BOSCH
Technik fürs Leben

Von Lean zur digitalen Fabrik – eine Vision wird Realität

Ein Whitepaper von Bosch Industry Consulting

März 2020



bosch-industry-consulting.com

Inhalt

Vorwort	3
Executive Summary	4
Mit Industrie 4.0 die Wettbewerbsfähigkeit steigern und Produktionsstandorte sichern	6
Industrie 4.0 – von der Theorie in die Praxis	8
Neun Erfolgsfaktoren für Industrie 4.0	10
Der Weg in die vernetzte Fabrik: Ein systematischer Ansatz	13
Den Wandel gestalten – Mitarbeiter im Fokus	18
Referenzprojekte mit anderen Unternehmen	21
Industrie 4.0 Anwendungsfälle aus Bosch Werken	26
Ausblick	56



Sven Hamann

Senior Vice President
Bosch Connected Industry

Zuständig für die Fertigungskoordination und Industrie 4.0 in der Bosch-Gruppe.

Vorwort

Die Zukunft der industriellen Produktion beginnt jetzt! Dabei stellt die Vernetzung von Fertigung und Logistik viele Unternehmen vor große Herausforderungen: Was ist die richtige Herangehensweise? Wie lassen sich Maschinen und Prozesse sowohl in neuen als auch in bestehenden Produktionsumfeldern effizient digitalisieren? Welche Soft- und Hardware ist erforderlich? Und wie können wir die Mitarbeiter bestmöglich auf diesem Weg unterstützen?

Diese Studie zeigt anhand von zahlreichen Beispielen aus der Praxis, wie Digitalisierung leicht und effizient gelingen kann – von Einzelprojekten bis hin zur Vernetzung kompletter Werke. Die Basis für die erfolgreiche Umsetzung liegt in der ganzheitlichen Betrachtung: Langjährige Erfahrung in Fertigung und Softwareentwicklung gepaart mit Beratung, technischem Support, Qualifizierung der Mitarbeiter und Begleitung bei der Implementierung. Dabei nutzen wir unsere Kompetenzen aus dem Bosch Produktionssystem (BPS) und der Digitalisierung gemäß unserer Vision der Fabrik der Zukunft.

Vor allem soll diese Studie motivieren: Die Digitalisierung von Fertigung und Logistik ist machbar! Und sie birgt enormes Potenzial für alle Beteiligten. Lassen Sie uns dieses Potenzial gemeinsam ausschöpfen!

Sven Hamann
Senior Vice President, Bosch Connected Industry



Executive Summary

Bosch hat bereits sehr früh die Relevanz und Potenziale von Industrie 4.0 erkannt. Entsprechend groß ist der Erfahrungsschatz, den das Unternehmen in internen und externen Projekten sammeln konnte. An diesen Erfahrungen sollen die Leser der vorliegenden Studie teilhaben. Sie finden alle wesentlichen Meilensteine auf der Industrie 4.0-Lernreise von Bosch kompakt zusammengefasst: von der Motivation, aus der heraus erste Pilotprojekte in Bosch-Werken entstanden sind bis hin zur konzernübergreifenden Strategie, deren Resultate sich jetzt im externen Markt anhand von
ausgereiften Lösungen und umfassenden Beratungsleistungen widerspiegeln. Bei der Auswahl und Implementierung von Industrie 4.0 unterstützt Bosch Industry Consulting mit einem neuartigen, praxisorientierten Beratungsansatz, der im Folgenden ebenfalls vorgestellt wird.

Bosch Industry Consulting hat das Ziel, Unternehmen auf dem Weg zur vernetzten Produktion und Logistik zu begleiten. Dabei helfen die Erfahrungen aus zahlreichen, erfolgreich durchgeführten Projekten sowie der direkte Zugriff auf Experten der Bosch Gruppe, die individuelle Fragestellungen
zielgerichtet beantworten können. Die wichtigsten Erkenntnisse dieser Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Industrie 4.0 entfaltet die maximale Wirkung bei Prozessen, die zuvor entsprechend Lean-Prinzipien standardisiert und verschlankt wurden.**

- **Industrie 4.0 erfordert individuell auf die jeweilige Situation angepasste Lösungen. Deshalb steht zu Beginn ein erfahrungsbasiertes, standardisiertes Verfahren wie das „Digital Operations Assessment“, das systematisch die Ausgangssituation und die zu füllenden Lücken bei Lean-Prinzipien und Industrie 4.0 erfasst.**

- **Der erfolgreiche Wandel wird nicht durch einzelne, bahnbrechende Lösungen erzielt, sondern bedarf eines aufeinander abgestimmten Zusammenspiels verschiedener Lösungen.**

- **Industrie 4.0 beginnt mit überschaubaren Projekten und definierten Teilzielen. Das begrenzt den Kosten- und Ressourcenaufwand und fördert die Akzeptanz bei Führungskräften und Mitarbeitern.**

- **Die technologischen Möglichkeiten sind wichtig. Entscheidend aber sind die Menschen. Deshalb ist ein systematisches Change-Management elementarer Bestandteil aller erfolgreichen Industrie 4.0-Projekte. Denn der Wandel kann nur gelingen, wenn Führungskräfte, Personalabteilungen und betroffene Mitarbeiter davon überzeugt sind und ihn mittragen.**

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, steht der erfolgreichen Umsetzung nichts mehr im Weg. Das belegen auch die in dieser Studie vorgestellten Projekte: Industrie 4.0 erzielt messbare Fortschritte, die mit bisherigen Ansätzen nicht erreichbar waren. Die Vernetzung schafft Transparenz, senkt Produktionskosten und ermöglicht die variantenreiche Fertigung bis zu Losgröße 1. Die Ergebnisse der Projekte zeigen durchgängig signifikante Verbesserungen bei wichtigen KPIs. Darüber hinaus sind Werke und Unternehmen in der Lage, schneller und agiler auf neue Rahmenbedingungen zu reagieren. Kurz: Industrie 4.0 stärkt die Wettbewerbsfähigkeit und sichert die Zukunft der jeweiligen Fertigung.

Mit Industrie 4.0 die Wettbewerbsfähigkeit steigern und Produktionsstandorte sichern

Industrie 4.0 umfasst die Vernetzung von Menschen, Maschinen und Produkten mittels Informations- und Kommunikationstechnologien. Intelligente Lösungen für die Fertigung und Logistik ermöglichen eine systematische Produktionsoptimierung, die letztlich die Wirtschaftlichkeit in der Fertigung verbessert. [1]

Bosch hat als Vorreiter sehr früh das Internet der Dinge (IoT) und Industrie 4.0 als strategische Chancen identifiziert, um die langfristige Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens und der Produktionswerke auch an Hochlohnstandorten zu sichern: So arbeitet Bosch bereits seit Januar 2012 mit anderen Industrieunternehmen, Experten der Informations- und Kommunikationstechnologie sowie der Produktionsforschung in einem Arbeitskreis Industrie 4.0 gemeinschaftlich an der Fragestellung, wie sich das Internet der Dinge zukünftig auf die Produktion und Logistik auswirken wird. [2]
Ausgangspunkte sind zwei Trends: der globale Kostenwettbewerb in der Großserienproduktion sowie eine starke Individualisierung der Produkte. [3]

Märkte sind schnelllebiger, Produktlebenszyklen werden kürzer. Ziel produzierender Unternehmen ist eine Verringerung der Instandhaltungszeiten und Reparaturkosten bei höherer Maschinenverfügbarkeit.

In Zeiten der Vernetzung und von Internet-Konfiguratoren verändern sich etablierte Kundenbeziehungen. Die klassische Trennung zwischen Business-to-Business (B2B) und Business-to-Consumer (B2C) weicht auf. Nutzer beeinflussen zukünftig aktiv die Produkte, die sie kaufen wollen. Diese personalisierten Produkte führen zu einem neuen Modell: Business-to-User (B2U). Die Massenpersonalisierung stellt alle Unternehmensbereiche vor neue Herausforderungen – von der Entwicklung über die Fertigung und Logistik bis hin zur Warenlieferung.[4]

Gleichzeitig bleiben herkömmliche Liefermuster mit großen Stückzahlen, aber unter erhöhtem Wettbewerbsdruck erhalten. Hochlohnstandorte müssen durch Prozessoptimierungen die Herstellungskosten deutlich senken. Die Märkte sind schnelllebiger, Produktlebenszyklen werden immer kürzer. In der Konsequenz suchen produzierende Unternehmen nach

[1] Vgl. Plattform Industrie 4.0 – Was ist Industrie 4.0?: https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html
[2] Vgl. Technik fürs Leben – 24 Stunden: Magazin zum Geschäftsbericht 2013, Robert Bosch GmbH, 2014
[3] Vgl. Bundesforschungsministerium, Industrie 4.0: https://www.bmbf.de/de/zukunftsprojekt-industrie-4-0-848.html
[4] Vgl. Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart, Mass Personalization – Mit personalisierten Produkten zum Business-to-User (B2U): https://www.stuttgart.fraunhofer.de/de/studie_b2u.html

Wegen, die
Instandhaltungszeiten und die Kosten für Reparaturen zu verringern und eine höhere Maschinenverfügbarkeit mit kürzeren Stillstandzeiten zu erreichen. [5]
Vor diesem Hintergrund positioniert sich die Bosch-Gruppe bereits seit mehreren Jahren als Leitanwender und Leitanbieter für Industrie 4.0. Als Leitanwender lotet das Unternehmen die Potenziale der Vernetzung in den 270 eigenen Werken und 700 Lagern weltweit aus. Die praktischen Erfahrungen fließen kontinuierlich in die Weiterentwicklung der eigenen Lösungen ein, die nach erfolgter Validierung Kunden unterschiedlicher Industrien zur Verfügung stehen.

So optimiert Bosch nicht nur das eigene internationale Produktionsnetzwerk, sondern agiert auch als Leitanbieter im externen Markt. Dass Industrie 4.0 dennoch nicht im Alleingang umsetzbar ist, weiß das Unternehmen und sucht aktiv die Zusammenarbeit mit Partnern aus der Wissenschaft, der Softwareindustrie sowie dem Maschinen- und Anlagenbau, um Wertschöpfungsnetzwerke über Unternehmensgrenzen hinaus zu etablieren und Industrie 4.0 umfassend zu realisieren.

Für Bosch ist Industrie 4.0 weit mehr als eine Sicherungsstrategie für die eigene Unternehmensgruppe. Vielmehr ist die Vernetzung eine Voraussetzung, um Industriewerke an Hochlohnstandorten wettbewerbsfähig zu halten. Deshalb teilt Bosch die Erfahrungen bei der Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0-Lösungen mit anderen Unternehmen, um gemeinsam die vollen Potenziale der Vernetzung auszuschöpfen.

Vernetzung ist eine Voraussetzung, um die Industrie an Hochlohnstandorten wettbewerbsfähig zu halten. Doch Industrie 4.0 bietet noch viel mehr Potenzial, das sich nur gemeinsam ausschöpfen lässt.

[5] Vgl. Global Digital Operations Study 2018; PwC, 2018

Industrie 4.0 – von der Theorie in die Praxis

Der überwiegende Teil an Beschreibungen und Untersuchungen zu Industrie 4.0 beruht auf theoretischen Überlegungen und Simulationen oder betrachtet das Thema ausschließlich aus der IT-Sicht. Die vorliegende Studie hingegen basiert auf realen Anwendungsfällen in den Werken der Bosch-Gruppe und Referenzprojekten in anderen Industrieunternehmen. Sie decken ein breites Spektrum an Produktionsszenarien ab, von der Großserienfertigung für die Automobilindustrie bis hin zur variantenreichen Montage in kleinsten Stückzahlen.

Die Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung von Vernetzungsstrategien beschreiben global führende Unternehmensberatungen wie folgt: "Wer Industrie 4.0 beherrschen will, braucht ein tiefes Verständnis für Kollaboration, das Engagement des Top-Managements und eine klare Strategie."[6] Bei Bosch hat das Top-Management Industrie 4.0 als strategisches Thema adressiert, das sich in der Positionierung als Leitanwender und Leitanbieter manifestiert. Damit erhält Industrie 4.0 einen ähnlichen Stellenwert wie die Lean-Philosophie.

Voraussetzung für die Implementierung von Industrie 4.0 sind standardisierte Lean-Prozesse und eine IT-Grundlage, die den Austausch von Daten verschiedener Systeme erlaubt.

Ein repräsentatives Beispiel für die Implementierung von Industrie 4.0 ist das Vorgehen bei der Einführung von RFID-Technologie (Abb. 1). Voraussetzung für die Implementierung sind zum einen standardisierte Prozesse im Sinne der Lean-Prinzipien, zum anderen eine IT-Grundlage, die grundsätzliche Konnektivität und den Austausch von Daten verschiedener Systeme erlaubt. Standardisierte Prozesse ermöglichen das gezielte Erfassen wichtiger Informationen auf Basis der RFID-Rohdaten. Aus diesen Informationen wiederum können KPIs generiert und in Echtzeit verfolgt werden. Die resultierende Transparenz kann als Steuerungsgrundlage in die Management-Routinen eingebunden werden. Durch die eingeleiteten Verbesserungsmaßnahmen wird das Einsparungspotenzial voll ausgenutzt. Darauf aufbauend können weitere Vernetzungsschritte, wie die eigenständige Kommunikation der virtuellen Abbilder beteiligter Systeme oder gar selbstoptimierende Prozesse eingeführt werden.

Die zahlreichen, bei Bosch in den eigenen Werken eingeführten Industrie 4.0-Projekte decken alle Stufen des Wertstroms und unterschiedlichste Prozessschritte ab. Diese Anwendungsfälle dienen als Pilotprojekte, die anschließend auf vor- und nachgelagerte Prozessschritte ausgeweitet und im internationalen Produktionsnetzwerk von Bosch ausgerollt werden.

[6] Vgl. Dr. Reinhard Geissbauer, PwC Strategy & Germany, Global Head of the Digital Operations Impact Center, in Global Digital Operations Study 2018; PwC, 2018

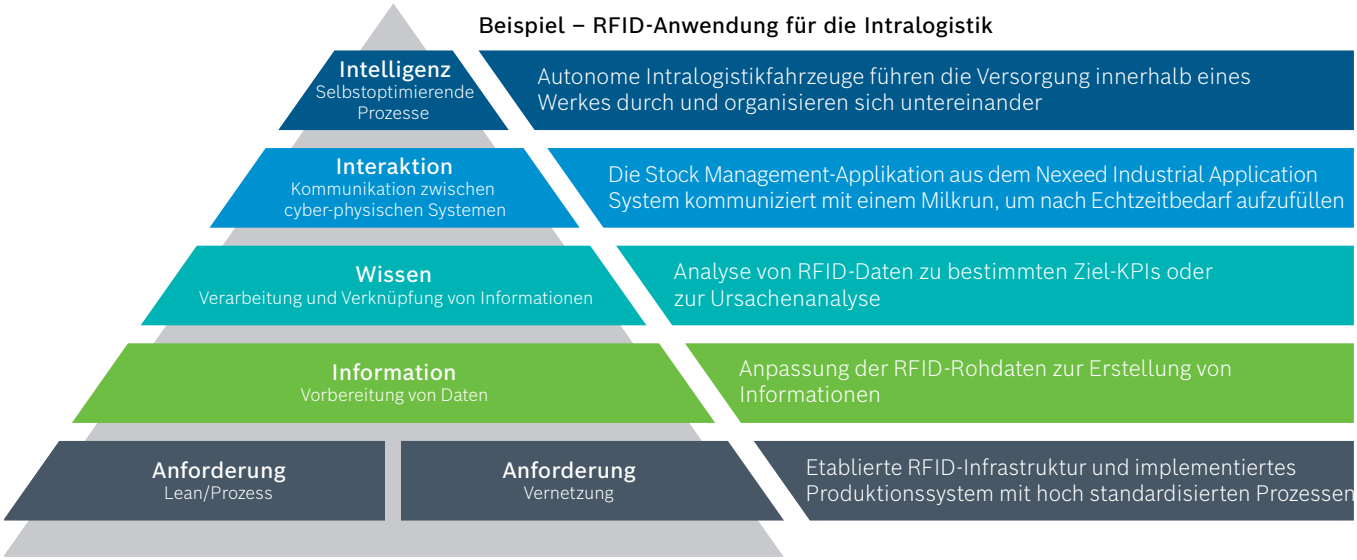


Abb. 1: Die Basis für jede Industrie 4.0-Einführung bildet die Kombination aus Menschen, vernetzten Maschinen, Produkten und gelebten Lean-Prinzipien.

