien und der Biotechnologie. Mit SupraMotion-Schwebemodulen und Produkten aus unserem Automatisierungsportfolio für Laboranwendungen lassen sich höchste Ansprüche an Reinigung und Sauberkeit einhalten.

Die magnetischen Kräfte zwischen dem Supraleiter und dem Träger, auf dem die Behälter transportiert werden, ermöglichen Schwebehöhen von zehn Millimetern und mehr. Dadurch bleibt viel Platz für Trennwände, die sterile Arbeitsumgebungen umschließen. Die Bewegung des Trägers ist durch die Wände hindurch möglich, ebenso die Gewichtskontrolle mit einer handelsüblichen Laborwaage. So bleibt der größte Teil der Technik außerhalb des Reinraums.



> www.festo.com/supra

Was sind Supraleiter?

Supraleiter können unterhalb einer bestimmten Temperatur das Feld eines Permanentmagneten in einem definierten Abstand einfrieren – so dass entweder der Magnet oder sie selbst zu schweben beginnen.

Supraleiter-basierte magnetische Levitation

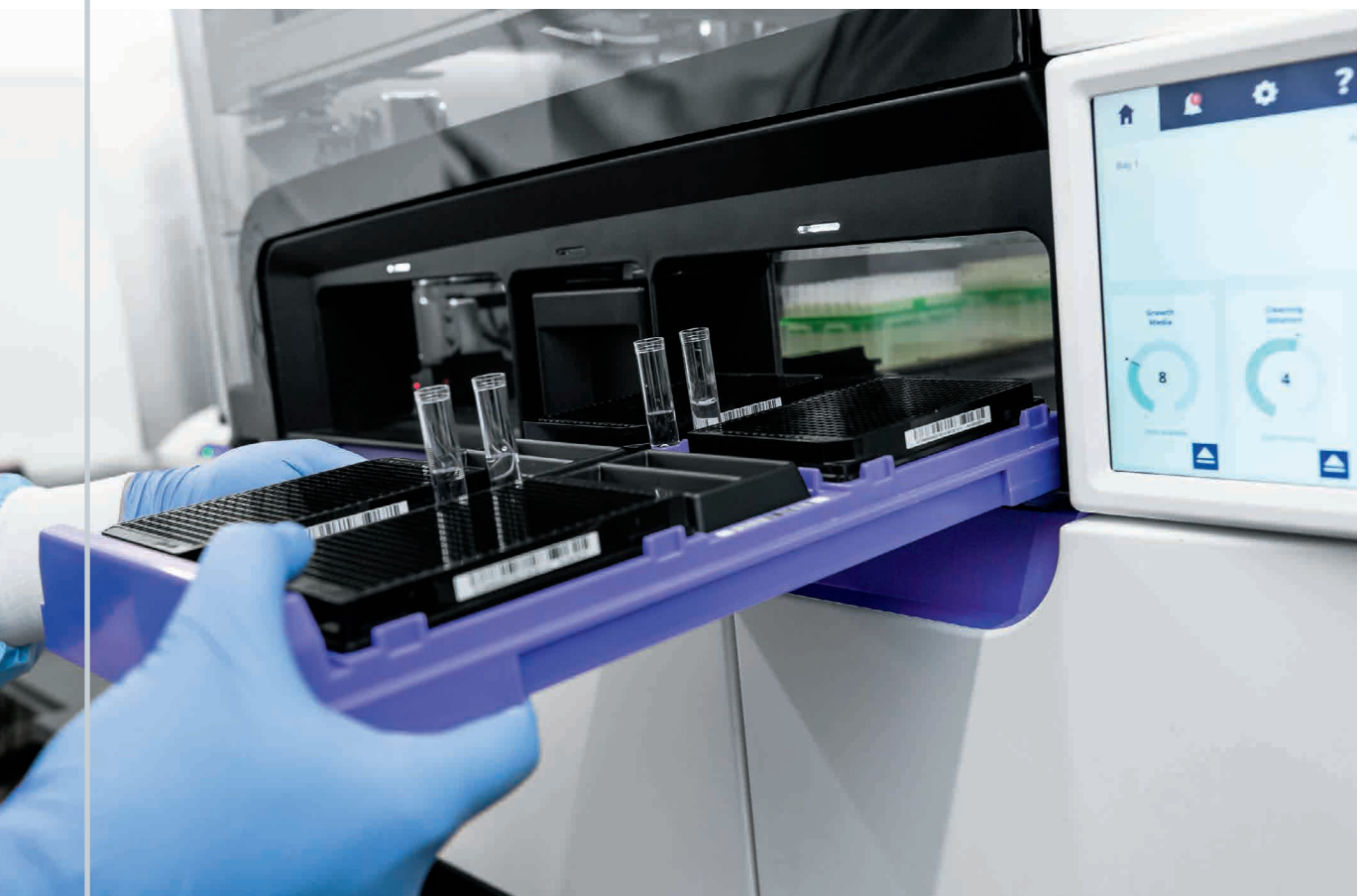
- ermöglicht große Schwebespalte von zehn Millimetern und mehr
- zeichnet sich durch einen geringen Energiebedarf aus, der unabhängig von der Schwebhöhe und Traglast ist
- bleibt bis zu zwei Stunden bei Stromausfall bestehen
- führt zu keinem Aufheizen von Oberflächen und Schwebemodulen



Aus der Praxis

Eine der größten Errungenschaften der modernen Medizin entdeckte der britische Arzt und Bakteriologe Alexander Fleming im Jahr 1928: das Penicillin. Die Entwicklung des Herstellungsverfahrens im Jahr 1943 stellte die Weichen für eine weltweite Bekämpfung von Krankheiten. Doch das war erst ein Teilerfolg. Seither herrscht ein Wettlauf zwischen Mikroben mit antimikrobieller Resistenz und der Forschung an neuen Wirkstoffen.

Zur Lösung des Problems trägt die personalisierte Antibiotikatherapie bei. Sie ermittelt noch vor der Verabreichung von Medikamenten, welches Antibiotikum in welcher Dosierung für einen Patienten das beste Therapieergebnis verspricht. Das US-Unternehmen Selux Diagnostics hat dazu ein automatisiertes Verfahren entwickelt, unterstützt durch das Technology Engineering Center (TEC) von Festo in Boston.



Selux NGP ermittelt, auf welche Antibiotika der Erreger reagiert und gegen welche er resistent ist. Nach der Beimpfung der Mikrotiterplatten legen die Labormitarbeiter die Probenträger in das Analysegerät und das System übernimmt den Rest.

Der Selux Analyzer ist das Herzstück des Selux NGP-Systems und liefert in durchschnittlich 5,5 Stunden schnelle phänotypische AST-Ergebnisse.



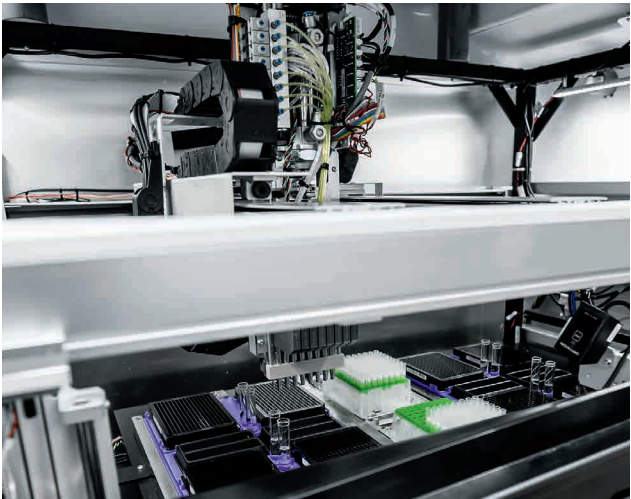
Personalisiert therapieren

„Eine Lösung für die wachsende Herausforderung der Antibiotikaresistenz ist die personalisierte Antibiotikatherapie“, sagt Aleksandar Vacic, Präsident und Mitbegründer von Selux Diagnostics. „Heute erhalten Patienten zu Beginn einer Infektion meist ein Breitbandantibiotikum. Eine gezielte Therapie erfolgt erst, nachdem die Ergebnisse eines Antimikrobiellen Empfindlichkeitstests (Antimicrobial Susceptibility Testing, kurz AST) vorliegen. Dies dauert ein bis vier Tage. Mit unserer neuen Selux-Plattform verkürzen wir diese Zeitspanne auf wenige Stunden.“ Die innovative Präzisionsdiagnostik liefert Ärzten zeitnah wertvolle Informationen zur Auswahl des passenden Antibiotikums für einen Patienten.

