Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

next generation media

Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation

Vernetzte Produktionsanlagen

Praxisnahe Informationen für Hersteller, Anwender und Dienstleister

Band 4

www.nextgenerationmedia.de

Text und Redaktion
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin
MMB-Institut für Medien- und Kompetenzforschung, Berlin

Gestaltung und Produktion
iserundschmidt GmbH, Berlin

Druck
Elch Graphics, Berlin

Fotos
Titel/S. 6: Festo
S. 11: EnOcean
S. 9/10: Festo
S. 16: Sm@rt Logistics
S. 17: TCS, TU Dresden
S. 18 oben: WLZ, RWTH Aachen, unten: Simcron
S. 19: TU Dresden

Herausgeber
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
Referat Öffentlichkeitsarbeit (BMWi)
10115 Berlin
info@bmwi.bund.de
www.bmwi.de

Stand
11/2008

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

next generation media

Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation

Vernetzte Produktionsanlagen

Praxisnahe Informationen für Hersteller, Anwender und Dienstleister

Band 4

Inhalt

Vorwort 5

Vernetzte Produktionsanlagen 6

EnAS

Die Zukunft der Fabrik ist digital 8

Was ist neu? 10

Use Cases 11

Wege zur Adaption 13

Visionen für vernetzte Produktionsanlagen 14

Sm@rt Logistics

Alles in einem Kreis – Flexible Produktion durch dynamische Steuerung 16

Was ist neu? 17

Use Cases 19

Empfehlungen für den Einsatz von Sm@rt Logistics-Systemen 20

HOMEPLANE

WLAN und Ressourcenverwaltung in Produktionsumgebungen 21

Ansprechpartner 22

Vorwort

Rainer Glatz, Geschäftsführer der Fachverbände Software und Elektrische Automation im VDMA

Der Maschinen- und Anlagenbau hat in den letzten fünf Jahren eine außergewöhnliche Erfolgsgeschichte geschrieben. Enorme Umsatzsteigerungen, der Ausbau der internationalen Wettbewerbsfähigkeit sowie die Schaffung vieler tausend Arbeitsplätze sind hierfür sichtbare Belege.

Fragt man die Maschinenbauer nach den Strategien zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit, stehen

- forcierte Produktinnovationen
- verstärkte Mitarbeiterqualifikation
- stärkere Erschließung ausländischer Märkte
- mehr kundenspezifische Problemlösungen

ganz oben auf der Liste. Dem Maschinenbau muss es also immer wieder gelingen, die technologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen zu erkennen und zur Entwicklung weltweit marktfähiger Produkte zu nutzen.

In diesem Zusammenhang spielt die Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) eine immer größere Rolle. Nachdem in den Unternehmen lange Zeit die Unterstützung administrativer und konstruktiver Tätigkeiten im Vordergrund stand, dringen IK-Technologien nun auch in die Produktion.

Die in diesem Leitfaden vorgestellten Projekte belegen eindrucksvoll, dass die Produktion inzwischen auf allen Ebenen – vom Gesamtsystem bis hinein in das Maschinenelement – vernetzbar wird. EnAS, Sm@rt Logistics und HOMEPLANE machen deutlich, dass neben bereits etablierten Technologien wie IPC, Industrial Ethernet oder Soft-SPS auch teilweise noch kritisch beäugte Entwicklungen wie RFID oder WLAN nutzbringend einsetzbar sind.

Langfristig gesehen bietet die stärkere „Digitalisierung und Informatisierung“ der Produktionswelt noch enorme Potenziale. Es ist deshalb auch nicht verwunderlich, dass beim Manufuture-Prozess, in dem strategische Forschungsfelder des Maschinenbaus diskutiert werden, die Entwicklung „Intelligenter Produkte“ als das Topthema identifiziert wurde.