Gemeinsam ist den Anwendungen, dass sie individuell auf die Anforderungen des jeweiligen Werkes abgestimmt sind und in einem Brownfield-Ansatz auch vorhandenes Produktionsequipment integrieren. Das Vorgehen ist iterativ mit kurzen Regelkreisen. Kleine Schritte reduzieren die Komplexität und führen schneller zum Ziel.

Neun Erfolgsfaktoren für Industrie 4.0

So unterschiedlich die Werke, Prozessschritte und Rahmenbedingungen aller Projekte auch sind, so lassen sich doch neun Gemeinsamkeiten und Faktoren identifizieren, die zum Erfolg führen.



1 Die Reise in die vernetzte Produktion braucht ein Ziel

Zunächst ist das Management am Zug, um eine klare strategische Ausrichtung zu formulieren und Ziele zu definieren: Welches Geschäftsmodell streben wir an? Was sind unsere Kernkompetenzen? Welche Voraussetzungen und Ausgangssituation bringen wir mit? Erst wenn diese Fragen beantwortet sind, kann die Reise in die vernetzte Fertigung losgehen.

2 Die Menschen in den Mittelpunkt stellen

So innovativ und spannend die Technik auch sein mag: In Wirklichkeit entscheidet nicht sie über den Erfolg, sondern die Menschen. Mitarbeiter und Führungskräfte müssen die Chancen erkennen und sich für den Wandel begeistern können. Die wichtigste Führungsaufgabe besteht darin, die Mitarbeiter einzubinden und mittels systematischem Change-Management auf die digitale Reise mitzunehmen.

3 Lean ist der Motor, Industrie 4.0 der Turbolader

Gelebte Lean-Prinzipien sind Voraussetzung für die Einführung von Industrie 4.0. Die Kombination aus Lean und Industrie 4.0 schafft eine bisher unerreichte Transparenz und eröffnet erhebliche Verbesserungspotenziale bei Kosten, Qualität und Agilität.

4 Nur messbarer Erfolg ist wirklicher Erfolg

Industrie 4.0 muss sich rechnen – und zwar anhand klar definierter Schlüsselindikatoren und dem Return on Investment (ROI). In den eigenen Werken hat Bosch bereits jetzt durch Vernetzung die KPIs für Lagerbestände, Lieferzeiten und Produktivität messbar verbessert. Aber auch qualitativ hat die Einführung von Industrie 4.0 die Agilität gesteigert und das Variantenmanagement bis hin zur Losgröße 1 vereinfacht.

5 Jede Herausforderung braucht eine eigene Lösung

Unterschiedliche Produktionsschritte, andere Wertströme, verschiedenste Rahmenbedingungen: Es gibt nicht die eine Industrie 4.0-Standardlösung. Deshalb ist es entscheidend, schon im Vorfeld die individuellen Voraussetzungen zu analysieren und erst dann eine maßgeschneiderte Lösung zu entwickeln und zu implementieren. Dabei sollte man stets bedenken, dass auch einfache Lösungen einen wesentlichen Effekt erzielen können.

6 Industrie 4.0 ist kein Sprint, sondern ein Triathlon

Innovationen und neue Prozesse brauchen Zeit, um ihre Wirkung zu entfalten. Die digitale Transformation ist kein Sprint und keine Aufgabe, die das Management einfach delegieren kann. Die Vernetzung betrifft alle Unternehmensfunktionen und verlangt einen langen Atem in allen Disziplinen.

7 Vernetzen, anpassen, ausrollen

Auch individuelle Lösungen basieren auf bewährten Komponenten, Modulen und Prozessen. Für Industrie 4.0 müssen sich Maschinen und Menschen vernetzen. Mitarbeiter verschiedenster Funktionen kreieren mit ihrem jeweiligen Domänenwissen gemeinsam neue Lösungen. Diese Lösungen lassen sich oft mit geringen Modifikationen auf ähnliche Situationen übertragen.

8 Kompatibilität ist der Schlüssel

Vernetzung und Kompatibilität gehören untrennbar zusammen. Aus IT-Sicht können nur offene Standards eine erfolgreiche Umsetzung gewährleisten. Einheitliche Ausgangsdaten stellen die konsistente Auswertung der Daten sicher und harmonisieren so die Berechnung der relevanten KPIs.

9 Konzepte müssen zur Fertigung passen, nicht aufs Papier

Was in einer Powerpoint-Präsentation gut aussieht, spiegelt nicht unbedingt die Wirklichkeit wider. Entscheidend ist und bleibt die Realität in den Fabriken. Hier zählt von Anfang an, ob die Anwendungen die Arbeit tatsächlich verbessern – denn das ist der Prüfstein für die Akzeptanz bei den Mitarbeitern und somit auch für die erfolgreiche Umsetzung.

Der Weg in die vernetzte Fabrik: ein systematischer Ansatz

Diese neun Erfolgsfaktoren reflektieren das Prozesswissen, das Bosch in den vergangenen Jahren bei Industrie 4.0-Projekten gewonnen hat. Dabei standen beteiligte Bosch-Werke und Geschäftseinheiten zu Beginn der digitalen Entwicklung stets vor der Fragestellung, welche Bedeutung und welchen Nutzen Industrie 4.0 für sie hat. Die Klärung dieser Frage ist richtungsweisend für die Definition eines passenden Zielbildes und der damit verbundenen Ableitung geeigneter Umsetzungsprojekte. Zur Unterstützung der richtigen Projektauswahl wurde nach einer erfolgreichen Pilotprojekt-
Phase die Methode „Digital Operations Assessment“ entwickelt, die eine systematische Bewertung von Unternehmen sowohl hinsichtlich Lean als auch Industrie 4.0 zulässt. Lean steht dabei für den konzeptionellen Reifegrad des Produktionssystems, Industrie 4.0 für den Grad der digitalen Ausführung und Umsetzung (z.B. Papier vs. Tablet).

Die Digital Operations Assessment Methode

Wichtig und neu an diesem Bewertungsansatz ist, dass eine gleichzeitige Betrachtung von Lean und Industrie 4.0 stattfindet. Gerade standardisierte Prozesse nach den Lean Prinzipien sind eine grundlegende Voraussetzung für die erfolgreiche Implementierung von Industrie 4.0. Damit erhält das Thema Lean einen hohen Stellenwert in der Bewertung und soll verhindern, dass mit Industrie 4.0 lediglich Verschwendung vernetzt wird. Um eine vollumfängliche Bewertung eines Werkes oder Wertstroms zu ermöglichen, werden Produktion und Logistik strukturiert in ihre einzelnen Bausteine zerlegt und finden sich in den Bewertungskategorien des Digital Operations Assessment wieder:

I. Management System
II. Produktionssteuerung
III. Intralogistik
IV. Linien- und Arbeitsplatzgestaltung
V. Qualität
VI. Instandhaltung & Wartung
VII. Energiemanagement
VIII. IT-Infrastruktur

Jede dieser Kategorien umfasst ihrerseits mehrere Unterkategorien. Beispielsweise werden in der Bewertungskategorie „Intralogistik“ der Wareneingang, die Kommissionierung, die Materialzuführung und der Versand betrachtet. Während der Bewertung selbst klassifizieren Experten jede dieser Unterkategorien anhand eines praxiserprobten Kriterienkatalogs auf einer Skala von 1 bis 5. Die Kriterien wurden auf Basis von Assessments in Bosch-
Werken und Werken externer Kunden kontinuierlich weiterentwickelt, was eine fundierte Einordnung des derzeitigen Reifegrades möglich macht.

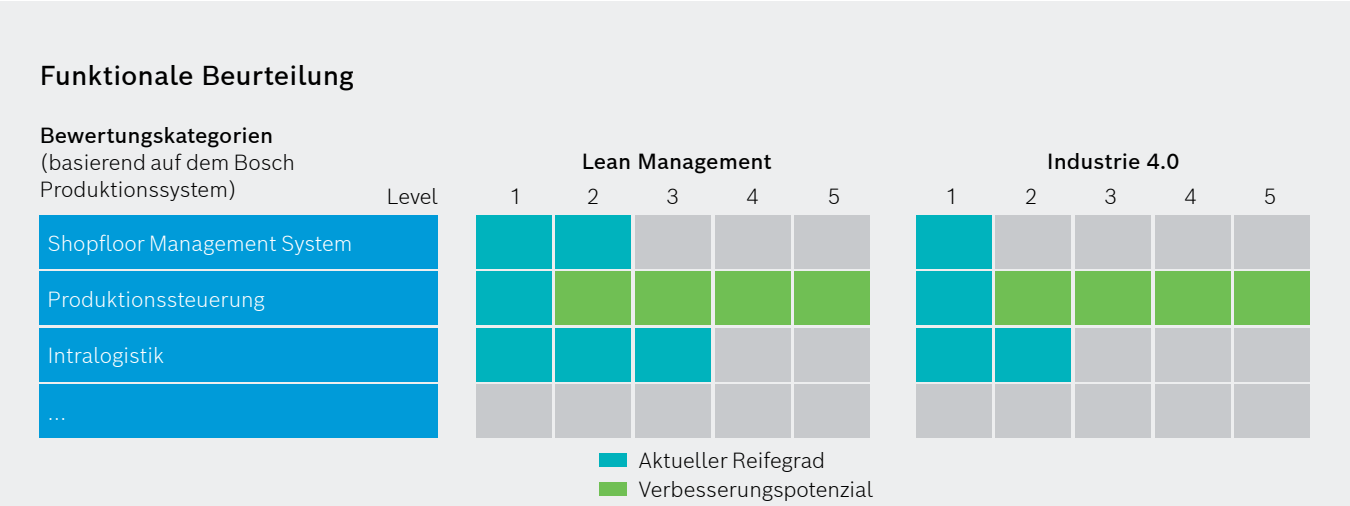


Abb. 2: Schematische Darstellung des Digital Operations Assessment

Innerhalb des Assessments werden zunächst in jeder Bewertungskategorie die Abweichungen zum optimalen Zustand aufgedeckt (Abb. 2). Eine zusätzliche Wertstromanalyse berücksichtigt darüber hinaus den Datenfluss und Medienbrüche (Abb. 3). Dadurch lassen sich die identifizierten Potenzialfelder des Assessments mit dem täglichen Produktionsablauf sowie den Problemfeldern auf dem Shopfloor verknüpfen und je nach Dringlichkeit priorisieren. So ist sichergestellt, dass die Ergebnisse einen messbaren Nutzen bringen und die Wertschöpfung in Form von Kennzahlenverbesserungen voranbringen.

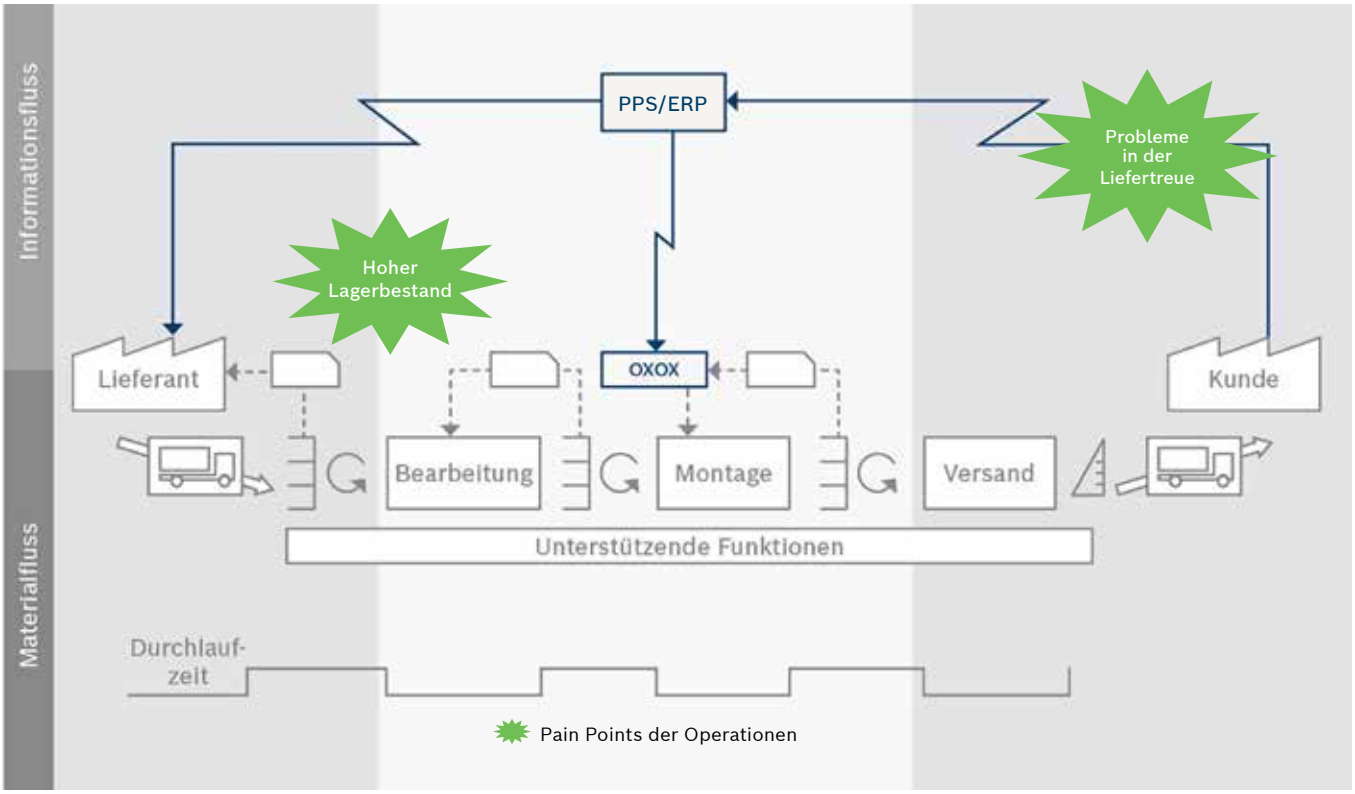


Abb. 3: Beispielhafter Wertstrom zur Identifizierung von Pain Points

Im nächsten Schritt werden die einzelnen Bewertungskategorien je nach Reifegrad in Bezug auf Lean und Industrie 4.0 eingeordnet und durch Input des Managements sowie auf Basis der Wertstromanalyse priorisiert. Anschließend erfolgt die Ableitung des Zielzustands, der für die individuelle Situation des bewerteten Werkes Sinn macht. Abb. 4 zeigt die exemplarische Einordnung der Kategorie „Shopfloor Management“: Die Bewertung dieses Themenfeldes weist auf Verbesserungspotenziale in beiden Dimensionen hin: Vernetzung und Lean. Um den Zielzustand zu erreichen, werden deshalb spezifische Maßnahmen abgeleitet und in einer Roadmap dargestellt. Somit ergibt das Assessment konkrete Handlungsfelder, in denen sich das Werk operativ weiterentwickeln kann.