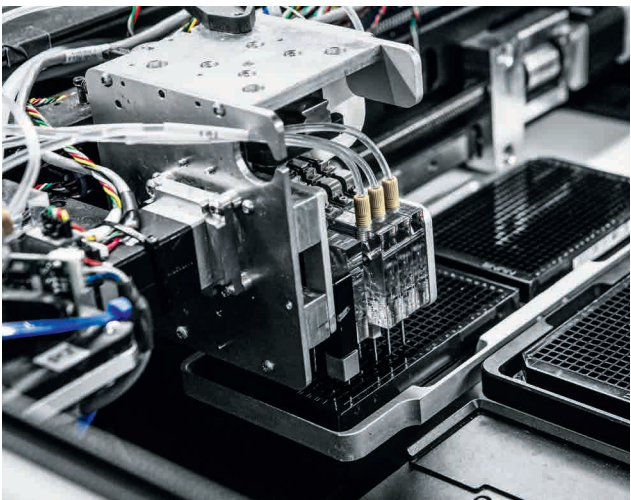
TEC unterstützt Innovation

Wiederholgenauigkeit und Geschwindigkeit sind entscheidende Faktoren bei automatisierten und individualisierten ASTs. Dieser Aufgabe hat sich das Festo TEC, Boston, Massachusetts, angenommen. Das Expertenteam vor Ort unterstützte die Entwicklung eines präzisen Pipettiersystems für Flüssigkeiten. „Das Festo Technology Engineering Center spielte eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung der Selux-Plattform“, erklärt Christopher Duchesneau, Industry Segment Sales Specialist, Life Science bei Festo.

„Die Festo Experten waren dort maßgeblich an der Durchführung von Selux-spezifischen Tests und der Validierung von Festo Life-Science-Produkten beteiligt. Dafür wurden kundenspezifische Produkte entwickelt und Standardprodukte von Festo modifiziert.“ Zum Einsatz kommen in der innovativen Medizintechnik-Lösung von Selux die neuesten Dosierköpfe VTOE und VTOI sowie das Ventil-Ansteuermodul VAEM. Für das schnelle und sichere Handling von Mikroplatten sorgt das kompakte Flächenportal EXCM-30 zusammen mit dem Drehgreifmodul EHMD, das sich ideal zum Greifen, Drehen und Ausrichten kleiner Objekte wie Blutproben in der Laborautomation eignet.



Hohe Funktionalität auf kleinstem Einbauraum: Das Flächenportal EXCM-30 ist ideal für den Einsatz in Laborprozessen wie hier in der Dosieranwendung.



Schnelle und präzise Dosierung dank druckgesteuertem Dosiersystem von Festo.

86 Tests in wenigen Stunden

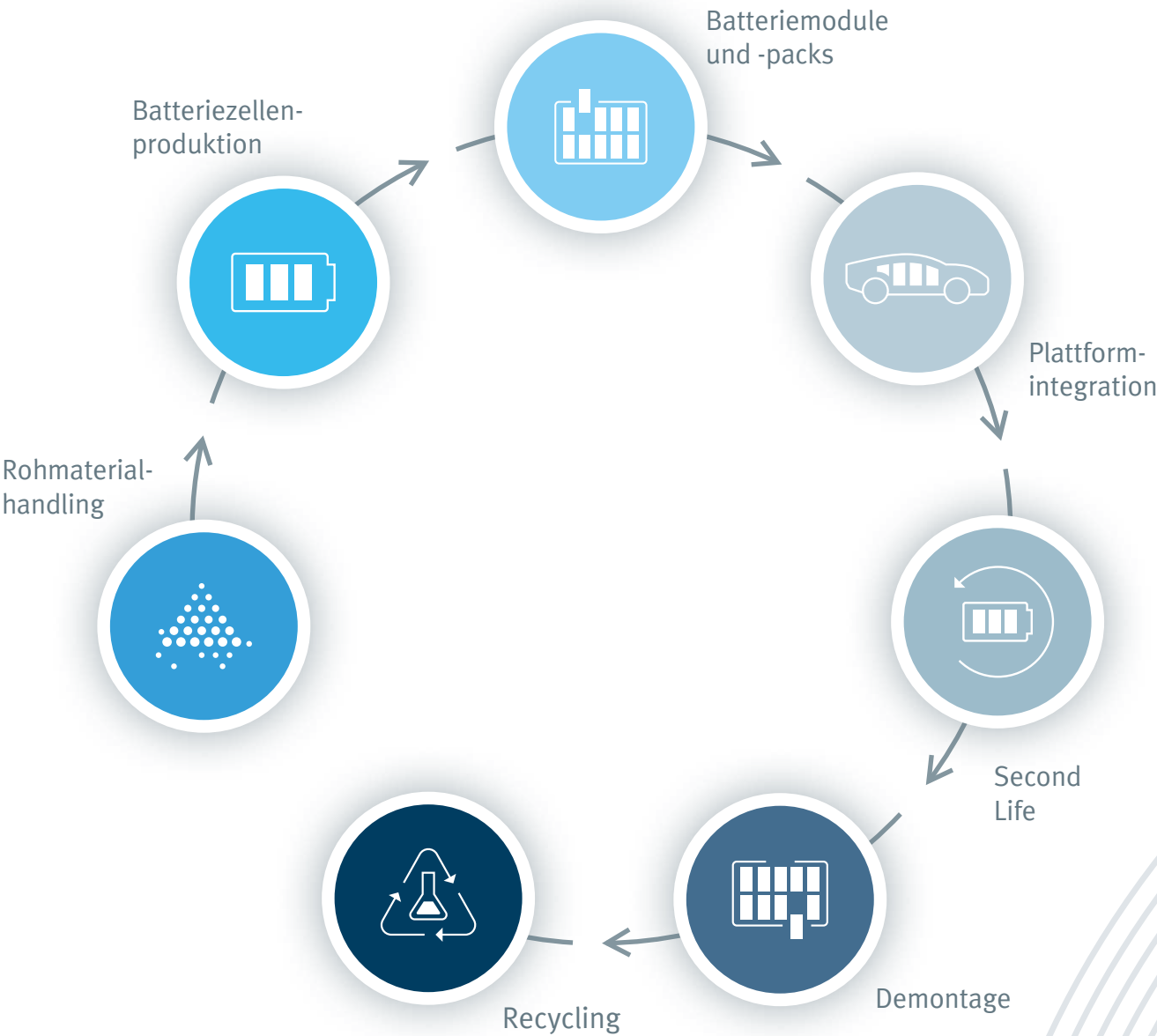
Mit einer Kapazität von 86 Platten ist die Selux-Plattform in der Lage, 86 Patientenproben gleichzeitig zu testen. Um die Flexibilität der Prozesse zu erhöhen, wird auf die Proben nach dem Zufallsprinzip zugegriffen. Das ausbaufähige System kann neu auf den Markt kommende Antibiotika in den Analyseprozess aufnehmen und lässt sich so an pharmazeutische Veränderungen anpassen. Der hohe Automatisierungsgrad entlastet Labormitarbeiter, die Probenträger einfach in das Analysegerät einzulegen brauchen. Alle weiteren Schritte übernimmt die Selux-Plattform.