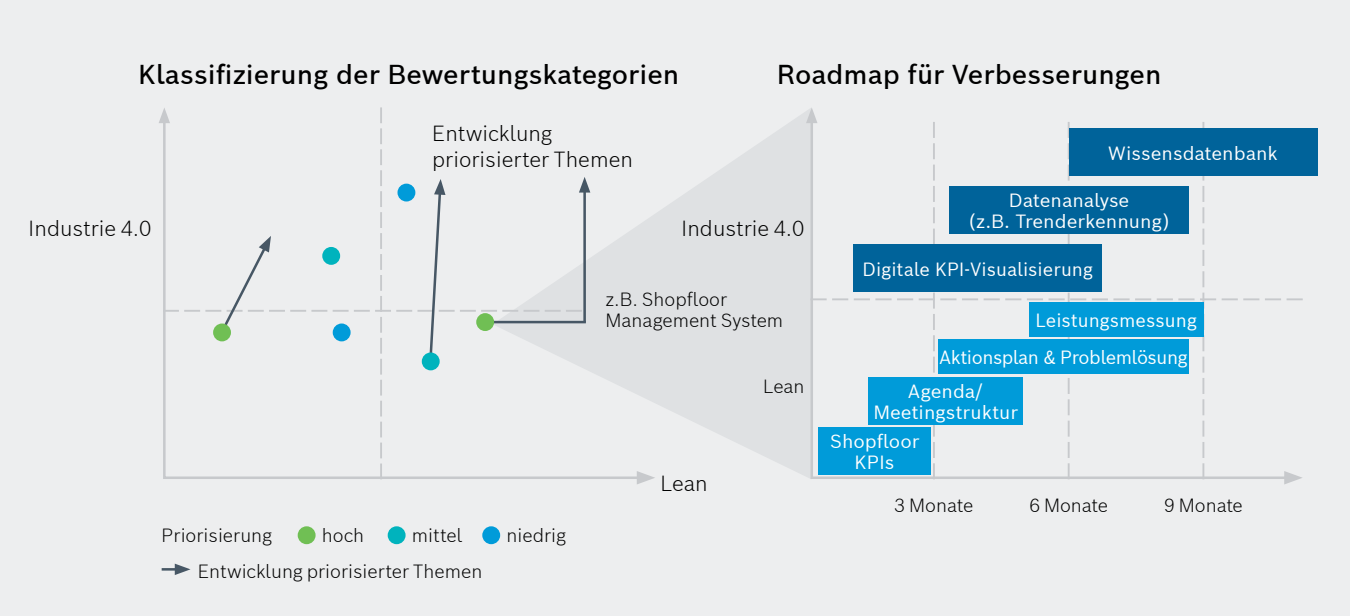


Abb. 4: Kategorisierung, Priorisierung und Ableitung einer Roadmap für einzelne Handlungsfelder

Validierungen dieser Methode bei Bosch und in externen Kundenwerken haben gezeigt, dass das Digital Operations Assessment die notwendige Transparenz herstellt, um ein digitales Zielbild aufzubauen – und vor allem auch umzusetzen. Dieses bildet wiederum die Basis für eine effizienzsteigernde Ausrichtung der Produktion im Sinne des langfristigen Unternehmenserfolgs. Erfolgskritisch während der Durchführung des Assessments sind:

- **Domänenübergreifendes Know-how aus allen beteiligten Disziplinen wie IT, Produktion, Logistik und Change-Management.**
- **Ein systematisches Vorgehen, das die Voraussetzungen prüft, die Ist-Situation analysiert, technische Lösungen vorschlägt und die Implementation begleitet.**
- **Praktische Umsetzungserfahrung auf Arbeitsebene und das Wissen um „Good Practice“ in den einzelnen Bereichen.**

Vom Assessment zum implementierbaren Konzept

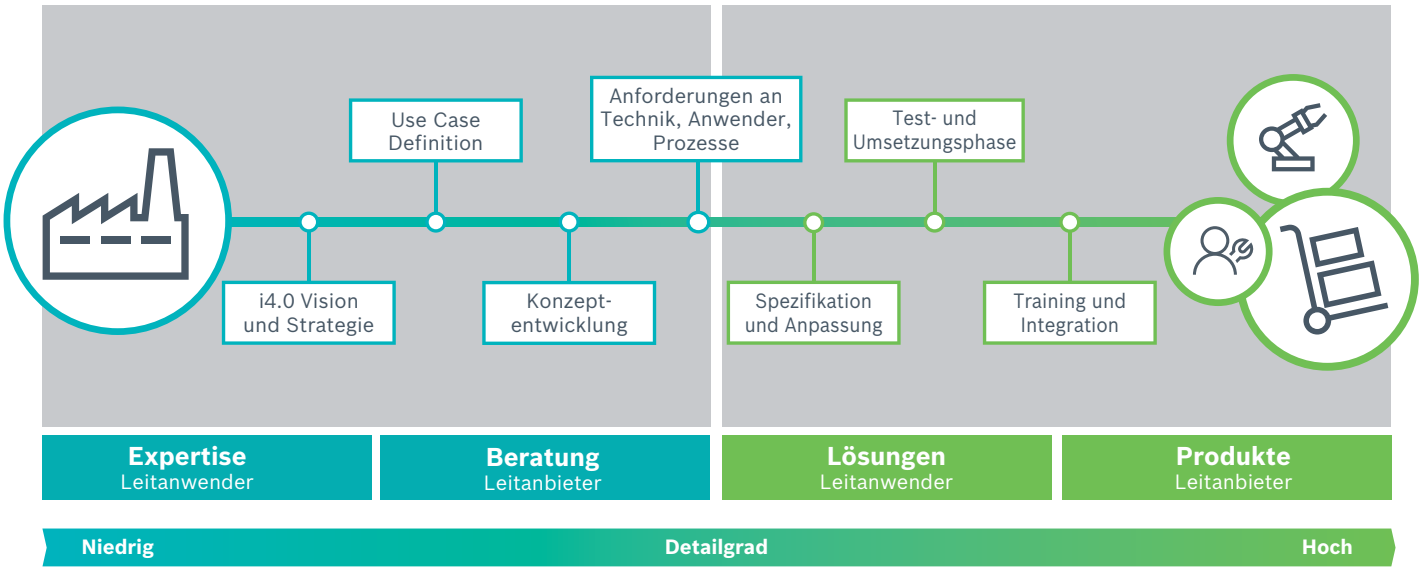


Abb. 5: Industrie 4.0-Reise von der Strategie bis zur Implementierung

Das Assessment stellt allerdings nur den ersten Schritt in Richtung Industrie 4.0 dar. Das Standard-Vorgehen von Bosch für die Einführung der vernetzten Produktion (Abb. 5) geht weit über die initiale Richtungsweisung des Assessments hinaus. Nach erfolgter Analyse und Zieldefinition geht es darum, konkrete Anwendungsfälle zu identifizieren, die auf den Zielzustand einzahlen. Hieraus entstehen detaillierte Konzepte hinsichtlich Ablauf und Dimension der Lösung. Diese Konzepte werden in die von Lösungsanbietern benötigten technischen Spezifikationen übertragen. Ab diesem Zeitpunkt startet die physische Implementierung einer Lösung im Wertstrom inklusive der nötigen Vorbereitung und Adaption.

Da die technischen Anforderungen allgemeingültig sind, können Unternehmen frei wählen, von welchem Anbieter sie die Lösungen beziehen und implementieren lassen möchten. Ausgehend von der Definition des Zielzustandes bis hin zur schlussendlichen Inbetriebnahme der einzelnen Lösungen besteht auch die Möglichkeit, alles bei Bosch aus einer Hand zu erhalten. Genauso ist es möglich, eine geordnete Übergabe zu einem externen Anbieter oder Partner von Bosch Industry Consulting zu realisieren, sobald die technischen Anforderungen festgelegt sind. Dies gibt den internen Werken genauso wie den externen Kunden die Freiheit, sich stets für die beste im Markt erhältliche Lösung zu entscheiden, die den identifizierten Anwendungsfall am effektivsten dem Zielzustand näherbringt.

Nach Analyse und Zieldefinition geht es um die Identifizierung konkreter Anwendungsfälle, die auf den Zielzustand einzahlen. Hieraus entstehen detaillierte Konzepte zu Ablauf und Dimension der Lösung.

Den Wandel gestalten – Mitarbeiter im Fokus

Wer bereits Erfahrungen mit Industrie 4.0 gesammelt hat, weiß, dass es um mehr geht als nur die Einführung neuer Technologien. Das übergeordnete Ziel von Industrie 4.0 muss darin bestehen, die tägliche Arbeit für die Mitarbeiter zu erleichtern, und gleichzeitig die Produktion und Logistik hinsichtlich Transparenz, Qualität, Flexibilität und Produktivität zu optimieren.[7] Um die Mitarbeiter in diesen Prozess erfolgreich einzubinden, braucht es einen systematischen Change-Management Ansatz. Frühzeitige Angebote zur Weiterqualifizierung, sowie eine gezielte Vorbereitung auf die neuen Arbeitsinhalte und Arbeitsweisen sind dabei von zentraler Bedeutung.



Change-Management

Change-Management umfasst die zielgerichtete, frühzeitige Kommunikation mit den Mitarbeitern über anstehende Veränderungen. Sie nimmt die Bedenken und Unsicherheiten der Mitarbeiter auf, adressiert sie und speist sie in den Prozess als wichtige Rahmenbedingungen ein.

Die hauptsächliche Sorge der Mitarbeiter dreht sich verständlicherweise um den eigenen Arbeitsplatz. Doch obwohl sich mit Industrie 4.0 die Berufsprofile verändern werden, wird es keine menschenleeren Fabriken geben.

[7] Vgl. Global Digital Operations Study 2018; PwC, 2018

Mitarbeiter auf allen Ebenen benötigen neue Qualifikationen, um ihre Tätigkeiten in der immer komplexeren vernetzten Fertigung auszuüben. Sie müssen lernen, mit den großen Mengen an Daten umzugehen und aus ihnen die richtigen Schlüsse zu ziehen. Zum einen ist die Personalabteilung (HR) in der Pflicht, Weiterbildungsmaßnahmen zu organisieren. Zum anderen gilt es, die Veränderungsbereitschaft der Mitarbeiter zu erhöhen. Hier greift ein systematisches Change-Management, das die Mitarbeiter abholt, Erwartungen auf ein realistisches Maß bringt, Ängste ernst nimmt und durch klare Perspektiven auflöst.

Um die Mitarbeiter erfolgreich in den digitalen Wandel einzubinden, braucht es vor allem ein systematisches Change-Management und frühzeitige Angebote zur Weiterqualifizierung.

Dafür reicht eine rein sachliche Kommunikation nicht aus. Vielmehr geht es darum, die Mitarbeiter und Führungskräfte auch auf der psychosozialen und mentalen Ebene anzusprechen. Je komplexer und tiefgreifender die Veränderungen sind, desto wichtiger ist eine einfühlsame Kommunikation. Untersuchungen wie die von John P. Kotter belegen, dass rund 70 Prozent aller Change-Projekte scheitern, die meisten davon bereits in der Anfangsphase. Verantwortlich für diese hohe Versagensquote sind hauptsächlich zwei Faktoren: der Widerstand gegen die Veränderung unter den Mitarbeitern und Führungskräften sowie das Zurückfallen in alte Muster, sobald die Aufmerksamkeit nachlässt.

Bosch nutzt bei Change-Projekten rund um die Einführung von Industrie 4.0 das 8-Stufen-Modell von Kotter. Es zeigt die Phasen des Change-Managements auf und gibt eine Systematik vor, anhand derer Veränderungen erfolgreich vorangetrieben werden können. Dabei steht Kommunikation im Vordergrund: Es geht vor allem darum, die Mitarbeiter von den Chancen der Veränderung zu überzeugen. Diese Bereitschaft für Veränderung ist die Voraussetzung für die Akzeptanz neuer Technologien und neuer Prozesse im Alltag. Auch hier gilt: Die lokale Situation ist entscheidend und die Personalverantwortlichen und Führungskräfte müssen jede Aufgabe individuell lösen.[8] So war HR bei allen vorgestellten Bosch-Projekten intensiv beteiligt, um die Veränderungsbereitschaft der Mitarbeiter zu erhöhen oder sogar erst zu schaffen.

[8] Vgl. Global Digital Operations Study 2018; PwC, 2018

Qualifikation und Kompetenzen

Ein weiterer wichtiger Punkt beim Change-Management ist, den betroffenen Mitarbeitern eine Perspektive aufzuzeigen. Beim frühzeitigen Angebot individueller Qualifikationsmaßnahmen geht es nicht nur um fachliches Wissen. In der vernetzten Arbeitswelt ist es vor allem notwendig, eine neue, flexiblere Form der Zusammenarbeit innerhalb des Unternehmens und über die jeweiligen Abteilungs- und Funktionsgrenzen hinweg zu etablieren.

Die Kunst besteht darin, das wertvolle Wissen des Einzelnen zu nutzen und anderen zugänglich zu machen. Gleichzeitig braucht es die Bereitschaft, Neuland zu betreten und neue Technologien zu nutzen.

Neue Mitarbeiter wie Auszubildende oder Berufsanfänger empfinden abteilungsübergreifende Projektarbeit als normal. Für sie gehören agile Arbeitsmethoden wie Entwicklungssprints zum beruflichen Alltag dazu. Sie fühlen sich in einer Umgebung wohl, in der Ausprobieren, Scheitern und wieder Versuchen ganz selbstverständlich ist. Diese Arbeitskultur ist vielen Traditionsunternehmen und langjährigen Mitarbeitern oft noch fremd. Entsprechend müssen gerade die derzeitigen Mitarbeiter von Management und HR schonend an diese neue Arbeitskultur herangeführt werden.
Ein sehr erfolgreiches Beispiel ist die Umsetzung des Energiemanagement-Projekts im Bosch-Werk Homburg. Seit Beginn des Projektes üben die Teammitglieder das Arbeiten mit agilen Methoden. Kompetenzen in diesen neuartigen Arbeitsabläufen wurden bereits im Vorfeld durch Schulungsmaßnahmen gezielt aufgebaut. In Kombination mit einer starken Unter- stützung durch das Management gelang dem Team damit ein voller Erfolg auf neuem Terrain.

Referenzprojekte mit anderen Unternehmen

Optimierungsansätze und Methodiken, die zunächst intern erprobt wurden, haben sich auch extern bewährt und sind bereits in zahlreichen Kundenprojekten angewendet worden.

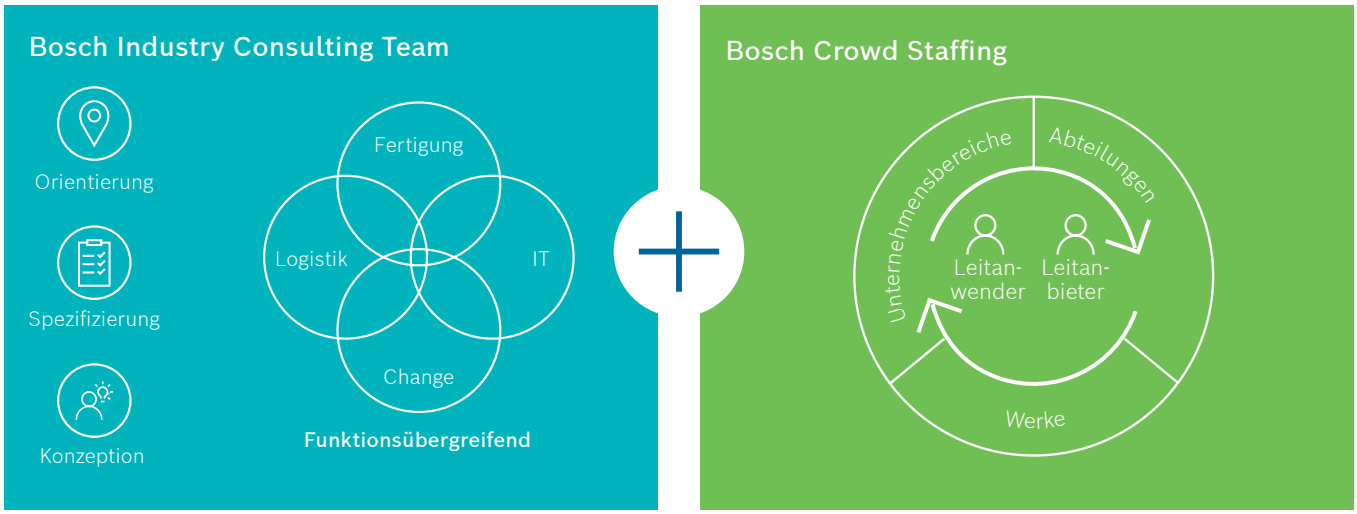


Abb. 6: Bosch Industry Consulting stellt Teams mit domänenübergreifendem Wissen für individuelle Kundenbedürfnisse zusammen

Für die organisatorische Umsetzung nutzt Bosch Industry Consulting einen Crowd-Staffing-Ansatz (Abb. 6). Dabei greift das Kernteam auf die Expertise aus dem gesamten Bosch-Konzern zu. So können die Projektteams gezielt um eine große Auswahl an verschiedenen Experten aus den unterschiedlichsten Bereichen erweitert werden. Mittelbar erhalten Kunden dadurch direkten Zugang zu den Kompetenzzentren und Experten der Bosch-Gruppe: Beispielsweise Energiemanagement und Einsatz von RFID-Technologie im Werk Homburg 1 (Bosch Powertrain Solutions), Assistenzsysteme für Multi-Produkt-Montagearbeitsplätze im Werk Homburg 2 (Bosch Rexroth) Expertise für autonome Transportfahrzeuge im Werk Nürnberg (Bosch Powertrain Solutions). Darüber hinaus besteht ein enger Kontakt mit dem Bosch-Forschungscampus sowie den Zentralabteilungen der Logistik und Fertigungsplanung. Dieses Wissen ermöglicht es Bosch Industry Consulting, für jeden individuellen Bedarf das passende Projektteam zusammenzustellen und Kunden somit umfassend und sehr spezifisch zu beraten, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen.

Referenzprojekt 1: Von der Strategie zu den Maßnahmen (OEM)



Der Fokus des Projekts bei einem deutschen Automobilhersteller (OEM) lag darauf, die Planung für den Neubau eines Montagewerkes zu begleiten und die relevanten Industrie 4.0 Anwendungsfälle herauszuarbeiten. Dazu definierten die Experten von Bosch Industry Consulting zunächst einen richtungsweisenden Zielzustand für das Werk und leiteten daraus die relevanten Handlungsfelder ab. Diese Handlungsfelder, darunter Produktion, Energiemanagement und Human Resources, wurden in einem ersten Schritt priorisiert. Für das Thema Produktion etwa identifizierten Industrie 4.0-Spezialisten mit Erfahrung im Bosch Produktionssystem (BPS) am Wertstrom vor Ort Potenziale und definierten konkrete Anwendungen im Sinne der strategischen Ausrichtung des Werkes. In der zweiten Projektphase wurden die Bereiche Security, Facility- sowie Qualitätsmanagement analysiert und auch hier konkrete Anwendungsfälle abgeleitet.

Das Ergebnis: ein technisches Konzept für die einzelnen Anwendungen inklusive einer Einschätzung zu Kosten, Einsparungen und Zeitbedarf. Zusätzlich wurden konkrete Maßnahmen zur Implementierung beschrieben. Das Ergebnis verschaffte dem OEM einen ganzheitlichen Überblick über die relevanten Industrie 4.0 Anwendungsfälle in den verschiedenen Bereichen. In Kombination mit der quantitativen Bewertung ergab sich so eine fundierte Entscheidungsgrundlage, um die Planung für das neue Werk weiter zu
verfeinern. Damit kann der Kunde sicherstellen, dass eine digitale Fabrik der Zukunft entsteht, die den Benchmark in der Branche setzt.

Die ganzheitliche Sicht auf Industrie 4.0-Anwendungsfälle und die quantitative Bewertung bilden die Grundlage für eine digitale Fabrik der Zukunft, die den Benchmark in der Branche setzt.

Referenzprojekt 2: Vernetzung aus einer Hand



Bei einem britischen Automobilhersteller (OEM) stand ebenfalls ein Greenfield-Ansatz im Vordergrund. Allerdings wurde hier zunächst ein bereits bestehendes Werk mit vergleichbaren Strukturen hinsichtlich Potenzialen im Wertstrom untersucht. Basierend auf diesen Potenzialen identifizierte Bosch Industry Consulting drei wichtige Anwendungsfälle für das neue Werk und setzte diese um:

- **Shopfloor Visualisierung**
  KPIs werden von Werkleiter- bis Mitarbeiter-Level visualisiert und miteinander verknüpft, um maximale Transparenz entlang des Wertstroms über alle Hierarchieebenen hinweg zu schaffen

- **Energiemanagement**
  Tracking und Visualisierung der Energieverbräuche im gesamten Werk inklusive intelligenter Algorithmen zur Senkung der Energiekosten (z.B. Benchmarking der Anlagen oder Abschaltung nicht benötigter Verbraucher)

- **Digitale Wartungsunterstützung in Echtzeit**
  Digitalisierung des Wartungs- und Instandhaltungsprozesses auf dem Shopfloor zur Steigerung von Effizienz und Anlagenverfügbarkeit, begleitet vom Aufbau einer Wissensdatenbank

Diese drei Bereiche wurden bis hin zu den technischen Spezifikationen im Detail ausgearbeitet und innerhalb eines Test-Systems iterativ angepasst.

So konnten auch die Erfahrungen und Rückmeldungen der eigentlichen Anwender in das Konzept mit einfließen – wodurch sich der Mehrwert für den Kunden erheblich erhöhte. Erfahrene Systemarchitekten und Applikationsingenieure von Bosch begleiteten die Implementierung in den Wertstrom. Der Prozess von der Anwendungsfindung bis hin zur Implementierung wurde somit aus einer Hand durchgeführt. So konnten auch die eingesetzten Bosch-Lösungen von Anfang an aufeinander abgestimmt und miteinander vernetzt werden – was sich wiederum in einer effizienteren Umsetzung niederschlug.

Referenzprojekt 3: Neue Lösungen in bestehender Landschaft



Bei einem Tier-1 Zulieferer für die Automobilindustrie bestand die Herausforderung darin, die Produktions- und Logistikprozesse in bestehenden Werken zu vernetzen. Dazu priorisierte Bosch Industry Consulting innerhalb eines Vorprojektes und nach Analyse der Wertströme fünf Themengebiete:

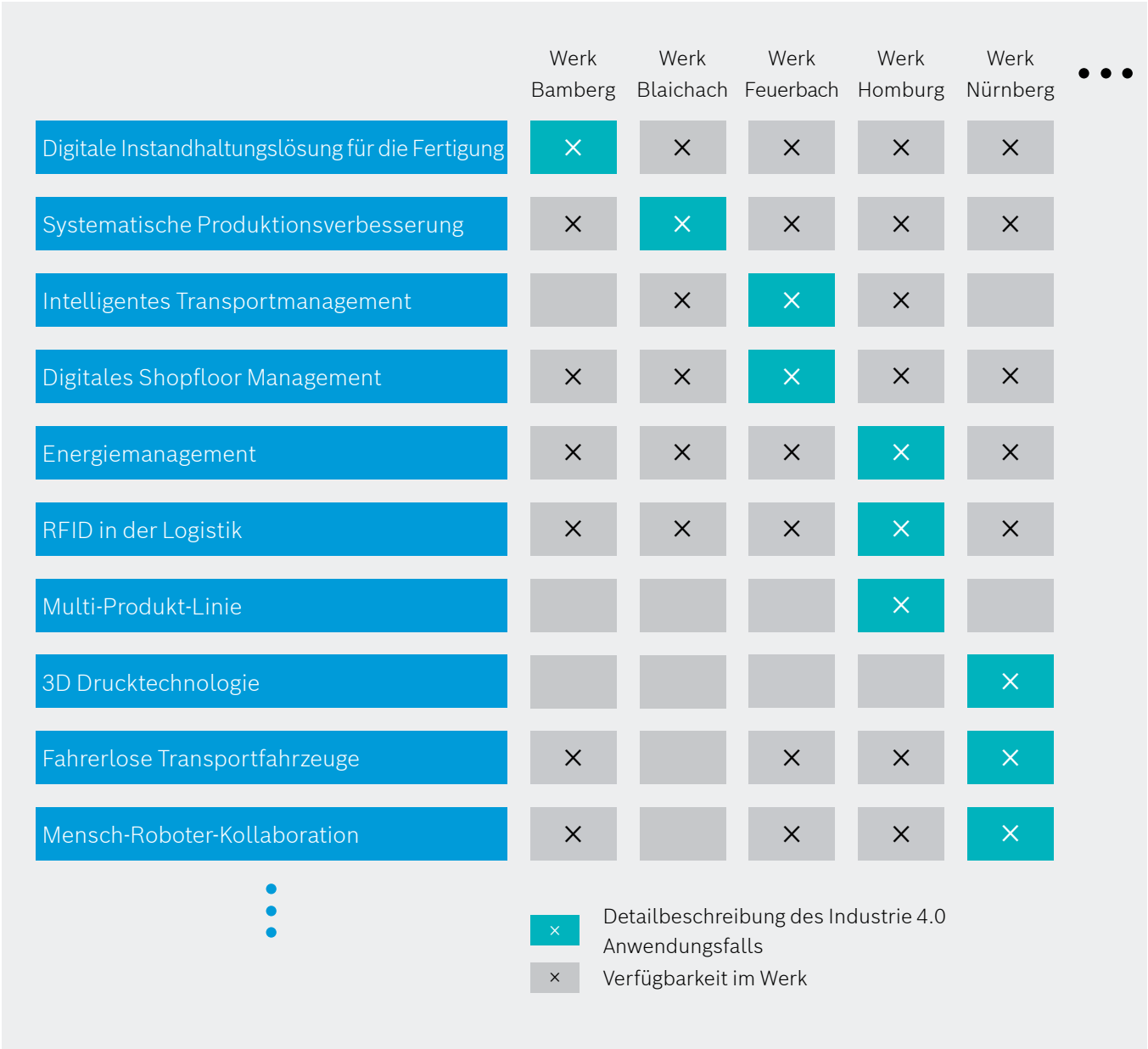
- Autonome Transportfahrzeuge in der Intralogistik
- Mensch-Roboter-Kollaboration in der Montage
- Hochflexible Montagelinie inklusive digitaler Werkerunterstützung
- Werksübergreifendes, sensorgestütztes Energiemanagement
- Digitalisierung der Materialflüsse mittels RFID-Technologie

Für die Realisierung des Projektes wurden Experten aus verschiedenen Bosch-Werken hinzugezogen, die eine detaillierte Analyse der einzelnen Themengebiete durchführten. So unterstützten beispielsweise Experten aus dem Werk Homburg die Teilprojekte RFID und Energy Management, während für das Teilprojekt autonome Transportfahrzeuge Experten aus dem Werk Nürnberg zum Einsatz kamen.

In Workshops vor Ort wurden technische Konzepte und Machbarkeitsstudien erarbeitet, die als Entscheidungsgrundlage für das weitere Vorgehen dienten. Maßgeblich standen dabei das Kosten-/Nutzenverhältnis, die technischen Voraussetzungen sowie der Zeitbedarf für die Implementierung im Vordergrund. Auf dieser Basis identifizierte und implementierte Bosch Industry Consulting die relevanten Anwendungsfälle. Als Ergebnis verfügt der Kunde jetzt über eine hochflexible Montagelinie für ein Werk mit kleinem Volumen und hoher Varianz sowie ein sensorgestütztes Energiemanagement für die weltweiten Werke als zentrale Plattform.

Industrie 4.0 Anwendungsfälle aus Bosch Werken

Um die Vielfalt möglicher Industrie 4.0-Projekte aufzuzeigen, wurde eine Auswahl von zehn unterschiedlichen Anwendungen aus fünf Werken am Standort Deutschland zusammengestellt und mit weiterführenden Informationen angereichert. Jedes Beispiel enthält eine Kurzinformation über das Werk, eine kompakte Übersicht des Anwendungsfalles sowie eine ausführlichere Beschreibung. Dies gibt einen kleinen Ausschnitt der Industrie 4.0-Welt bei Bosch wieder und verdeutlicht, wie individuell die Lösungen für verschiedene Produktionscharakteristiken aussehen können.





Das Werk Bamberg

Das Werk Bamberg fertigt als eines der größten Werke der Bosch-Gruppe Komponenten für Benzin- und Dieselmotoren wie Hochdruckeinspritzventile, Sensorelemente, Common Rail-Injektoren, Düsen, Zündkerzen und Aktoren. Der Standort ist An- und Hochlaufwerk sowie Leitwerk für 22 Werke in 13 Ländern. Seit 2014 ist das Thema Industrie 4.0 mit vielen Einzelprojekten im Bamberger Werk vertreten. Zur vernetzten Fertigung gehört unter anderem das Schaffen einer einheitlichen Datenbasis, eines sogenannten Data Warehouses. Das strukturierte Sammeln aller Daten der Maschinen und Produkte ermöglicht somit eine Vielzahl an Services und Anwendungsfällen.