4 Elektromobilität

Die Erhöhung der Batteriekapazität spielt in den kommenden Jahren eine entscheidende Rolle. Im Fokus stehen saubere Energietechnologien, insbesondere Batterien, die als wesentliche Energiequelle für eine nachhaltige Energiezukunft gelten. Besonders wichtig dabei: Die Transformation hin zu einer Batteriekreislaufwirtschaft, die den Materialkreislauf von der Herstellung bis zum Recycling effizient schließt.

Automatisierungstechnik ist für die Elektromobilität von großer Bedeutung. Automatisierte Prozesse in der Batterieproduktion steigern die Effizienz, verbessern die Qualität und Skalierbarkeit und tragen dazu bei, die Herstellungskosten zu senken.



Festo bietet seinen Kunden ein Produktportfolio, das die sieben Phasen für eine nachhaltige Produktion und das Recycling in der **Batteriekreislaufwirtschaft** vollständig abdeckt.

Elektromobilität

Partner in der Batterieherstellung

Laut einer Studie von Porsche Consulting und VDMA werden in den kommenden 10 Jahren weltweit über 200 Batteriefabriken gebaut, hauptsächlich in Europa. Der Markt für Energiespeicher wird von 20 Milliarden Euro auf 550 Milliarden Euro jährlich bis 2030 wachsen.

In Kreisläufen denken

Automatisierung ist der Schlüssel für sichere und effiziente Produktionsprozesse und die Erreichung der notwendigen hohen Stückzahlen.

Automatisierung ermöglicht nicht nur eine wirtschaftliche Produktion von Batteriezellen, sondern auch eine präzise Überwachung und Steuerung der Recyclingprozesse. Durch den Einsatz von automatisierten Systemen können wertvolle Materialien effizient aus den Batterien zurückgewonnen und wiederverwendet werden. Dies garantiert eine nachhaltigere und umweltfreundliche Wertschöpfungskette.

> www.festo.com/battery

> www.festo.com/electromobility

Batteriezellenproduktion

Die Batteriezellenproduktion spielt eine entscheidende Rolle in der Entwicklung moderner Energiespeicherlösungen, insbesondere für Elektrofahrzeuge. Angesichts der steigenden Nachfrage nach effizienten und umweltfreundlichen Batterien bietet dieser Markt enormes Potenzial.

> Prozessoptimierung

Ein optimierter Produktionsprozess ist entscheidend, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Dies umfasst die sorgfältige Planung und Überwachung aller Fertigungsschritte, von der Rohmaterialvorbereitung über die Zellassemblierung bis hin zum End-of-Line Testing. Durch kontinuierliche Prozessverbesserungen sinken die Produktionskosten, während die Qualität der Batteriezellen hoch bleibt.

> Vorschriften und Normen

Die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und Normen bildet einen wesentlichen Bestandteil der Batteriezellenfertigung. Das umfasst Sicherheits- und Umweltstandards sowie spezifische Anforderungen für Lithium-Ionen-Zellen. Durch die Einhaltung dieser Vorschriften minimieren Unternehmen rechtliche Risiken und gewinnen das Vertrauen der Kunden und Partner.

> Qualitätskontrolle

Die Qualitätskontrolle ist unerlässlich, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Produkte zu gewährleisten. Automatisierte Prüfsysteme sorgen für die Genauigkeit und Konsistenz der Tests. Eine gründliche Qualitätskontrolle trägt nicht nur zur Produktsicherheit bei, sondern hilft auch, wirtschaftlich zu arbeiten, indem Ausschuss und Nacharbeit reduziert werden.



„Die Auswahl der richtigen Automatisierungslösungen ist der erste Schritt zu einer erfolgreichen Batteriezellenfertigung.“

Jochen Luik, Product Management Electromechanics, Festo

Produkte für die Batteriezellenfertigung

Das speziell entwickelte buntmetallfreie Produktportfolio von Festo ermöglicht es, die Ausschussrate von fehlerhaften Batterien signifikant zu senken und die Qualität und Geschwindigkeit zu steigern. Es gewährleistet die Einhaltung von Umweltauflagen und vermeidet potenzielle Schadstoffe.

Festo legt großen Wert auf Qualität und Umweltschutz. Daher ist das Unternehmen ISO 9001 für Qualität und ISO 14001 für Umwelt zertifiziert. Darüber hinaus sind die Produkte von Festo auch für den Einsatz in Reinraum- und Trockenraumumgebungen geeignet. Diese geprüften Produkte gewährleisten eine zuverlässige und präzise Leistung, selbst unter anspruchsvollen Bedingungen.

Absaugen von Formiergasen

Beim initialen Laden von Batteriezellen entstehen sogenannte Formiergase, die kontrolliert abgesaugt werden müssen. Eine präzise Vakuumregelung ist dabei entscheidend für die Sicherheit des Prozesses. Mit dem Medienventil VZQA, dem Piezoventil VEAB und den Drucksensor SPAW bietet Festo eine wirtschaftliche und sichere Lösung.



Medienventil und Drucksensor:
maximale Beständigkeit gegen
Formiergase durch Einsatz
spezieller Werkstoffe.



Drucksensor SPAW

- Hochrobust
- Für flüssige und gasförmige Medien
- Optimale Lesbarkeit:
Displaygehäuse um 320° drehbar,
Display im Winkel von 45°

Durchflussregler VEAD

- Modularer Aufbau
- Schneller und einfacher Austausch der Membrane
- Für kritische abrasive und viskose Medien
- Durchflussrichtung frei wählbar



Proportional-Druckregelventil VEAB

Das Piezoventil ermöglicht eine hochdynamische und präzise Ansteuerung des VZQA.

- Bis 6 bar
- Hochpräzise und langlebig
- Schnelles Regelverhalten
- Geräuschloser Betrieb
- Geringer Energieverbrauch



Weiterbildungskonzepte für die Batterieproduktion

Die technologische Entwicklung hin zur Elektromobilität schafft immer mehr Arbeitsplätze – in neuen Gigafabriken, bei Zulieferern und Integratoren auf der ganzen Welt. Der Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften in der Batteriefertigung steigt.

Festo Didactic bietet unterschiedlichste Lernformate an – vom Live-Online-Einführungsseminar in die Batteriekreislaufwirtschaft bis hin zum Onboarding-Training Batterieproduktion.

> www.festo.com/didactic

Elektromobilität

Automatisierung im Batteriekreislauf

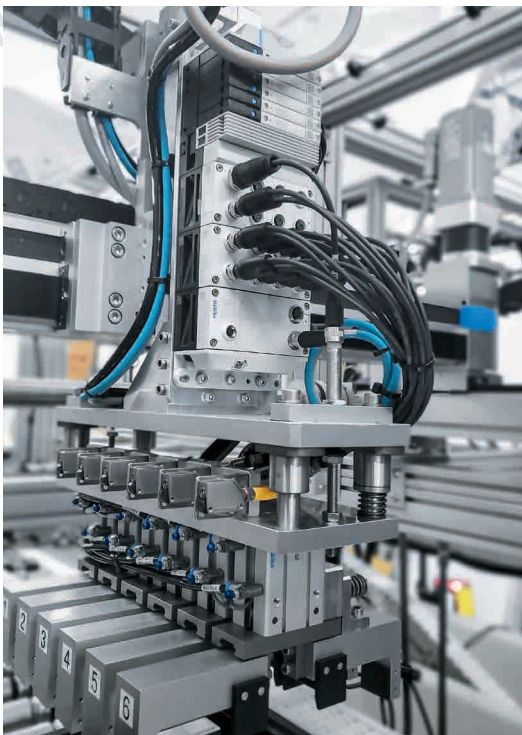
Aus der Praxis

Inspektion von Batteriezellen

Elektrofahrzeuge benötigen für den zuverlässigen Betrieb Batterien in hoher Qualität. Ein neues automatisches Handlingsystem von Harris Hill Automation ermöglicht jetzt die sichere, gründliche und schnelle Inspektion einzelner geladener Batteriezellen. Die nahtlose Integration von Festo Servoantrieben, Motoren und Aktuatoren hat zur Steigerung des Produktdurchsatzes um das Zwanzigfache beigetragen. Für eine schnelle Konstruktion und Inbetriebnahme der innovativen Anlage sorgte das Engineering Tool HGO. Die neueste Ventilinsel-Generation VTUX erhöht nachhaltig die Flexibilität.