Digitale Instandhaltungs-lösung für die Fertigung

Werk Bamberg

Nutzung von mobilen Endgeräten zur Bearbeitung von Instandhaltungsaufträgen und Übermittlung detaillierter Informationen zur Verbesserung der Fehlerdiagnose und -behebung: Integration von Mitarbeiterexpertise in den Problemlösungsprozess

Vorteile

Erhöhte Maschinen-verfügbarkeit

Kurze Reaktionszeiten

Kosteneinsparungen

Stückzahl pro Jahr

Gering (Tausende) — Hoch (Millionen)

Hintergrund

- Erstellung und Bearbeitung von Instandhaltungsaufträgen direkt an der Maschine
- Nutzung mobiler Endgeräte: Integration von Dokumenten, Bildern, Videos usw.
- Instandhaltungsmitarbeiter erhalten Zugriff auf alle relevanten Informationen

I4.0 Anwendungsfall

- Erstellung von Instandhaltungsaufträgen durch den Mitarbeiter vor Ort (inkl. Fotos, Videos usw.)
- Automatische Verfügbarkeitsprüfung für Ersatzteile
- Effizienzsteigerung durch digitale Unterstützung des Wartungsprozesses

Gewonnene Erfahrungen

- Standardisierter Instandhaltungsprozess als Basis für die Digitalisierung
- Frühe Einbindung aller Stakeholder (z.B. Management, Betriebsrat)
- Nutzung mobiler Endgeräte ermöglichen die Identifikation weiterer Anwendungsfälle

Werkseigenschaften

- **Produkte:** Komponenten für Benzin- und Dieselmotoren wie Hochdruckeinspritzventile, Sensorelemente, Common Rail-Injektoren, Düsen, Zündkerzen, Aktoren
- **Technologien:** Schleifen, Fräsen, elektrochemisches Entgraten, Tieflochbohren, Erodieren, Waschen, Montieren, Härten, Kleben, Schweißen, Kunststoffspritzgießen, Sintern

Digitale Instandhaltungslösung für die Fertigung

Das Nexeed Maintenance Support System (Nexeed MSS) ist eine von Bosch Connected Industry in Zusammenarbeit mit unterschiedlichsten Bosch Werken – darunter auch die Pilotwerke Bamberg, Homburg und Feuerbach –
entwickelte, mobile Instandhaltungslösung für Wartungsprozesse, Störungs-
behebung sowie die vorbeugende und vorausschauende Wartung. Ziel des Projekts war, Ineffizienzen in den bestehenden Instandhaltungsprozessen zu beseitigen und die beteiligten Mitarbeiter zu unterstützen.

Vor der Einführung verfügten die Mitarbeiter im Bamberger Werk zwar über ein großes Know-how über ihre jeweilige Maschine oder Anlage, aber dieses Wissen wurde nicht strukturiert abgelegt und geteilt. In bereichsübergreifenden Arbeitsgruppen vom Maschinenbediener über den Fertigungsplaner bis hin zum Instandhalter wurden die Anforderungen erarbeitet, die in den Software-Entwicklungsprozess eingeflossen sind. Gerade das Prozess-Know-how der Mitarbeiter, gepaart mit ihrer langjährigen Erfahrung, ermöglichte ein umfassendes Verständnis der Anwendung und eine Optimierung der Arbeitsabläufe.

Seit dem Rollout hat sich die durchschnittliche Störungszeit im Bamberger Werk um ca. 20% reduziert und die OEE bis zu 5% gesteigert.

Mit der neuen Lösung überwacht der Mitarbeiter mit einem digitalen Endgerät wie Smartphone oder Tablet die Prozesse in der Fertigung und erhält alle benötigten Informationen über den aktuellen Zustand. Er muss somit nicht mehr zwingend ins Büro, um den Instandhaltungsauftrag zu erstellen. Der Fall lässt sich direkt von der Maschine vollautomatisch an das Nexeed MSS senden, sodass der zuständige Service-Techniker eine entsprechende Meldung auf seinem Smartphone erhält. Mithilfe der Störungshistorie behebt dieser die Störung vor Ort. So kann er sich auf die Lösung des Problems konzentrieren und spart viel Zeit zur Organisation seiner Aufträge.

Und auch zeitintensives Suchen nach Maschinendokumenten und Anleitungen gehört der Vergangenheit an. Durch Abscannen eines QR-Codes an der Maschine stehen den Instandhaltern alle relevanten Informationen wie Dokumentationen, Bilder oder Videos digital zur Verfügung. Die Ersatzteilbestellung kann ebenfalls direkt an der Maschine erfolgen. Der Instandhalter erhält auf dem mobilen Endgerät Informationen zum verfügbaren Bestand der Ersatzteile, kann diese reservieren und zeitnah aus dem Lager beziehen. So lassen sich lange Ausfallzeiten vermeiden.

Seit dem Rollout hat sich die durchschnittliche Störungszeit im Bamberger Werk um ca. 20% reduziert und die OEE bis zu 5% gesteigert.



Das Werk Blaichach

Das Bosch-Werk in Blaichach/Immenstadt für Chassis System Control (CC) verfügt über ein vielseitiges Portfolio. Neben elektronischen Bremssystemen wie ESP/ABS, iBooster und Integrated Power Brake (IPB) werden
auch Systeme für den Einsatz in Elektro- und Hybridfahrzeugen gefertigt. Außerdem entstehen dort Komponenten für den Antriebsstrang wie Einspritztechnik sowie Sensoren für das Motormanagement und Multifunktionskameras. Als Leitwerk steuert Blaichach ein weltweites Produktionsnetzwerk von elf Standorten und über 7.400 vernetzten Anlagen. Die Daten, die entlang der unterschiedlichen Wertströme generiert werden, bilden die Ausgangsbasis für alle Industrie 4.0-Projekte.



Systematische Produktionsverbesserung

Werk Blaichach

Mit der Industrie 4.0-Softwarelösung Production Performance aus dem Nexeed Industrial Application System zur systematischen Produktionsverbesserung: Unterstützung der Mitarbeiter aus Qualitäts- und Instandhaltungsmanagement mit detaillierten Prozess- und Maschineninformationen in Echtzeit

Vorteile

Volle Transparenz

Erhöhte Effizienz

Kosteneinsparungen

Stückzahl pro Jahr

Gering (Tausende) — Hoch (Millionen)

Hintergrund

- Aggregation von Daten aus verschiedenen Quellen (unterschiedliche Maschinen, Werkzeuge usw.)
- Module und Algorithmen für standardisierte Analysen
- Zustandsüberwachung, Live-Prozessdatenanalysen, vorausschauende Wartung

I4.0 Anwendungsfall

Vermeidung von Werkzeugbrüchen und hohen Ausschussraten aufgrund kritischer Fügekräfte mittels dreistufigem Ansatz:

- Überwachung der Fügekraft
- Benachrichtigung der Bediener und Prozessexperten bei Grenzwertüberschreitung
- Implementierung vorbeugender Maßnahmen zur Vermeidung von Stillständen

Gewonnene Erfahrungen

- Funktionen und Vorteile müssen offen kommuniziert werden
- Best-Practice-Beratung durch Expertengruppen erforderlich
- Starter-Kits unterstützen schnelles Lernen und erleichtern die Implementierung

Werkseigenschaften

- **Produkte:** Elektronische Bremssteuerungen (ABS und ESP), Antriebsstrangkomponenten, Videosensoren, neue Bremssysteme und Multifunktionskameras
- **Technologien:** Spritzguss, Zerspanen, Montieren, Härten, Kleben, Fügeprozesse, Waschen, Erodieren

Systematische Produktionsverbesserung

Zur systematischen Verbesserung der Produktionsabläufe evaluiert der Bosch Standort Blaichach zyklisch neue Industrie 4.0-Lösungen entlang des Fertigungswertstroms und nimmt passende Lösungen in sein Portfolio mit auf. Jüngst wurde es um die Anwendung Production Performance des Nexeed Industrial Application Systems ergänzt. Die Applikation Production Performance lässt sich optimal in die Produktionsumgebung und die darunterliegenden IT-Systeme integrieren. Er ergänzt die bestehenden Lösungen bezüglich Visualisierung und Auswertung von Echtzeitdaten. Die intuitiv bedienbare Managementoberfläche der Software ermöglicht den unterschiedlichen Nutzergruppen, die Produktions- und Prozessdaten verschiedener Maschinentypen in einer Anwendung und in Echtzeit zu überwachen.

Das gezielte Monitoring der qualitätsrelevanten Parameter sorgt für mehr Transparenz über den Fertigungsprozess und die Qualität. Zusätzlich entlastet es Mitarbeiter an der Linie. Diese erhalten durch die Funktion der Linienüberwachung (Liniencockpit und Linienstatus) gezielt Informationen über Abweichungen und haben den Freiraum, sich in der Zwischenzeit auf die generelle Verfügbarkeit der Anlage zu konzentrieren. Somit unterstützt das System die tägliche Arbeit in der Produktion, der Instandhaltung und des Qualitätsmanagements.

Die Anwendung unterstützt die verwendeten Andon-Boards zur Visualisierung der Ausbringungsmengen. Durch seinen Einsatz lässt sich die Taktzeit in Echtzeit überwachen und so potenzielle Abweichungen der Soll-Abliefermenge erkennen – das Linienpersonal wird frühzeitig informiert und kann eingreifen. Dies verkürzt nicht nur die Reaktionszeiten für die Fehlerbehebung und reduziert gleichzeitig die Anzahl von ungeplanten Wartungen, sondern hilft auch vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen, um die Fehlerentstehung direkt zu vermeiden.

Der Einsatz der Production Performance Applikation eignet sich etwa für den Austausch von Stempelwerkzeug: Dieser erfolgte bislang nach fest vorgegebenen Wartungsintervallen. Teilweise wurde dabei die Grenzkraft schon vor dem nächsten Wartungsintervall überschritten, was zu Werkzeugbruch während der Fertigung und letztlich zu einer hohen Ausssschussrate führte. Das Werk Blaichach setzt nun auf die Software, um die Kräfte des Stempels sowie dessen Obergrenze in Echtzeit zu überwachen. Dafür werden eine Reihe von Grenzschwellwerten für diesen Kraftwert definiert. Wird diese Grenze erreicht, sendet die Lösung automatisch Benachrichtigungen an die verantwortlichen Maschinenbediener und Prozessexperten und führt weitere Aktionen durch. Der stufenweise Ansatz für die Grenzwertdefinition ermöglicht den Aufbau eines Eskalationsmodels basierend auf der Kritikalität der jeweiligen Schwellwertgrenze. Die Verantwortlichen leiten im Anschluss daran entsprechende Maßnahmen ein, was einen Werkzeugbruch verhindert.

Als Leitwerk ist Blaichach darin bestrebt, Skaleneffekte bei Industrie 4.0-Lösungen im Produktionsnetzwerk zu erzielen. Aus diesem Grund hat Blaichach einen Standard geschaffen, dank dem Anwendungsfälle über alle weltweiten Fertigungen hinweg identifiziert und evaluiert werden können. Diese Grundvoraussetzung hat maßgeblich zur erfolgreichen Einführung der Production Performance Anwendung aus dem Nexeed Industrial Application System und der Akzeptanz der neuen Lösung beigetragen.

Über diesen Standard sind die Werke nun befähigt, ähnliche oder gleiche Anwendungsfälle schneller zu implementieren und Erfahrungen im Umgang auszutauschen. Der Standard schafft ein eindeutiges Verständnis des Anwendungsfalls und sorgt für die notwendige Transparenz beim Fertigungsprozess. Das vorab ausgearbeitete Kommunikations- und Trainingskonzept war ebenfalls ausschlaggebend für den Erfolg der Software. Zu Beginn wurden alle beteiligten Rollen wie etwa der Prozessexperte, Maschinenbediener und Instandhalter in den Rollout miteinbezogen und intensiv für einen echten Anwendungsfall an der Linie geschult.

Ein in Blaichach speziell entwickeltes „Starter-Kit“ bietet einen umfangreichen Zugriff auf Lernvideos zum richtigen Umgang mit der Lösung sowie Beispielbewertungen für mögliche Anwendungsfälle in der Linie. Ein entsprechendes Supportkonzept über Key User und Experten runden die Anwendung der Production Performance Applikation in Blaichach und im Produktionssystem ab.



Das Werk Feuerbach

Am Standort Stuttgart-Feuerbach arbeiten rund 13.500 Mitarbeiter aus 82 verschiedenen Nationen in unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern. Der traditionsreiche Standort blickt auf mehr als 100 Jahre Geschichte zurück. Heute ist dort unter anderem der Geschäftsbereich Powertrain Solutions angesiedelt. In den drei Marktsegmenten Electric Vehicles, Passenger Cars und Commercial Vehicles/Off-Road werden übergreifende Lösungen und ein umfassendes Produkt- und Serviceportfolio für den Antriebsstrang angeboten, unabhängig von der Kraftstoffart.



Intelligentes Transport Management

Werk Feuerbach (Pilotwerk Homburg)

Schaffung eines digitalen, intelligenten Materialflusses über den gesamten intralogistischen Wertstrom: Identifikation aller innerbetrieblichen Transportabläufe in Echtzeit, die Logistiker bei der Optimierung von Transportprozessen unterstützt

Vorteile

Kosteneinsparungen

Höhere Qualität

Erhöhte Effizienz

Stückzahl pro Jahr

Gering (Tausende) — Hoch (Millionen)

Hintergrund

- Erfassung aller relevanten Informationen des Milkruns in Echtzeit
- Dynamische Tourenplanung hinsichtlich Optimierung der Route und Fahrzeugauslastung
- Nachfrage-basierter Transport anstatt fester Fahrpläne mit standardisierten Routen

I4.0 Anwendungsfall

- Der Milkrun fährt ausschließlich auf Nachfrage ohne feste Zeitpläne
- Fahrzeugflotte kann an verschiedene ERP-Systeme angebunden und gesteuert werden
- Mittels eines Tablets erhält der Milkrun-Fahrer benötigte Informationen

Gewonnene Erfahrungen

- Change-Management ermöglicht die frühzeitige Einbindung der Endnutzer
- Frühzeitiges, umfassendes Prozessverständnis unter dem Motto „den Prozess selbst erleben"
- Umfangreiche Testphase vor dem produktiven Einsatz

Werkseigenschaften

- **Produkte:** Hochdruckkolbenpumpe; CV-Injektor; Diesel-Komponenten, Abgassensorik (XS)
- **Technologien:** Tieflochbohren; Paarungsschleifen; Schweißen, Kunststoffspritzgießen

Intelligentes Transport Management

Um die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern, haben die Verantwortlichen in Feuerbach ihre Digitalisierungsstrategie weiter geschärft. Dabei zeigte sich, dass die in Feuerbach operierenden Milkrun-Züge ein deutliches Optimierungspotenzial aufweisen. Dazu führte das Werk Nexeed Intralogistics Execution mit der Teillösung Transport Management mit Unterstützung des Pilotwerkes Homburg ein, das in diesem Anwendungsfall bereits umfängliche Erfahrungen gesammelt hat.

Vom Lager bis zum Point-of-Use sorgt Nexeed Intralogistics Execution (Nexeed IE) in Echtzeit für Transparenz über die gesamte Materiallieferkette hinweg, um die Logistiker bei der Optimierung ihrer Prozesse zu unterstützen. Vor der Umstellung fuhren die Milkruns in einem vorgegebenen Zeitplan eine starre Route mit einzelnen Haltestellen an. Nach der Einführung von Transport Management (TM), eine Anwendung zur verbesserten Auslastung der Logistikfahrzeuge, fahren die Milkruns nun bedarfsgesteuert ohne einen festen Fahrplan. Über ein Tablet auf dem Fahrzeug wird dem Fahrer mitgeteilt, wann und wo welches Material benötigt wird. Die Lösung ist durchgehend mit dem Transport Management im ERP-System vernetzt und liefert Informationen zum Status von Transportaufträgen. Zudem liefert es Informationen zum Status der Fahrzeugflotte und Transportwegen.

Die Lösung konnte eine Steigerung der Prozesseffizienz um bis zu 15% nachweisen. Die bessere Auslastung der Fahrzeugflotte reduziert die Anzahl der benötigten Milkrun-Züge und damit die Kosten erheblich.

Anfänglich wurde eine Milkrunroute ausgesucht, bei der sich der Prozess einfach gestaltet. Zusätzlich laufen hier alle Transportabrufe zu 100 Prozent über RFID und können damit leicht digital abgebildet werden. Anschließend gab es eine ausführliche Testphase, die einen stabilen Pilotbetrieb gewährleistete. Eine lehrreiche Erfahrung war, dass Teile der traditionellen Lean-Philosophie zu Takt und Rhythmus einer Fertigung überdacht werden mussten, um in eine neue bedarfsgesteuerte Versorgung überzugehen.
Der aktiv begleitete Change-Prozess seitens HR (Human Resources) war ausschlaggebend für den Erfolg. Die Fahrer der Materialzüge standen von Anfang an im Mittelpunkt und hatten jederzeit die Möglichkeit, den Verlauf des Projektes aktiv mitzugestalten. Das hat einerseits anfängliche Ängste beseitigt, anderseits konnte damit die Motivation gesteigert werden.

Dieses Projekt konnte eine Steigerung der Prozesseffizienz um bis zu 15 Prozent nachweisen. Die bessere Auslastung reduziert die Anzahl der benötigten Milkrun-Züge und damit die Kosten erheblich. Die erhöhte Transparenz trägt zur Bestandsreduzierung bei, da durch eine intelligente und echtzeitnahe Transportsteuerung weniger Material an den Linien vorgehalten werden muss. Zusätzlich reduziert das neue System den Schulungsaufwand von neuen Mitarbeitern. Durch Kommunikation mit Manufacturing Execution Systemen kann das System zukünftig nicht nur aktuell bekannte, sondern auch zukünftig auftretende Transporte berücksichtigen. Das Transport Management wird auf Basis historischer Transporte unter Veränderung definierter Parameter simulieren können, ob Qualitätskennzahlen weiterhin erreicht werden.



Digitales Shopfloor Management

Werk Feuerbach

Implementierung eines digitalen Shopfloor Management Systems mit NEXEED:
Erfassung von Fertigungsdaten für eine gesteigerte Transparenz im Wertstrom; modularisierte Software-Erweiterungen für individuelle Produktionsanforderungen

Vorteile

Volle Transparenz

Gesteigerte Produktivität

Vergleichbarkeit

Stückzahl pro Jahr

Gering (Tausende) — Hoch (Millionen)

Hintergrund

- Homogenisierung der Werkstandards bei der Erfassung von KPIs
- Erhöhung der Transparenz und Vergleichbarkeit auf Werks- sowie auf Geschäftsbereichsebene
- Ermöglicht Rückmeldung in Echtzeit hinsichtlich der aktuellen und angestrebten Leistung

I4.0 Anwendungsfall

- Festlegung eines einheitlichen Standards für das gesamte internationale Produktionsnetzwerk (IPN)
- Reduzierung von signifikanten Zeitverlusten bei der manuellen Datenerfassung und -aufbereitung

Gewonnene Erfahrungen

- Definition eines ganzheitlichen Systems einheitlicher Fehlercodes
- Einbindung und Koordination aller relevanten Abteilungen
- Etablierung einer standardisierten Nutzung verfügbarer Daten

Werkseigenschaften

- **Produkte:** Hochdruckpumpen; CV-Injektoren; Diesel-Komponenten
- **Technologien:** Tieflochbohren; Schleifen von Paaren; Schweißen; Kunststoffspritzguss; Beschichtung; Wärmebehandlung; Montage

Digitales Shopfloor Management

Jedes Unternehmen möchte seine Prozesse kontinuierlich und direkt am Ort der Wertschöpfung verbessern. Dafür lohnt es sich, Optimierungspotenziale innerhalb der Fertigung aufzudecken. Denn das oberste Ziel ist, Kundenanforderungen bestmöglich zu erfüllen. Dabei spielt nicht nur die OEE-
Steigerung eine wesentliche Rolle. Auch die Sicherstellung der Qualität, Effizienz sowie Transparenz stehen im Fokus. So auch im Bosch Werk in Feuerbach: Hier hat man sich zum Ziel gesetzt, ein digitales Shopfloor Management-System in das bestehende Produktionssystem zu integrieren. Unter
Berücksichtigung bestehender Prozesse sollen Maßnahmen ergriffen werden, die künftig zu einer Verbesserung des Produktionsprozesses führen sollen:

- **Von einer manuellen Eingabe der Produktionsdaten hin zur automatisierten Erfassung und Digitalisierung von Produktionsdaten, inklusive Reporting für das Fertigungspersonal und Management.**
- **Transparenz und Visualisierung von werksübergreifenden Echtzeitdaten im IPN-Verbund (International Production Network) inklusive Vergleichbarkeit der Daten dank einer gemeinsamen Datenbasis**
- **Frühzeitige Erkennung von Bottlenecks und Einführung von Frühwarnsystemen für eine schnelle Problemerkennung und -behebung**
- **Einführung einer papierlosen Fertigung (digitale Morgenrunden).**
- **Optimierung des Ressourceneinsatzes (Reduzierung von Ausschuss)**
- **Sicherstellung der Qualität und Rückverfolgbarkeit (Traceability)**

NEXEED von Bosch erfüllt alle gestellten Anforderungen. Für die Umsetzung der Maßnahmen wurde das passende Lösungspaket eingesetzt: Shopfloor Management des Nexeed Industrial Application System zuzüglich Traceability-Funktionen zur Sicherstellung der Qualität und Rückverfolgbarkeit im Fertigungsprozess.

Das Shopfloor Management bündelt und analysiert Produktions- und Maschinendaten in Echtzeit. Die integrierten Planungs-, Visualisierungs-, und Reportingfunktionen sorgen für eine höhere Transparenz in der Produktion. Durch die unmittelbare Darstellung der Anlagendaten sind Bediener in der Lage, Prozesse kontinuierlich zu optimieren. So lassen sich Engpässe frühzeitig identifizieren, gezielte Gegenmaßnahmen ergreifen und Ergebnisse überwachen. Dank der zusätzlichen Management View-Funktion erhalten Linien- und Produktionsverantwortliche schnell einen Überblick über den Produktionsstatus ihrer Anlagen – und das über mehrere Standorte hinweg.

Zusätzlich zum Shopfloor Management hat man mit der Einführung von Traceability-Funktionen die Rückverfolgbarkeit von verbauten Komponenten sichergestellt.

So können kritische Prozesse überprüft und die Komponenten bei Bedarf zum Nacharbeitsplatz geschickt werden. Dort fällt die Entscheidung, ob eine Nacharbeit erfolgen darf bzw. kann – oder ob ein Ausschuss vorliegt. Zudem wird der nächste Prozessschritt nach erfolgreicher Prüfung zur weiteren Verarbeitung freigegeben. An Endmontagelinien stellen die Traceability-Funktionen sicher, dass nur einwandfreie Teile verpackt werden. Die Software sorgt im Werk Feuerbach nicht nur für hohe Qualität, sondern auch für eine genaue Rückverfolgbarkeit: Dank der Speicherung und Dokumentation der Produktions- und Prozessdaten kann exakt nachvollzogen werden, welches Teil wann mit welchen Messwerten gefertigt wurde.

Der Erfolg eines neu eingesetzten Systems hängt in erster Linie von den Personen ab, die es nutzen. Mit zielgerichteten Schulungen und Change Management-Methoden wurden den Mitarbeitern sowohl persönliche als auch unternehmerische Vorteile der Änderungen erläutert. Die Ergebnisse überzeugen: Mit der Einführung von NEXEED konnten manuelle Aufwände zur Erfassung und Aufbereitung der benötigten Daten um fast 90 Prozent reduziert werden: von monatlich 320 auf nur 34 Stunden. Diese enorme Effizienzsteigerung beruht zum einen auf der nun teilweise automatisierten Datenerfassung, zum anderen auf der intuitiven und standardisierten Art der verbleibenden manuellen Eingaben.

Mit der Einführung von NEXEED konnten manuelle Aufwände zur Erfassung und Aufbereitung der benötigten Daten um fast 90% reduziert werden: von monatlich 320 auf nur 34 Stunden.



Das Werk Homburg 1

Das Homburger Werk, Powertrain Solutions (PS), produziert mehrere Millionen Diesel-Komponenten pro Jahr. Es ist Leitwerk für Injektoren, Hochdruckspeicher (Rails) und Reihenpumpen für das internationale Bosch Produktionsnetzwerk. Die Herausforderungen liegen vor allem in den anspruchsvollen Logistikprozessen, den vielfältigen Produktvarianten und damit einhergehender höherer Komplexität in den Teilwertströmen, sowie der umfangreichen Fläche, die zur Produktion benötigt werden. Das Thema Energie bietet aufgrund der hohen Beeinflussbarkeit überaus lohnenswertes Potenzial zur Optimierung der Prozesskosten und für die Steigerung der Produktionssicherheit. Darüber hinaus bieten in der Großserienfertigung vor allem die Logistikprozesse zahlreiche Ansätze für intelligente Industrie 4.0-Lösungen.

Das Werk Homburg 2

Das Werk Homburg des Geschäftsbereichs Drive and Control Technology (Bosch Rexroth) produziert Hydraulik-Ventile, vorrangig für die Ausrüstung von Traktoren und Kunststoffspritzgussmaschinen. Die Produktion ist geprägt von hoher Produktvarianz und Maschinenbau-typischen Losgrößen von bis zu maximal 100 Stück pro Auftrag. Das Fertigungsportfolio weist aufgrund der Kundenstruktur eine sehr hohe Varianz auf. Damit muss das Werk typische Anforderungen des deutschen Mittelstands erfüllen und zeigt, dass sich auch unter diesen Bedingungen Industrie 4.0 durchsetzt.



Energiemanagement

Werk Homburg 1

Automatisierte Verfolgung von energiebezogenen Maschinenzuständen und Abweichungsmanagement: Transparenz durch KPI-Überwachung unterstützt den kontinuierlichen Verbesserungsprozess und ermöglicht die Optimierung von Spitzenlasten

Vorteile

Kosteneinsparungen

Erhöhte Transparenz

Optimierte Spitzenlasten

Stückzahl pro Jahr

Gering (Tausende) — Hoch (Millionen)

Hintergrund

- Hohe Volatilität des Energiemarktes mit einer erwarteten Steigerung der Energiekosten
- Deutliches Einsparungspotenzial aufgrund starker Beeinflussbarkeit von Energieverbräuchen
- Ermöglicht den schonenden Umgang mit Ressourcen

I4.0 Anwendungsfall

- Standardisierte Analyse der Energiedaten zur Erkennung von Abweichungen
- Einbindung der relevanten KPIs in die täglichen Routinen sorgt für Transparenz
- Signifikante Verbesserungen durch die Kombination von Datenerfassung und -überwachung

Gewonnene Erfahrungen

- Auswahl kostengünstiger Netzwerkarchitekturen
- Einbindung aller relevanten Abteilungen
- Standardvorgehen, um passende Sensoren auszuwählen

Werkseigenschaften

- **Produkte:** Common Rail-Komponenten (Rail, Injektoren, Pumpenteile) für Dieselfahrzeuge (PKW, LKW, Off-Highway)
- **Technologien:** Schleifen, Fräsen, ECM, Tieflochbohren, Erodieren sowie Montage- und Prüftechnik

Energiemanagement

Das Werk trägt die Gesamtverantwortung für Energiedatenvisualisierungen im Geschäftsbereich PS. Der Industrie 4.0 Use-Case „Energiemanagement“ wurde im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses umgesetzt. Obwohl die Energiekosten im direkten Vergleich zu Personal- und Maschinenkosten lange im Hintergrund standen, zeigt das Projekt: Eine Steigerung der Energieeffizienz lohnt sich. Das Werk Homburg hat seit 2007 eine Vielzahl an Effizienz-Projekten umgesetzt, welche die Energiekosten seitdem um insgesamt 12 Mio. Euro reduziert haben - bei einer Amortisationszeit für die Gesamtmaßnahme von unter 1,5 Jahren.

Mithilfe der Nexeed Energy Platform implementierte das Werk eine ganzheitliche und erweiterbare Lösung für das Energiecontrolling. Durch die cloudbasierte Plattform werden verschiedene Sensordaten mit Informationen aus bereits vorhandenen Datenbanken (MES, ERP, GLT) kombiniert, um die Energieeffizienz zu bewerten, Abweichungen zu erkennen und diese voll- oder teilautomatisiert durch die Software zu beheben. Ein wesentliches Instrument für die Steigerung der Energieeffizienz sind statische oder gleitende Sollwerte für individuelle Messgrößen. Diese automatisiert definierten Zielwerte ermöglichen einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess, um weitere Einsparungen zu realisieren. Neben energetischen Aspekten werden mit der Energy Platform auch qualitäts-, prozess- oder instandhaltungsrelevante Informationen überwacht. Die so entstehenden Synergien führen zu deutlichen Kostenreduzierungen. Beispielsweise kann der Energieverbrauch einer Absaugung Rückschlüsse auf den Grad der Verschmutzung ermöglichen und für eine zustandsorientierte Wartung von Komponenten genutzt werden. Alleine durch dieses Überwachen der Anlagenzustände erzielt das Werk Homburg Einsparungen von bis zu 750.000 Euro pro Jahr.

Das Werk Homburg hat seit 2007 eine Vielzahl an Effizienz-Projekten umgesetzt, welche die Energiekosten seitdem um insgesamt 12 Mio. Euro reduziert haben – bei einer Amortisationszeit für die Gesamtmaßnahme von unter 1,5 Jahren.

Ein Team aus Energieexperten, Mitarbeitern aus den Anwendungsbereichen und dem Management bündelte das nötige Wissen. Das Projekt verdeutlichte, dass Industrie 4.0-Lösungen nicht als standardisierte und einsatzfähige Produkte auf dem Markt erhältlich sind, sondern stets einen hohen Grad an Individualisierung erfordern. Erst ein Anpassen an die Bedürfnisse und Rahmenbedingungen schöpft das gesamte Potenzial aus. So mussten für vorhandene Maschinen im Werk individuelle Bewertungssystematiken erstellt werden, um verlässliche Informationen aus den Daten gewinnen zu können.