OEM beschreitet erfolgreich Neuland

Mit seiner innovativen Lösung hat sich Harris Hill Automation für einen OEM-Kunden erfolgreich auf Neuland vorgewagt. Dieser besaß bislang noch kein automatisiertes Verfahren zum Batteriezellenhandling im Inspektionsprozess. Beim Ein- und Ausschleusen werden einzelne Zellen nun lückenlos verfolgt und dokumentiert.



Flexible Lösung: Die Ventilinsel VTUX passt zu fast jedem Maschinenkonzept, ob zentral oder dezentral. Die Module lassen sich beliebig anordnen, sind kompakt und leicht. Sie sparen Zeit sowie Platz und Gewicht in der Maschine.

> www.harrishillautomation.com

Dazu entnimmt das neue Handlingsystem mittels Pick-and-Place-Lösung per Förderband ankommende Batteriezellen aus einem Tray und übergibt sie an das Inspektionssystem. Zum Einsatz kommt dabei ein End-of-Arm-Tool mit sechs pneumatischen Greifern von Festo. Anschließend erfolgt die Prüfung der einzelnen Batteriezellen. Die Ergebnisse der Qualitätsprüfung fließen zur lückenlosen Rückverfolgbarkeit digital in das Manufacturing Execution System (MES) des Werks. Im Anschluss an den Inspektionsprozess befördert das Handlingsystem die Zellen zur Ausgabestelle, an der die Wiederablage in Trays für den Weitertransport erfolgt.

Einfache Dimensionierung und Inbetriebnahme

Entscheidend für die erfolgreiche Entwicklung der neuen Maschine war ein Höchstmaß an Präzision im Handling der geladenen Batteriezellen. Die maßgeschneiderte Spezifikation der Portale gelang Harris Hill Automation mit dem Handling Guide Online (HGO) von Festo. Das Engineering Tool unterstützte die US-Automatisierungs-Experten bei der Dimensionierung und Auswahl der Komponenten und stellte zum Abschluss des Konstruktionsprozesses 2D-CAD-Dateien, eine Stückliste, das Lieferdatum sowie den Preis für das gesamte System bereit. Schnell und effizient in Betrieb genommen wurde das Handlingsystem mit dem kostenlosen PC-basierten Software Tool Festo Automation Suite und der vom Festo Handling Guide Online gelieferten digitalen Inbetriebnahmedatei.

Festo VTUX arbeitet direkt am Frontend

Die Flexibilität in der Maschinenkonzeption wurde durch die modulare Ventilinsel VTUX von Festo erhöht. Im Jahr 2024 eingeführt, war Harris Hill Automation eines der ersten Unternehmen in Nordamerika, das diese einsetzte. Mit Erfolg: Direkt am End-of-Arm-Tool montiert, verkürzt das VTUX-Terminal die Länge der Druckluftleitungen und optimiert die Bewegungen des Handlings durch eine leichte Bauweise sowie das geringe Gewicht. Vorteile für zentrale und dezentrale Maschinenkonzepte bietet das VTUX-Terminal durch integrierte elektrische und pneumatische Ventile. Für eine leichte und effiziente Einbindung in unterschiedliche Kommunikationsumgebungen sorgt die umfassende Konnektivität, die von Multipol- oder I/O-Link-Anschaltung bis hin zur Feldbusanbindung reicht.

> www.festo.com/engineeringtools

> www.festo.com/vtux

Demontage von Batteriepacks

Moderne Batterien sind nicht nur Leistungsträger der Elektromobilität, sie dienen auch als Rohstoffquellen zur Herstellung neuer Energiespeicher. Am Ende ihres ersten Lebens können sie für die Second-Life-Wiederverwendung demontiert und weiterverarbeitet werden. Das italienische Unternehmen Comau hat, unterstützt durch Festo Technologie, dafür jetzt das Flexible Battery Dismantling (Flex-BD) entwickelt. Die robotergestützte Batteriedemontagezelle erleichtert das flexible Handling verschiedener Batterietypen mit niedrigem Ladezustand und erhöht die Sicherheit für Bediener und Ausrüstung im Recyclingprozess.

Hohe Flexibilität im Handling

Die Flex-BD von Comau automatisiert den gesamten Prozess der Demontage der verbrauchten Batterien von Elektroautos flexibel, wiederholbar und standardisiert. Bei der Funktionsweise der Roboterzelle wurde auf möglichst einfache Abläufe geachtet. Flex-BD führt Batteriepacks einen nach dem anderen in den Demontage-raum ein, in dem ein hochbelastbarer Industrieroboter Handling und Bearbeitungsprozess an die jeweiligen Anforderungen der unterschiedlichen Batteriearten anpasst. In einer typischen Recyclinganwendung schraubt der Roboter beispielsweise die Batterieabdeckung ab, wechselt die Greifer, um die Abdeckung zu entfernen, befestigt einen passenden Schraubendreher zum Lösen der Module und transportiert anschließend die Teile per Greifer zum Lagerbereich. Von dort aus können die separierten Bauteile der Wiederaufarbeitung zugeführt werden.

Einfachere Umrüstung

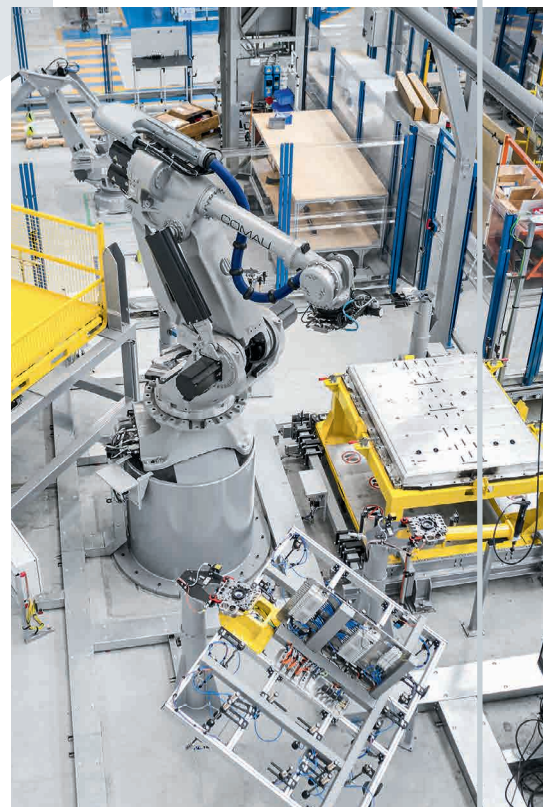
Ein entscheidender Vorteil von Flex-BD ist die hohe Flexibilität hinsichtlich der Bearbeitung verschiedener Typen von Batteriepacks unterschiedlicher Hersteller. Zudem reduzieren einfache und doch innovative Lösungen die Implementierungs- und Einrichtungskosten sowie die Zykluszeiten. Entscheidend zur hohen Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit tragen die Festo Komponenten bei. Deren Bandbreite reicht von elektromechanischen Komponenten bis zu Druckaufbau- und Entlüftungsventilen vom Typ MS6-SV, die kritische Teile im Falle eines Not-Halts energielos schalten. Festo Lösungen erleichtern außerdem das Umrüsten der Anlage und unterstützen dabei, die Positionierung der Batteriepakete automatisch zu kompensieren. Für ein hohes Maß an Flexibilität und Selbstlernfähigkeit sorgt das Festo Remote-I/O-System CPX-AP-I.