Für die Mitarbeiter war das Maß der Veränderung vertretbar. Dort, wo einzelne, wenig wertprägende Prozesse teilweise oder sogar vollständig automatisiert worden sind, entstand für die Fachexperten mehr Freiraum für weitere Optimierungsprojekte. Dadurch haben die entsprechenden Fachexperten Zeit für wertschöpfende und sinnhafte Optimierungsprojekte gewonnen. Somit hilft die Energy Platform von Bosch, Kosteneinsparungen zu realisieren, ökologisch vorbildlich zu handeln und gleichzeitig die Mitarbeiter an das Thema Industrie 4.0 heranzuführen.



RFID in der Logistik

Werk Homburg 1

Digitalisierte Logistikprozesse mit hoher Transparenz und reduzierten Beständen sowie Wiederbeschaffungszeiten: Rückverfolgbarkeit von Materialien und Erzeugnissen, Effizienzverbesserung bei indirekten Prozessen

Vorteile

Volle Transparenz

Kosteneinsparungen

Reduzierte Bestände

Stückzahl pro Jahr

Gering (Tausende) — Hoch (Millionen)

Hintergrund

- RFID als Industriestandard ermöglicht einen einheitlichen Informationsaustausch zwischen den Werken
- RFID als Basis für weitere Industrie 4.0-Lösungen wie fahrerlose Transportsysteme oder intelligente Supermärkte
- RFID digitalisiert Waren in der Lieferkette, um die Grundlage für den digitalen Zwilling zu schaffen

I4.0 Anwendungsfall

- Ganzheitlicher Ansatz: RFID-Implementierung über den gesamten Wertstrom
- Verschiedenste RFID-basierte Anwendungsfälle in den Bereichen Wareneingang, Produktion und Versand

Gewonnene Erfahrungen

- Spezifische Hard- und Software hängt stark vom jeweiligen Anwendungsfall ab
- Stabile Prozesse sind die Grundlage für den Erfolg
- RFID findet im gesamten Wertstrom Anwendung, nicht nur in der Intralogistik

Werkseigenschaften

- **Produkte:** Common Rail-Komponenten (Rail, Injektoren, Pumpenteile) für Dieselfahrzeuge (PKW, LKW, Off-Highway)
- **Technologien:** Schleifen, Fräsen, ECM, Tieflochbohren, Erodieren sowie Montage- und Prüftechnik

RFID in der Logistik

Seit 2008 laufen im Homburger Bosch Werk RFID-Anwendungen produktiv im Serienbetrieb. Egal ob bei Neuentwicklungen mit führenden Herstellern von RFID-Komponenten oder als Mitentwickler von RFID-Kommunikationsstandards – das Homburger Kompetenzzentrum für RFID-Serienprozesse ist fast immer involviert. Im Rahmen des RAN-Projekts (RFID-based automotive network) wurden zusammen mit führenden Automobilherstellern, Tier1 Zulieferern, Softwarelieferanten, Logistikdienstleistern und mit Hochschulunterstützung Standards geschaffen, die heute der kompletten Industriewelt dienen.

Als Kompetenzzentrum für RFID im größten Geschäftsbereich der Robert Bosch GmbH, Powertrain Solutions, arbeitet das Werk Homburg nicht nur intern an Verbesserungen, sondern rollt diese auch auf andere Werke aus. So unterstützt Homburg über 50 internationale Bosch-Werke mit Hard- und Softwarekompetenz. Noch heute profitiert das Homburger Werk dabei von den Erfahrungen der ersten Stunde. Mit ca. 25% der RFID-Leseevents im gesamten Bosch-Konzern steht es unangefochten an erster Stelle.

Das liegt vor allem daran, dass neben klassischen Buchungslösungen, bei denen Waren über sog. RFID-Gates oder RFID-Reader halb- und vollautomatisch erfasst werden, auch immer mehr vernetzte Lösungen eine Rolle spielen. So bestellen dezentrale Lager in der Fertigung, sogenannte intelligente Supermärkte, vollautomatisch Ware bei der Entnahme nach. Wird die Ware an den Supermarkt geliefert, meldet sich die Ware selbstständig an und erhält nur dann die Freigabe, wenn die Ware der richtigen Bahn zugeordnet wird. Das unterstützt nicht nur den Mitarbeiter vor Ort, im komplexen Tagesgeschäft die Übersicht zu behalten, sondern schützt auch vor Qualitätsproblemen durch verwechselte Teile.

Die frühzeitige Einbindung der Mitarbeiter war in Homburg ein wesentlicher Schritt, um die Anwender durch Technik im Alltag zu unterstützen. Ganz konkret heißt das, dass Softwareentwickler und Anwender Hand in Hand arbeiten und Verbesserungshinweise unmittelbar in den Entwicklungsprozess mit einfließen. So geschehen bei der Software Transport Management - eine Teillösung von Nexeed Intralogistics Execution. Hierbei handelt es sich um eine Assistenzsoftware für den Fahrer von Flurförderfahrzeugen zum zyklischen Transport. Durch die RFID-Events, die beispielsweise durch die Entnahme aus dem intelligenten Supermarkt ausgelöst werden, wird ein Transportauftrag für neue Waren angestoßen. Diesen Auftrag bekommt der Fahrer nun direkt auf sein Tablet gespielt, belädt über die angesammelte Liste seinen sog. „Milkrunzug“ und fährt nur noch die Haltestellen an, an denen tatsächlich Material benötigt wird.

Und das Ganze anhand eines Algorithmus, der nun auch noch die ideale Tour unter Zuhilfenahme der realen Umgebung (Einbahnstraßen, andere Milkrunzüge, etc.) berechnet. Während die Fahrer mit „ihrer Software“ nun nichts mehr auf Zuruf liefern müssen oder kurzfristige Touränderungen einplanen, hat der Wertstrommanager die Qual der Wahl: Lässt er seinen Milkrunzug so lange stehen bis er voll ist und erhöht dadurch die Auslastung seiner Flurfahrzeuge oder fährt er kurzzyklischer und kann durch die kürzere Wiederbeschaffungszeit seine berechneten Bestände senken. Beide Möglichkeiten bieten ihm das Programm.

Diese und weitere Vernetzungslösungen sind jedoch nur möglich, weil man sich frühzeitig auf eine Digitalisierungsstrategie festgelegt hat. Aufgrund von hohen Lesedistanzen und Mehrfachlesungen im Pulk bietet RFID hier einen großen Mehrwert. Der größte Vorteil gegenüber anderen Auto-ID-Lösungen bleibt aber der hohe Standardisierungsgrad und der damit verbundene breite Markt. Somit kann Bosch auch weiteren Kunden helfen, die richtige Digitalisierungsstrategie zu finden, um dadurch Kosten zu senken und die Grundlage für vernetzte Lösungen zu schaffen.



Multi-Produkt-Linie

Werk Homburg 2

Produktion von sechs Produktfamilien und über 200 verschiedenen Produkten mit mehr als 2.000 Komponenten auf einer einzigen Linie: Arbeitsplätze passen sich über digitale Systeme automatisch an die Bedürfnisse und Fähigkeiten der Bediener an

Vorteile

Kosteneinsparungen

Reduzierte Bestände

Erhöhte Flexibilität

Stückzahl pro Jahr

Gering (Tausende) — Hoch (Millionen)

Hintergrund

- Hohe Produktvarianz aufgrund diverser Kundenanforderungen
- Maximale Flexibilität, um auf Auftragsschwankungen besser zu reagieren
- Bosch Production System (Lean) als Grundlage für Digitalisierungsansätze

I4.0 Anwendungsfall

- Benutzeridentifikation mit anschließender Arbeitsplatzanpassung
- Individualisierte digitale Assistenz und Minimierung von Rüstaufwand durch Vernetzung
- Produktion von Losgröße 1 bei maximaler Flexibilität
- Self Guiding Product

Gewonnene Erfahrungen

- Agile Entwicklung: schnelles Feedback von Anwendern
- Ganzheitliches Denken: Nutzung von Synergien mit anderen digitalen Systemen

Werkseigenschaften

- **Produkte:** Hydraulikventile und -blöcke für landwirtschaftliche Maschinen
- **Technologien:** Typische Montageprozesse, z. B. Schrauben, Einpressen, Einlegen, Luftdichtheitsprüfen mit i. d. R. geringem Automatisierungsgrad

Multi-Produkt-Linie

Die Multi-Produkt-Linie für Hydraulikventile ist Teil der Antwort des Bosch Rexroth-Werkes auf die Herausforderungen der Zukunft: Je nach Bestellmix werden jährlich etwa 80.000 Produkte auf der Multi-Produkt-Linie gefertigt. Das Spektrum umfasst sechs verschiedene Produktfamilien mit 200 Varianten. Der Anteil der manuellen Tätigkeiten ist sehr hoch. Die Mitarbeiter werden durch Sensorik und Assistenzsysteme unterstützt.

Die Steigerung der Flexibilität und Effizienz (durch die Beherrschung der hohen Komplexität) waren zentrale Aspekte. Es kommen verschiedenste digitale Lösungen zum Einsatz: Assistenzsysteme basierend auf RFID für das „Self-Guided-Product"; „Ultra-Wide-Band"-Technologie für die Mitarbeiterlokalisierung und -erkennung sowie diverse Kameratechnologien für Scanvorgänge und Qualitätskontrollen. Darüber hinaus wurde die Linie vertikal in das MES integriert und hat damit die Möglichkeit, Informationen direkt mit dem ERP-System auszutauschen. Zusätzlich wurde die Linie mit weiteren Industrie 4.0-Lösungen verknüpft. So steigert das ActiveCockpit die Transparenz des Wertstroms und das integrierte Stör- und Abweichmanagement beschleunigt die Bearbeitung von Störungen.

Das Spektrum der Linie umfasst sechs verschiedene Produktfamilien mit 200 Varianten. Es konnten Produktivitätssteigerungen um mehr als 10% und eine Bestandsreduzierung von 30% erzielt werden.

Die Kombination der verschiedenen Möglichkeiten hat enorme Verbesserungspotenziale erschlossen. Die Komponentenbestände an der Linie sanken um mehr als 30%, die Produktivität stieg um mehr als 10%. Zusätzlich wurden die logistischen Rüstzeiten eliminiert. Die Multi-Produkt-Linie ist durch ihre hohe Flexibilität nicht nur in der Lage kurzfristige Bedarfsspitzen abzudecken, sondern ist auch sehr gut für Produktneuanläufe sowie Produktausläufe geeignet und erspart produktfamilienspezifische, gering ausgelastete Montagelinien. Dies führt zu einer Verbesserung wichtiger Kunden-KPI wie der Liefertermintreue.

Während der Umsetzungs- und Planungsphase wurden wertvolle Erfahrungen gesammelt. Ein zentraler Punkt ist, dass Lean-Prinzipien bereits vor der eigentlichen Implementierung einer Industrie 4.0-Lösung konsequent umgesetzt sein müssen. Verschwendung zu digitalisieren bringt nur einen zusätzlichen Aufwand mit sich. Das Projekt wurde agil über mehrere Iterationszyklen entwickelt, um nach dem Design-Thinking-Prinzip möglichst schnell das Feedback der Produktionsmitarbeiter einzuholen. Darüber hinaus ist die frühzeitige Definition einer Vision und Strategie für Industrie 4.0-Projekte des Werkes oder des Unternehmens maßgebend für den zukünftigen Erfolg und die Sicherung des vollen Synergieertrags durch die Kombination mit anderen digitalen System.



Das Werk Nürnberg

Das Werk Nürnberg, Geschäftsbereich Powertrain Solutions (PS), ist Leitwerk für zwölf Fertigungsstandorte und Kompetenzzentrum für verschiedene Fertigungstechnologien. Der Standort fertigt für die Produktbereiche Luftsteuerung, Benzindirekteinspritzung und Getriebesteuerung im Automobilbereich verschiedene Produkte: Drosselvorrichtungen, Hochdruckpumpen, Druckregelventile für Automatikgetriebe und Komponenten für die Abgasnachbehandlung. Im Werk werden im Jahr mehrere Millionen Teile produziert. Aufgrund der hohen Stückzahlen und einem Fokus der Produktionscharakteristik auf Montageprozesse ist der Automatisierungsgrad im Werk sehr hoch. Innerhalb jedes Produkttyps existieren mehrere Varianten, die zu einer stark ausgeprägten Produktvarianz in der ganzen Produktion führen.



3D Drucktechnologie

Werk Nürnberg

Herstellung komplexer Geometrien mit weniger Material als bei herkömmlichen Fertigungsverfahren: Wettbewerbsvorteile durch additive Fertigung und sehr schnellen Herstellungsprozess

Vorteile

Kosteneinsparungen

Schnellere Lieferungen

Erhöhte Agilität

Stückzahl pro Jahr

Gering (Tausende) — Hoch (Millionen)

Hintergrund

- Leichtbau durch optimale Materialausnutzung
- Verbesserung des Bauteildesigns durch Gestaltungsfreiheit und Funktionsintegration
- Verkürzung der Entwicklungszeit (insbesondere von Prototypen und Kleinserien)

i4.0 Anwendungsfall

- Schnelle Produktion von Musterbauteilen (rapid prototyping)
- Schnelle Werkzeugherstellung (rapid tooling)
- Schnelle Herstellung von Kleinserien (rapid manufacturing)

Gewonnene Erfahrungen

- Starke Einbindung und Schulung von Mitarbeitern (z.B. UX-Design)
- Umdenken in der Bauteilentwicklung und Konstruktion

Werkseigenschaften

- **Produkte:** Hochdruckpumpe, Drosselklappe, Druckregler für Automatikgetriebe / DNOX
- **Technologien:** Kunststoffspritzguss; Zerspanung; Wicklung von Kupferspulen; Schweißprozesse; Einpress- und Verstemmvorgänge; Montageprozesse

3D Drucktechnologie

2014 wurde die Initiative gestartet, eine Werkstrategie für die Zeit nach den Verbrennungsmotoren zu konkretisieren. Flexibilität sowie Agilität im Produktentstehungsprozess zur Verkürzung der „time-to-market“ und auch die Realisierung komplexer Geometrien werden dabei als wichtige Kompetenzen angesehen. Deshalb wurde im Nürnberger Werk die verstärkte Nutzung von 3D-Druckern in der Fertigung fokussiert. Diese Technologie bietet vier signifikante Vorteile:

- **Eine gesteigerte Gestaltungsfreiheit hinsichtlich komplexer Geometrien**
- **Die Möglichkeit der Funktionsintegration mehrerer Bauteile in einem einzigen Bauteil**
- **Die Fähigkeit, den stetig wachsenden Leichtbau-Anforderungen nachzukommen**
- **Eine gesteigerte Geschwindigkeit in der Herstellung von Prototypen, Kleinserien und Werkzeugen**

Aus der Implementierung des 3D-Druckzentrums haben sich zahlreiche Herausforderungen ergeben: Nach der methodischen Auswahl geeigneter Maschinen und Anlagen, war vor allem die Umsetzung der Anforderungen an die Arbeitssicherheit herausfordernd, da hierfür keine Normen oder Vorgaben zur Orientierung existierten. Ein weiterer wichtiger Schritt war das Heranführen der Mitarbeiter an die neue Fertigungstechnologie und der damit verbundene Aufbau von relevantem Know-how. Das entscheidende Kriterium war dabei ein tiefes Verständnis für alle Prozessschritte entlang der gesamten additiven Fertigungsprozesskette herzustellen, die im Nürnberger Werk vollumfänglich installiert ist. Zu den Prozessschritten gehören u.a. die Auslegung der erforderlichen Support-Strukturen, die Simulation des additiven Herstellungsprozesses vor der eigentlichen Fertigung, eine Wärmebehandlung, sowie die manuelle und maschinelle Nacharbeit in Abhängigkeit der zu erreichenden Bauteileigenschaften. Das Projekt wird heute als voller Erfolg angesehen. Unterstützende Faktoren waren neben dem starken Netzwerk zu universitären Partnern und dem Sonderforschungsbereich 814 in der Region auch der Zugang zu Bosch-internem Wissen. Gerade für einen künftigen, breiteren Einsatz additiver Fertigungstechnologien muss ein neues Denkschema den Großteil unserer Ingenieure erreichen: Das additiv-gerechte Konstruieren. Traditionell „subtraktiv“ ausgebildete Ingenieure werden deshalb aktiv unterstützt, das additiv-gerechte Konstruieren als Zusatzkompetenz zu erlernen. Zukünftig wird das Werk den Einsatz der Technologie weiter ausbauen und diese in die Serienfertigung für die Automobilindustrie implementieren. Heute dient das Nürnberger Werk als Center of Competence für andere Bosch Werke im Bereich additiver Fertigung und der Industrialisierung des 3D-Drucks.