Präzise Positionierung variabler Module

Zu den eingesetzten Technologien und Lösungen von Festo zählen ebenfalls die kompakte und leichte Ventilinsel VTUG mit schnellen Schaltzeiten, geringem Stromverbrauch und hohen Durchflussraten – ideal für den Einsatz in Roboteranwendungen. Integriert wurden zudem die Zahnriemenachse ELGG und die Spindelachse EGC, die eine präzise Positionierung und die Verarbeitung von Modulen unterschiedlicher Größe gewährleisten. Festo Elektromotoren ermöglichen die Neukonfiguration der Modulgreifer, um bei der Batteriedemontage auch Objekte handhaben zu können, die aufgrund mechanischer und thermischer Verformungen unterschiedliche Abmessungen aufweisen.

> www.festo.com/cpx-ap-i

> www.festo.com/ms6-sv



Die Roboterzelle Flex-BD von Comau demontiert Batteriepacks schnell, sicher und flexibel. Ausgestattet mit Festo Lösungen, sorgt sie für optimiertes Handling der Batteriepacks und erhöht die Effizienz des gesamten Prozesses. (Foto: Comau)

> www.comau.com



5 Semicon

160 Chips befinden sich in einem modernen Smartphone

3.500 Chips enthält ein Hybridauto derzeit ungefähr. In einem Oberklassewagen sind es bis zu 5.000 Chips.

50.000.000.000

Moderne Mikroprozessoren können Milliarden von Transistoren auf einem einzigen Chip enthalten. Der Rekord liegt bei über 50 Milliarden Transistoren auf einem einzigen Chip.

Nanometer

1 nm = 1/1.000.000.000 m

Ein Nanometer entspricht der Größe von etwa zehn Wassermolekülen, die hintereinander angeordnet sind.

Angström

Eine im Bereich der Atome und Moleküle sowie in der Spektroskopie verbreitete Längeneinheit in der Größenordnung eines Atomdurchmessers.

Ein Angström entspricht einem Zehnmilliardstel Meter oder 0,1 Nanometer.

Für Unternehmen der Halbleiterbranche sind zielführende Innovationen und schnelle Entwicklungen von entscheidender Bedeutung. Anlagen, auf denen moderne Halbleiter gefertigt werden, haben höchste Anforderungen an Zuverlässigkeit und Wiederholgenauigkeit der Prozesse. Nur so können Strukturen, die nur wenige Nanometer groß sind, mit gleichbleibender Genauigkeit hergestellt werden

Festo bietet hierfür innovative und energieeffiziente Lösungen sowie ein breites Produktportfolio, darunter die präzise Dosierung des Stickstoffs und den Einsatz neuer Technologien, wie beispielsweise der Piezotechnologie.

Vom Silicon Saxony ...

Interview// Chips sind die treibenden Kräfte des Fortschritts in allen Lebensbereichen. Meist unsichtbar im Verborgenen verrichten sie enorme Rechenleistungen. Das Internet der Dinge und Künstliche Intelligenz verleihen dem Halbleitermarkt einen enormen Wachstumsschub. Einblicke in die Welt der Halbleiter und Ausblicke auf bahnbrechende Entwicklungen geben **Frank Bösenberg**, Geschäftsführer Silicon Saxony e.V., und **Ajit Manocha**, Präsident und CEO von Semiconductor Equipment and Materials International. Der Automatisierung kommt dabei eine entscheidende Rolle zu.

» Herr Bösenberg, Halbleiter sind globale Leistungsträger in allen Lebensbereichen, welche Bedeutung hat die Chip-Industrie für die Wirtschaft weltweit?

Frank Bösenberg: Die Chip-Industrie ist eine strategische Industrie für viele weitere Wirtschaftssektoren und deren Wertschöpfung. Man spricht von einem Verhältnis von eins zu fünfzig hinsichtlich der Wirkung von Chips auf andere Industrien und Wirtschaftsbereiche. Aus einem Euro in der Chip-Herstellung werden bis zu 50 Euro an weiterer Wertschöpfung generiert.

» Der Halbleitermarkt ist sehr speziell, was macht diesen so besonders und welches Wachstum ist für die Zukunft zu erwarten?

Bösenberg: Das Besondere ist, dass Chip nicht gleich Chip ist. Betrachtet man Chips für Smartphones, Tablets und Co., so unterliegt deren Innovationsentwicklung sehr kurzen Zyklen. Auf der anderen Seite müssen Chips für die Automobilindustrie auf eine Lebensdauer von Jahren und Jahrzehnten ausgelegt sein. Über alle Segmente hinweg rechnet man aktuell mit sechs bis acht Prozent jährlichem Wachstum des globalen Chip-Markts. Bis zum Ende des Jahrzehnts geht man von einer Verdopplung des globalen Marktvolumens von bis zu einer Billion Dollar aus.

» Vor einigen Jahren gab es massive Probleme mit den Lieferketten in der Halbleiterindustrie. Was waren die Ursachen und sind wir heute davor gefeit?

Bösenberg: Alle Chipwerke weltweit laufen 24/7. Kapazitätsschwankungen sind nur sehr schwer auszugleichen. Der gesamte Produktionszeitraum für die Bearbeitung von Chip-Frontend und -Backend dauert rund sechs Monate. Hinzu kommt die Vielzahl der Materialien, die für die Chipproduktion benötigt werden. Wir haben eine hoch diversifizierte globalisierte Wertschöpfungskette, die hochgradig miteinander verzahnt ist. Gibt es aus geopolitischen oder geophysischen Gründen in einem Bereich der Halbleiterwertschöpfungskette eine Störung, betrifft das das gesamte Netzwerk. Das gilt auch heute noch.



Frank Bösenberg ist Geschäftsführer von Silicon Saxony e.V., dem größten Mikroelektronik-Cluster in Europa.
www.silicon-saxony.de

„Die Chipherstellung ist extrem hoch automatisiert und benötigt eine innovationsfähige Automatisierung.“

Frank Bösenberg



» Welche Bedeutung hat die Chip-Industrie für die gesamte Industrie und Wertschöpfung weltweit?

Bösenberg: Die Chipherstellung ist extrem hoch automatisiert und benötigt eine innovationsfähige Automatisierung. Umgekehrt braucht die Automatisierung stets neue und leistungsfähigere Halbleiterprodukte. Der sehr hohe Automatisierungsgrad der deutschen Chip-Werke ist mit ein Grund dafür, dass sich diese am Weltmarkt behaupten können.

» Welche Rolle spielt die Automatisierung für die Chipherstellung?

Bösenberg: Anspruchsvoll ist die Ausrichtung auf Neuentwicklungen einerseits und die Modernisierung andererseits. Die immer kleiner werdenden Chips sind mit immer größer werdenden Investitionskosten für die Chip-Werke verbunden. Die Skalierung, die auf allen Ebenen stattfindet, und die dafür nötigen Summen sind schwindelerregend. Neue Werke erfordern oft Invests im Bereich hoher zweistelliger Euro-Milliarden-Beträge. Manche Maschinen für die Chipbearbeitung kosten mehrere hundert Millionen Euro. Dank technologischer Weiterentwicklungen in der Automatisierung können aber auch bestehende Werke über viele Jahre hinweg modernisiert und weiterbetrieben werden.

» Nachhaltigkeit ist eines der Top-Themen.

Wie wichtig ist der CO₂-Footprint in der Semicon-Industrie geworden und wie tragen Halbleiter zur Energiewende bei?

Bösenberg: Die Chip-Industrie ist ein Träger der Energiewende und gleichzeitig ist Nachhaltigkeit in der Chipherstellung eine Herausforderung. Schon aus Kosteneffizienzgründen hat die Chip-Wirtschaft ein intrinsisches Interesse, so effizient wie möglich zu handeln. Digitalisierung und Dekarbonisierung werden durch Halbleiter in vielen Bereichen erst in großem Maßstab möglich. Dem aktuellen CO₂-Footprint der Halbleiterindustrie steht ein großes Plus an Nachhaltigkeit in all den Sektoren gegenüber, in denen Chips zur Emissionssenkung beitragen.

... bis ins Silicon Valley



» Herr Manocha, Künstliche Intelligenz ist eines der bestimmenden Themen der Gegenwart. Wie wird KI die Welt der Halbleiter verändern?

Ajit Manocha: KI wird eine große Ära des Wachstums anstoßen. Derzeit profitieren wir nach wie vor von der Ära des Internet der Dinge – IoT. Das IoT hat aufgrund seiner Konnektivität zu einem großen Halbleiterwachstum geführt. Dies wird sich fortsetzen und mit KI noch beschleunigen. Die künstliche Intelligenz ist bereits seit 50 bis 60 Jahren bekannt, nun haben die Menschen erkannt, wie man die Vorteile der KI nutzen kann. Ein Grund dafür ist, dass erst jetzt die Hardware dies ermöglicht. Mittels KI werden wir in immer kleinere Chip-Dimensionen vorstoßen, wie die Fünf-Nanometer-Technologien und darunter. KI wird der Treiber des Halbleiterwachstums der Zukunft sein.

» Was sind die Branchen und Anwendungsbereiche, die von KI am meisten gewinnen und damit auch das Halbleiterwachstum weiter befeuern werden?

Manocha: Einer der größten Gewinner wird die Automobilindustrie sein, da deren Bedarf an Halbleitern wächst. Dann vor allem auch die Biowissenschaftsbranchen und hier besonders die medizinische Industrie, da die Konvergenz von Medizin und Halbleitern riesig ist. Beides zusammen – Automobil und Life Sciences – wird eine enorm große Nachfrage nach Halbleitern auslösen. Dies gilt vor allem für den Bereich der fortschrittenen Technologien, die von KI weiter vorangetrieben werden. Noch ist schwer zu sagen, welches Wachstum zukünftig im Bereich der ausgereiften und der fortschrittlichen Halbleiter zu erwarten ist.

» Welche Dimensionen wird der Halbleitermarkt in Zukunft erreichen – Stichwort 1-Billion-Grenze?

Manocha: Klar zu sehen ist, dass auf Seiten der Investitionen in den Wafer-Fabriken rund 50 % in die Entwicklung und Herstellung von KI-fähigen Chips oder Gen-AI-Chips fließen werden. Ich glaube, dass das, was wir bisher auf dem Gebiet der KI gesehen haben, nur die Spitze des Eisbergs ist, es wird noch viel mehr kommen. Mit KI und der darauffolgenden Quantencomputer-Entwicklung werden wir im Halbleitermarkt bis 2040 oder spätestens 2045 die 2-Billionen-Dollar-Grenze an weltweitem Umsatz knacken.

» **Wachsender Marktgröße steht schrumpfende Chipgröße gegenüber, wie weit kann die Miniaturisierung noch gehen? Gibt es Grenzen des Machbaren?**

Manocha: Die Miniaturisierung ist ein ständiger Prozess. Seit den Anfängen der Halbleiterbranche erreichen wir alle 18 Monate einen Punkt, an dem sich die Komplexität der Chips verdoppelt. Nun hat sich diese Entwicklung verlangsamt, da es immer schwieriger wird, Chips mit einer Größe von nur zwei Nanometern herzustellen. Trotzdem werden wir weitere Fortschritte erzielen. Früher oder später stoßen wir jedoch an die physikalischen Grenzen der Atomgröße. Zwei Nanometer entsprechen 20 Angström, das ist immer noch eine relativ große Zahl. Wir werden vielleicht bis 15 Angström und 10 Angström vordringen können, doch dann wird der einstellige Angstrom-Bereich die absolute Grenze sein.

„KI wird der Treiber des Halbleiterwachstums der Zukunft sein.“

Ajit Manocha

» **Wachstum bedeutet in der Regel auch wachsende Komplexität der Lieferketten und diese haben sich in der Vergangenheit als anfällig erwiesen. Kann KI helfen, Halbleiter-Lieferengpässe zu vermeiden?**

Manocha: Im Moment machen wir viele Dinge physisch. Wir sprechen mit den einzelnen Bauteilherstellern, dem Distributor und dem Leiterplattenproduzenten und holen uns von überall her Puzzleteile vom Ganzen. Ich denke, dass KI dazu beitragen wird, auch dieses System zu automatisieren, so dass alles sehr gut organisiert abläuft und die Dinge schneller und besser vonstattengehen. Als die Chip-Knappheit begann, mussten sich viele der Zulieferer und Gerätehersteller wirklich Gedanken machen, woher sie Chips bekommen. Sie wussten nicht, welches Unternehmen den Chip tatsächlich herstellt. All diese Informationen waren entweder unbekannt oder geschützt. Mit Hilfe der KI als Teil des gesamten Prozesses wird vieles einfacher werden, der Markt wird transparenter gestaltet und die gesamte Wertschöpfungskette demokratisiert. Das wird die Lieferketten deutlich stärken und resilienter machen.

» **Brauchen wir eine stärkere Regionalisierung und gleichmäßigere Verteilung der weltweiten Halbleiterindustrie?**

Manocha: Derzeit gibt es eine begrenzte Anzahl von Halbleiterzentren in der Welt. Wir haben während des COVID-19-Prozesses und angesichts von Klima- und geopolitischen Fragen gelernt, dass wir sehr verwundbar sind, wenn wir Halbleiter nur in wenigen Regionen der Welt produzieren. Daher bin ich der Meinung – und ich denke, dass viele meiner Branchenkollegen mir hier zustimmen –, dass wir vor dem Hintergrund der angestrebten Verdoppelung des Wachstums besser fahren, wenn wir mehr Regionen erschließen. Auf diese Weise schaffen wir globale Redundanzen, die uns weniger anfällig für die Risiken machen.



Foto: SEMI



Ajit Manocha ist Präsident und CEO von SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International), dem globalen Branchenverband der Lieferkette für Elektronikfertigung und -entwicklung mit Hauptsitz im kalifornischen Milpitas. Manocha verfügt über mehr als 40 Jahre Erfahrung in der Halbleiterindustrie. www.semi.org

N₂-Purge-Systeme reduzieren Stickstoffverbrauch

Der Maschinen- und Anlagenbau in der Halbleiterindustrie ist hoch komplex. Automatisierungskomponenten müssen hohe Anlagenverfügbarkeit, Präzision und Reproduzierbarkeit gewährleisten. Die fortschreitende Dekarbonisierung der Industrie erfordert eine Minimierung des Ressourceneinsatzes durch die Reduktion der Produktionsenergie.

Eine wichtige Stellschraube für zunehmende Energieeffizienz und sinkende Kosten ist Stickstoff. Mit dem N₂-Purge-System hat Festo eine nachhaltige Lösung entwickelt, die hilft, das Edelgas effizient einzusetzen. Prozesse lassen sich gezielt optimieren und die Qualität der Halbleiter sichern. Gleichzeitig wird der Stromverbrauch reduziert, die Kosten werden gesenkt und CO₂-Einsparungsziele erreicht.