Fahrerlose Transportfahrzeuge

Werk Nürnberg

Automatisierung von Prozessen zur Erhöhung der Transparenz und Reduzierung von Sicherheitsbeständen: Unterstützung der Mitarbeiter durch die Verringerung nicht-kognitiver Aufgaben

Vorteile

Transparenz

Kosteneinsparungen

Zyklische Versorgung

Stückzahl pro Jahr

Gering (Tausende) — Hoch (Millionen)

Hintergrund

- Schnelle und einfache Implementierung erster Anwendungsfälle ohne Anpassung der bestehenden Fabrikinfrastruktur
- Robuste Lasernavigation in verkehrsreichem Werksumfeld (Mischbetrieb, Hybridbetrieb)
- Sicherheits-Laserscanner (Performance-Level D)
- Änderung und Anpassung des Leitsystems im laufenden Betrieb

I4.0 Anwendungsfall

- Transport von Leergut vom Supermarkt oder der Maschine in den Logistikbereich
- Versorgung fertigungsnaher Supermärkte mit Rohmaterial

Gewonnene Erfahrungen

- Die Einbeziehung bzw. Einbindung der Mitarbeiter in den Veränderungsprozess erwies sich als hilfreich
- Steigerung der Transparenz; insbesondere in Hinblick auf den Informationsfluss

Werkseigenschaften

- **Produkte:** Hochdruckkolbenpumpe, Drosselklappe, Druckregler für Automatikgetriebe / DNOX
- **Technologien:** Kunststoffspritzguss, Zerspanen, Wickeln von Kupfer Coils, Schweißen, Montageprozesse, Einpress- / Verstemmverfahren

Fahrerlose Transportfahrzeuge

Automated Guided Vehicles (AGV) dienen zur Unterstützung der Mitarbeiter bei täglichen Arbeiten. Sie ermöglichen eine Verbesserung der Effizienz bei Routinetätigkeiten und erhöhen die Wirtschaftlichkeit des Logistikprozesses. Der Bedarf zur Nutzung des fahrerlosen Transportfahrzeugs ActiveShuttle wurde auf Basis der aktuellen Materialversorgung sowie der zukünftigen Intralogistikvision abgeleitet. Unter der Federführung des Nürnberger Werks wurden erste Funktionsmuster aufgebaut und in acht ausgewählten Bosch Werken erprobt. Zur Industrialisierung des Produkts wurde die Federführung an Bosch Rexroth übergeben. Das Nürnberger Werk sowie die weiteren Bosch Werke liefern kontinuierlich Erfahrungen sowie weitere Anforderungen an Bosch Rexroth. Somit wird die Interaktion zwischen Leitanwender und Leitanbieter während des Produktentstehungsprozesses realisiert. Im realen Anwendungsfall wurden mehrere Potenziale identifiziert:

- **Die Ausrichtung des bestehenden Logistikkonzepts auf möglichst geringe Flächen durch fertigungsnahe Supermärkte sowie einer hochzyklischen Versorgung mit Rohmaterial**
- **Kurze Amortisationsdauer durch ein attraktives Preis-Leistungs- Verhältnis der Geräte**
- **Implementierung eines Flottenverhaltens mehrerer AGVs, um eine geeignete Verkehrssteuerung sicherzustellen.**
- **Digitalisierung der Prozesse und eindeutige Lokalisierung der Ware zur Erhöhung der Transparenz sowie Reduzierung der Sicherheitsbestände**

Um alle Potenziale auszuschöpfen, ist die Integration in die bestehende Infrastruktur ein zentraler Aspekt. In Nürnberg wurden Schnittstellen zum ERP-, MES-System sowie zur Logistik-Middleware eingerichtet. Die Sicherheitsvorgaben im Mischbetrieb mit Personen und weiteren autonomen Fahrzeugen sind hoch, so dass frühzeitig die Erfahrungen der Sicherheitsingenieure in die Gefährdungspotenzialerfassung eingeflossen sind. Die Akzeptanz der Belegschaft für die neue Technologie wurde durch die Einbindung der Mitarbeiter erzielt. Schulungen wurden frühzeitig initiiert und Konzepte für ein erfolgreiches Change Management mit agilen Methoden ausgearbeitet. Bei der Inudstie 4.0-Lösung sollte implizites Wissen integriert werden, um Abweichungen vom Soll-Prozess zu unterbinden. Ist dies nicht möglich, muss ein Notfallkonzept für ein Umschalten auf manuelle Prozesse erstellt werden.

Das ActiveShuttle lässt sich einfach und schnell in bestehende Fabrikstrukturen integrieren. Dennoch sind für die nachhaltige und fehlerfreie Nutzung robuste Abläufe in der Materialversorgung unabdingbar. Der Use Case kann durch die Mitarbeiter eigenständig eingerichtet werden. Somit sind die Mitarbeiter auch nach der initialen Inbetriebnahme eigenständig in der Lage, flexibel auf Veränderungen im Werk zu reagieren. Durch den Einsatz einer zentralen Logistik-Plattform können alle Industrie 4.0 Logistiklösungen integriert werden. Die Einbindung in die RFID Struktur und die Integration von Logistiklösungen aus dem NEXEED-Portfolio werden zeitnah ein ganzheitliches Logistikkonzept schaffen, das alle Lösungen in einer zentralen Middleware vereint und gleichzeitig lokale Gegebenheiten beachtet.



Mensch-Roboter-Kollaboration

Werk Nürnberg

Menschen und Roboter arbeiten ohne Schutzumhausung zusammen: Der Roboter unterstützt die Mitarbeiter und erleichtert ihre Arbeit; menschliche Fähigkeiten kombiniert mit Stärken wie Genauigkeit, Kraft, Geschwindigkeit und Wiederholbarkeit

Vorteile

Entlastung der Mitarbeiter

Erhöhte Flexibilität

Erhöhte Effizienz

Stückzahl pro Jahr

Gering (Tausende) — Hoch (Millionen)

Hintergrund

- Mehrstufiges Sicherheitssystem für eine enge Mensch-Maschine-Kollaboration
- Platzsparende Automatisierung: keine zusätzlichen Sicherheitsvorrichtungen erforderlich
- Schnelle Amortisation, auch bei temporärer Nutzung
- Schnell, mobil und flexibel

I4.0 Anwendungsfall

- Einfügen einer Drosselklappenwelle in einen Werkstückträger
- Anbringen eines Bürstenhalters (Teile platzieren und entfernen)
- Beladung von Messmaschinen
- Palettieren von fertig montierten Hochdruckpumpen

Gewonnene Erfahrungen

- Starke Beteiligung und Schulung von Mitarbeitern (z.B. UX-Design, Konzept)
- Umfangreiche Testphase vor dem produktiven Einsatz
- Einbeziehung relevanter Abteilungen

Werkseigenschaften

- **Produkte:** Hochdruckpumpe, Drosselklappe, Druckregler für Automatikgetriebe / DNOX
- **Technologien:** Kunststoffspritzguss, Zerspanung, Wickeln von Kupferspulen, Schweißen, Montageprozesse, Einpress- / Verstemmverfahren

Mensch-Roboter-Kollaboration

Der Einsatz kollaborativer Roboter ermöglicht eine eng verzahnte Zusammenarbeit von Mensch und Maschine. Während der Mensch nach wie vor die Entscheidungen trifft und komplexe Aufgaben wie die Steuerung und Überwachung der Produktion oder aufwendige Montagetätigkeiten übernimmt, werden durch den Roboter monotone und körperlich anstrengende Arbeiten übernommen. Die Automation ermöglicht Unternehmen, die Produktivität zu steigern und die Geschwindigkeit des Fertigungsprozesses zu erhöhen. Beides trägt zu signifikanten Kostenersparnissen bei. Durch die Verwendung mobiler Robotersysteme, die sich schnell und einfach an verschiedenen Produktionsorten einsetzen lassen, kann darüber hinaus die Flexibilität der Produktion erheblich gesteigert werden. Das Werk Nürnberg hat kollaborative Robotik im Rahmen erster Use Cases in das Werk eingeführt.

Zu Beginn wurde der Wertstrom erfasst und dabei verschiedene Anwendungspotenziale für den Einsatz kollaborativer Robotik identifiziert. Insgesamt wurden zwei Anwendungsbereiche ausgewählt und durch den Einsatz unterschiedlicher Robotiksysteme ergänzt:

- **Das erste Anwendungsfeld wurde mit vier APAS-Robotern ausgestattet**
- **Im Rahmen des zweiten Anwendungsfalls wurde ein ABB-YuMi in die Montage von Bürstenträgern integriert**

Vor dem Einsatz im Produktivbereich wurden die Systemanwendungen im Innovationszentrum pilotiert und umfangreich getestet. Nach Angaben der Mitarbeiter stellte die gründliche Testphase einen essentiellen Erfolgsfaktor dar. Neben den technologischen Aspekten spielte auch die Unterstützung durch das Management und die frühzeitige Einbindung der Systembetreiber eine entscheidende Rolle. Insbesondere die intensive Schulung der Betreiber und die Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse und Sorgen trugen zu einer breiten Akzeptanz innerhalb der Belegschaft bei und förderten somit den Implementierungsprozess.

Die erfolgreiche Integration der Technologien in die bestehende Infrastruktur des Werks stellt noch nicht den Endzustand ihrer Verwendungsform dar. In den kommenden Schritten werden u.a. die 3D-Bilderkennung und das intuitive Lernen der verwendeten kollaborativen Roboter weiterverfolgt. Die Erweiterung dieser Elemente ermöglicht es, die kollaborativen Robotiksysteme zukünftig im Bereich der Qualitätssicherung einzusetzen.

Ausblick

90 Prozent geringerer Aufwand für manuelle Datenerfassung, bis zu 30 Prozent Bestandsreduzierungen oder Produktivitätssteigerungen um 15 Prozent – Industrie 4.0 bringt schon jetzt messbare Erfolge. Mehr noch: Die Vernetzung von Fertigung und Logistik schafft tiefgreifende Transparenz als Voraussetzung für weitere Verbesserungen von Qualität und Wirtschaftlichkeit, auch bei kleinsten Losgrößen.

Darum lautet die Frage nicht, ob Industrie 4.0 kommt. Sie lautet eher, wie schnell die Umsetzung erfolgt. Verbände wie der VDMA und der ZVEI haben zusammen mit Unternehmen wie Bosch Begrifflichkeiten und Standards definiert. Das legt die Basis für herstellerübergreifende Industrie 4.0-Lösungen. Schon in wenigen Jahren wird die Vernetzung für Unternehmen so selbstverständlich sein wie der Einsatz eines ERP-Systems und die Präsenz im Internet.

Bosch hat die Erfahrung und teilt diese gerne. Dabei agiert das Unternehmen nicht als klassisches Beratungshaus, sondern als produzierendes Unternehmen, das selbst eine Vielzahl an Projekten erfolgreich umgesetzt hat. Entsprechend stehen hinter dem Angebot von Bosch Industry Consulting keine rein theoretischen Konzepte oder virtuellen Linien, sondern die reale Erfahrung aus zahlreichen Anwendungsfällen in bestehenden Wertströmen – von Zulieferteilen für die Automobilindustrie über industrielle Technologien bis hin zu variantenreichen Produkten für den Endanwender.

Bosch Industry Consulting stellt projektspezifisch übergreifende Teams mit Spezialisten aus den Werken und Geschäftsbereichen zusammen. Das eröffnet den Zugang zu umfassendem Wissen von mehr als 400.000 Bosch-Mitarbeitern sowie ihrer operativen und strategischen Erfahrung in vielen Funktionen und Bereichen. Wer dieses Wissen für die eigene Produktion und Logistik nutzt, schafft schneller digitale Transparenz in seinen Wertströmen und steigert nachhaltig die Wettbewerbsfähigkeit und Zukunftssicherheit seines Unternehmens.

Die Frage lautet nicht, ob Industrie 4.0 kommt. Sie lautet eher, wie schnell die Umsetzung hin zu mehr digitaler Transparenz – und damit höherer Wettbewerbsfähigkeit und Zukunftssicherheit – erfolgt.

Danksagung

Bastian Böker
Werk Homburg

Roland Brehm
Werk Bamberg

Fabian Bucksch
Werk Homburg

Matthias Einecke
Werk Nürnberg

Matthias Fontius
Werk Feuerbach

Sven Grochocki
Werk Nürnberg

Mark Grötzinger
Bosch Rexroth

Matthias Herold
Bosch Energy and Building Solutions

Gregor Körkel
Werk Feuerbach

Oliver Leipold
Werk Nürnberg

Dr. Matthias Möller
Werk Homburg

Christian Ochs
Werk Nürnberg

Stefan Ruhrmann
Bosch Rexroth

Timm Stegentritt
Werk Homburg

Dr. Michael Strasser
Werk Blaichach

Dr. Thies Uwe Trapp
Werk Homburg

Über Bosch Industry Consulting

Bosch Industry Consulting ist eine praxisorientierte Beratung mit umfassender und in vielen Branchen erprobter Expertise in der Umsetzung von Industrie 4.0-Projekten.

Bosch Industry Consulting begleitet Kunden bei der digitalen Transformation ihres gesamten Wertstroms. Die Consulting-Einheit bietet Beratung und Unterstützung für Produktion und Logistik aus einer Hand. So können Kunden ihre Prozesse durch Automatisierung und Vernetzung transparenter und effizienter gestalten.

Weitere Informationen finden Sie unter www.bosch-industry-consulting.com.

Robert Bosch Manufacturing Solutions GmbH
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart
Deutschland
+49 (711) 811-0
www.bosch-industry-consulting.com

© Robert Bosch Manufacturing Solutions GmbH
März 2020 | Printed in Germany
Bosch und die Bildmarke sind registrierte Markenzeichen der Robert Bosch GmbH, Deutschland.
Bei dieser Unterlage handelt es sich um eine Prinzipdarstellung und keine Bedienungsanleitung.
Einzelne Abweichungen in Darstellungen gegenüber der Bedienungsanleitung können bestehen.
Der sachgemäße Einsatz des Systems ist der Bedienungsanleitung zu entnehmen.