Mehr Informationen zur Automatisierung in der Halbleiterindustrie finden Sie hier:

> www.festo.com/semicon



Die verschiedenen Einflussfaktoren auf die Betriebskosten zu erkennen, ist für Halbleiterhersteller entscheidend. Selbst kleine Einflussfaktoren können eine große Wirkung erzielen. Optimierte Anlagenwartung, verbesserte und energieeffiziente Prozesse, effektives Umweltmanagement und strategisches Materialmanagement in Beschaffung, Lagerung und Produktion können die Betriebskosten erheblich reduzieren und die Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit maximieren. Die ganzheitliche Betrachtung sämtlicher Aspekte der Kostenoptimierung und die Steigerung des Yields in der gesamten Produktion sind der Schlüssel zum Erfolg in der Halbleiterindustrie.

Bis zu 50.000 Kubikmeter Stickstoffverbrauch

Ein Halbleiterwerk verbraucht große Mengen an Wasser, Strom, Flüssigchemie und Prozessgasen. Das am häufigsten verwendete Medium im Herstellungsprozess von Halbleitern ist Stickstoff (N₂). Dieser wird unter anderem zum Spülen von Transportbehältern für Wafer, so genannten FOUPs, eingesetzt. Front Opening Unified Pods (FOUPs) schaffen beim Wafertransport zwischen Arbeitsstationen eine kontrollierte, kontaminationsfreie Umgebung. In großen Chipwerken kann der Stickstoffverbrauch bis zu 50.000 Kubikmeter pro Stunde betragen. Per Luftzerlegungsanlage wird N₂ energieintensiv vor Ort gewonnen und den Prozessen bereitgestellt.

Vorteil Piezotechnologie

Eine sorgfältige Analyse der Bereiche, in denen Stickstoff verwendet wird, kann in kurzer Zeit zu erheblichen Einsparungen führen. Besonders das Dosieren von N₂ zum Spülen der FOUPs bietet große Potenziale, ersetzt man die bisherigen Standard-Ventilsysteme durch N₂-Purge-Systeme von Festo mit geschlossenem Regelkreis und Piezo-Technologie. Im Vergleich zu konventionellen Ventilen dosieren piezoelektrische Spülventile hochpräzise und verbrauchen gleichzeitig extrem wenig Strom. Mit N₂-Purge-Systemen von Festo lassen sich der Stickstoffverbrauch eines großen Halbleiterwerks und der damit verbundene Energieverbrauch sowie die CO₂-Emissionen signifikant senken.



„Das bedarfsgerechte und exakte Dosieren von Stickstoff bietet signifikante Einsparpotenziale.“

Tobias Glattbach, Global Industry Segment Manager Electronics, Festo



Stickstoffverbrauch um bis zu 18 % senken

Bereits eine kleine Einsparung pro FOUP wirkt sich positiv auf die ganze Fabrik aus. Die Berechnung der Festo Experten zeigt, dass sich durch den Einsatz neuer Technologien die Menge des eingesetzten Stickstoffs auf das absolut notwendige Minimum senken lässt.

Die innovative Lösung von Festo reduziert den Stickstoffverbrauch für die FOUPs durch eine gezielte Regelung des Spülvorgangs um 75 %. Nach nur drei Monaten hat sich die Investition amortisiert.

Verifizierte Beispielrechnung

IST-Zustand: Eine Anlage mit 10.000 FOUPs ohne N₂-Purge-System von Festo verbraucht bis zu 550.000 Tonnen Stickstoff pro Jahr.

Eingesparte Menge N₂ durch das N₂-Purge-System

Durch die Verwendung eines geregelten Durchflusses kann die Durchflussmenge von 20 nl/min auf 5 nl/min (Normliter pro Minute) pro FOUP reduziert werden. Damit ergibt sich ein reduzierter, permanenter Durchfluss von 15 nl/min in der Anlage.

» Durch die Reduktion der Durchflussmenge lassen sich bis zu 75 % pro FOUP einsparen, dadurch reduziert sich der gesamte Stickstoffverbrauch der Fabrik um bis zu 18 %.

Blick in eine Halbleiterfabrik mit Over Head Transport System (OHT), das vollautomatisch FOUPs mit den Substraten/Wafern auf die Produktionsmaschinen aufsetzt.



Durchflussregler VEAD

Der kostengünstige, vormontierte Durchflussregler für CDA und Inertgase versorgt den Behälter der Wafer (FOUP) permanent mit inertem Stickstoff – und verhindert so, dass Sauerstoff die Wafer oxidieren lässt.



Massendurchflussregler VEFC

Der kompakte Durchflussregler für inerte Gase verfügt über alle Vorteile von Piezovenilen: höchste Dynamik, stufenlose Präzision, geringer Stromverbrauch, stabiler Durchfluss ohne manuelles Nachstellen.

BioTech Automation

Bioreaktoren für Mikroorganismen von der Lehre und Forschung bis zur Produktion

Bioprozesse gewinnen als nachhaltige Alternativen zu herkömmlich hergestellten Produkten mehr und mehr an Bedeutung für die Industrie. Das Messen, Erfassen und Regeln zahlreicher Größen sorgt dabei für exakt auf die Bedürfnisse von Mikroorganismen zugeschnittene Umgebungsbedingungen. So können Bakterien, Mikroalgen und Hefen ideal wachsen und erreichen eine hohe Biomasse.

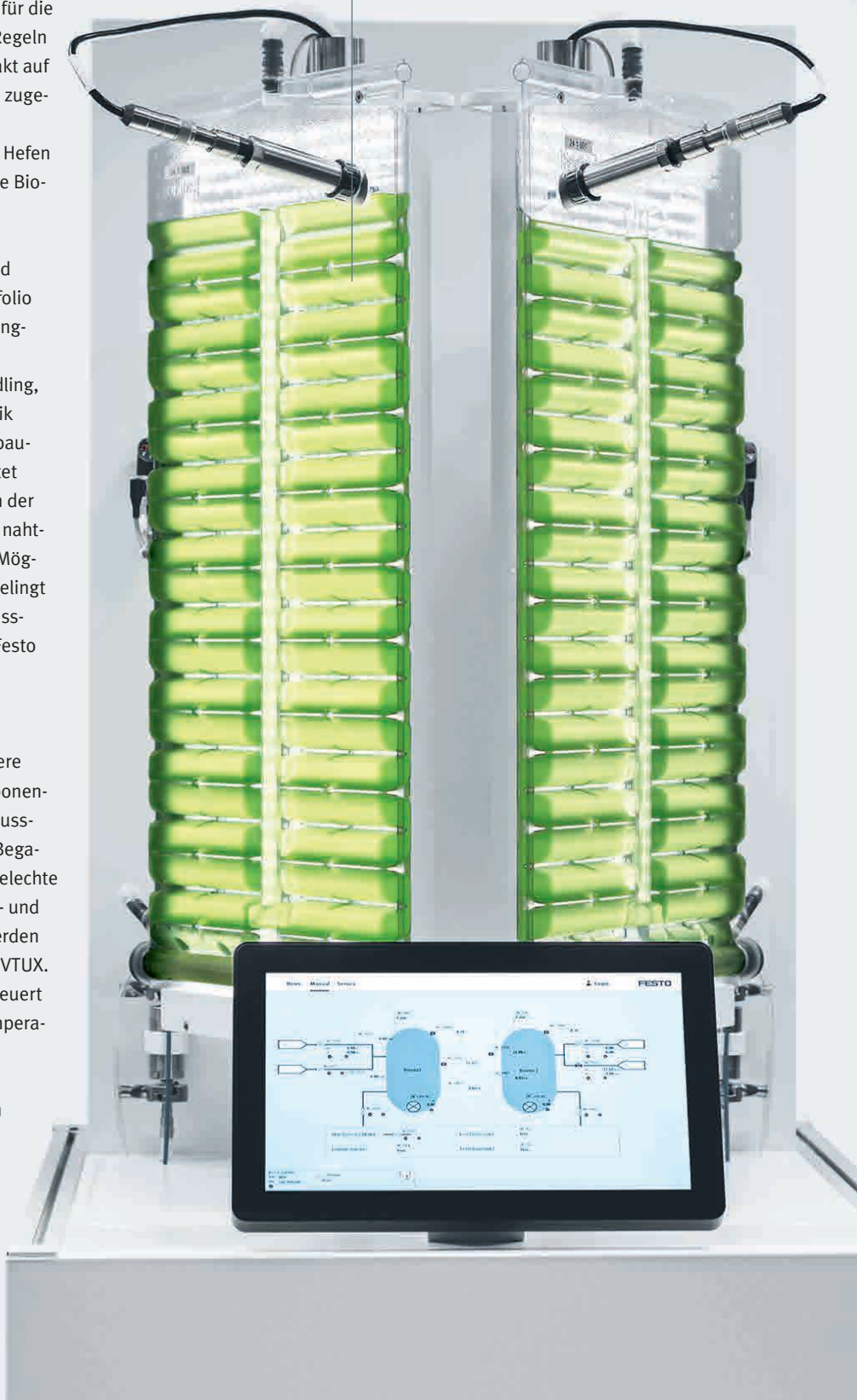
Mit einer Vielzahl an Komponenten und Lösungen aus dem Festo Produktportfolio lassen sich industrielle Bioprozesse langfristig effizient betreiben. Dazu zählen Produkte aus den Bereichen Gas Handling, Liquid Handling und Steuerungstechnik (Control) sowie Lösungen bis zum einbaufertigen Schaltschrank. Zusätzlich bietet Festo kundenspezifische Software von der Steuerung bis zur Cloud an. Durch die nahtlose Integration der Systeme und die Möglichkeit der Datenanalyse in Echtzeit gelingt eine effiziente und transparente Prozesssteuerung. Außerdem engagiert sich Festo auf dem Lernfeld der Biologisierung.

Beispiel Algenreaktor

Die Applikation veranschaulicht mehrere Anwendungsbereiche von Festo Komponenten und Lösungen. Der Massendurchflussregler VEMD bietet eine kontrollierte Begasung mit Luft und CO₂. Das lebensmittelechte Quetschventil VZQA übernimmt Befüll- und Entleerungsvorgänge. Angesteuert werden beide durch die innovative Ventilinsel VTUX. Das Automatisierungssystem CPX-E steuert und regelt automatisch pH-Wert, Temperatur, Begasung und Licht.

> www.festo.com/biotechautomation

Für das Wachsen von Mikroalgen ist die Photosynthese ein zentraler Stoffwechselweg. Dabei wird CO₂ in Zucker umgewandelt und Sauerstoff freigesetzt.



Aus der Praxis



Das CM180-Modul von Subitec für die Kultivierung von Mikroalgen verbindet biologische Erkenntnisse mit modernster Technologie. Im Bild: Daniela Stadtmüller, Subitec, und Tobias Brucker, Process Industries, Festo.

Die Produktion von Mikroalgen in großen Mengen wird immer wichtiger für die weltweite Herstellung von Arzneimitteln, Kosmetika, Nahrungsergänzungsmitteln und Tierfutter. Indem sie CO₂ absorbieren und wertvolle Stoffe wie Sauerstoff und Omega-3-Fettsäuren produzieren, übernehmen Mikroalgen eine tragende Rolle in der nachhaltigen Kreislaufwirtschaft. Als führender Anbieter in der Biotech-Branche hat Subitec ein perfekt abgestimmtes Kultivierungssystem für Mikroalgen entwickelt. Dessen Herzstück ist das CM180-Modul mit 30 sogenannten Flat-Panel-Airlift-Photobioreaktoren. Komponenten und Lösungen von Festo leisten einen wertvollen Beitrag zur Entwicklung und Fertigung der schlüsselfertigen und kosteneffizienten Mikroalgenproduktionssysteme.

Auf einer Stellfläche von gerade einmal 16 m² schafft das platzsparende Design des Moduls ein Kultivierungsvolumen von 5,4 m³. Dies entspricht einer photosynthetischen Oberfläche von 270 m².

Das CM180-Modul liefert mit seiner großen Kapazität und fortschrittlichen Technologie sowie einer hochwertigen, kontaminationsfreien Produktionsumgebung einen entscheidenden Beitrag zur industriellen Mikroalgenproduktion in großem Maßstab.

Komplett anschlussfertig in Schaltschränke montiert, vereinfachen und beschleunigen Festo Automatisierungslösungen die Konstruktion und Inbetriebnahme: vom leistungsfähigen Remote-I/O-System CPX-AP-I über die platzsparende Ventilinsel VTUG bis hin zu den Wartungsgeräten der MS-Reihe.

Die Zusammenarbeit am von Subitec entwickelten und produzierten Kultivierungsmodul bedeutet für Festo einen weiteren wichtigen Schritt in Richtung Industrialisierung der biologischen Transformation und damit einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz.

> www.subitec.com



Letzte Überprüfung der einbaufertigen Schaltschranklösung kurz vor der Auslieferung an einen japanischen Kunden.

From a **Small Impulse** to the **Entire World of Motion**.



Ein einziger Flügelschlag des eMotionButterfly von Festo setzt die Festo Incredible Machine in Gang. Mit einem kleinen Impuls beginnt eine faszinierende Reise – die Geschichte der Bewegung in der Automatisierungstechnik, die das Familienunternehmen Festo maßgeblich beeinflusst hat. Ein Projekt, das pure Innovationsfreude zeigt. Denn Erfindertum und Pioniergeist gehörten von Beginn an zur DNA des Unternehmens.

Die Festo Incredible Machine steht beispielhaft für unsere Kernkompetenz: Bewegung.

Anlässlich des 100-jährigen Jubiläums ist dieses einzigartige Exponat entstanden, um die umfassende Expertise von Festo im Bereich der Automatisierungstechnik zu demonstrieren. Auf 14 Metern kombiniert sie nahtlos 1.000 Festo Komponenten und über 1,8 Kilometer Schläuche und Kabel.

Festo Incredible Machine

Wir nehmen Sie mit in die faszinierende Welt der Bewegung – von der Festo Historie über die Batterieherstellung für Elektroautos und die Laborautomation im Bereich Life Sciences bis hin zu Intralogistik und der Halbleiterindustrie.



„Mit der ‚Incredible Machine‘ blickt Festo auf seine Geschichte, aber vor allem zukunftsorientiert nach vorne und zeigt die Faszination für Bewegungstechnologien – sei es pneumatisch, elektrisch, digital oder eine Kombination.“

Dr. Ansgar Kriwet, Vorstand Research and Development, Festo



Die inspirierende Innovationsreise von Festo finden Sie hier:
> www.festo.com/incrediblemachine

Notizen



A large grid of small dots for taking notes, spanning the majority of the page below the header and illustration.

A woman with dark hair in two long braids, wearing a white button-down shirt splattered with various colors of paint (blue, red, yellow) over an orange patterned turtleneck, is smiling and looking upwards. She is holding a brown cardboard box with a blue and orange logo on it. A hand from the left is also holding the box. The background is a plain wall with a white-framed window on the left.

FESTO

From
shopping
to **shipping.**

Produkte und Lösungen von Festo ermöglichen flexible,
intelligente und zuverlässige Intralogistik. | 100.festo.com

100 years

Automation for a world in motion.



Gemeinsam bewegen wir die Welt.

> 100.festo.com