Bei aller Euphorie über die zukünftigen Potenziale dürfen aber die Risiken nicht außer Acht gelassen werden. Eine erst kürzlich durchgeführte Trendbefragung zeigt, dass im Maschinenbau ein wachsender Bedarf an Entwicklern im Umfeld von industrieller IT und Automatisierung entsteht, der schon heute nicht gedeckt werden kann. Es müssen deshalb auch neue Wege zum effektiven Technologietransfer und zur interdisziplinären, vernetzten Aus- und Weiterbildung gefunden werden.

Der weltweite Erfolg der Branche hat leider auch zu einem stetigen Wachstum der Produktpiraterie geführt, die nach Schätzung des VDMA bereits zu einem jährlichen Schaden von ca. 7 Mrd. € im deutschen Maschinen- und Anlagenbau führt. Nachdem bisher rein physischen Kopieren wird zunehmend auch versucht, direkt auf illegal besorgtes Produkt- und Unternehmens-Know-how aufzusetzen. Bei der weltweiten und mobilen Vernetzung der Produktionswelt muss deshalb der Informationssicherheit hohe Priorität eingeräumt werden.

Insgesamt gesehen sind wir zuversichtlich, dass der deutsche Maschinen- und Anlagenbau in der intelligenten Vernetzung der Produktionswelt – auch dank der technologiepolitischen Schwerpunktsetzungen – weltweit eine Führungsrolle einnehmen wird.

Vernetzte Produktionsanlagen

Einführung

Autos kauft man nicht von der Stange. Silber oder doch lieber Weiß, Stoffsitze oder edles Leder, Schaltgetriebe oder Automatik? Die Variantenvielfalt hat erhebliche Auswirkungen auf die Produktion, die flexibel auf diese Anforderungen reagieren muss. Wer im Wettbewerb bestehen und diese Flexibilität gewährleisten will, muss seine Produktion entsprechend gestalten. Maschinen- und Anlagenbauer sind deshalb gefordert, ihren Kunden neue und intelligente Lösungen für die Industrieautomation zu liefern. Dabei geht es zum Besipiel um eine Maschinenkonfiguration, die im Verlauf eines oder mehrerer Fertigungsprozesse verändert werden muss, oder auch mobile autonome Fertigungsstationen, die selbstständig miteinander kommunizieren müssen, um einen optimalen Prozessfluss zu erreichen.

Die Potenziale, die in der drahtlosen Kommunikation zur Steuerung von Maschinen und Anlagen stecken, sind ebenso bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. Neuartige Aktoren und Sensoren, die ihre Energie aus der Umgebung ernten und sich damit wie der Solartaschenrechner selbst versorgen, sowie verbesserte Drahtlostechnologien für die Kommunikation sind der Anfang auf dem Weg in die vernetzte Fabrik der Zukunft.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie greift diese Herausforderungen mit der Förderung der Projekte EnAS und Sm@rt Logistics sowie HOMEPLANE beispielgebend auf.

Die drahtlose Steuerung von Produktionsmaschinen und der Einsatz energieautarker Sensoren zur Erfassung von Maschinendaten sind das Ziel der Entwicklungen von EnAS.

Sm@rt Logistics geht unter Nutzung von RFID und WLAN der Frage nach, wie man mit innovativen IT-Systemen logistische Produktionsabläufe schneller, billiger und flexibler gestalten kann. Ausgangspunkt dabei ist das japanische Kanban-System.

Schwerpunkt des aus der Heimvernetzung kommenden HOMEPLANE-Projektes ist die Verbesserung der Verbindungsqualität (Quality of Service) in WLAN-basierten Netzen. Was zunächst für die WLAN-Optimierung innerhalb der stark ausgelasteten Heimnetzwerke entwickelt wurde, ist ebenso in der Produktion nutzbar und kann dort als Alternative zu drahtgebundenen Kommunikationslösungen genutzt werden.

Die Zukunft der Fabrik ist digital

EnAS – Energieautarke Aktor- und Sensorsysteme für die intelligente drahtlose Vernetzung von Produktionsanlagen

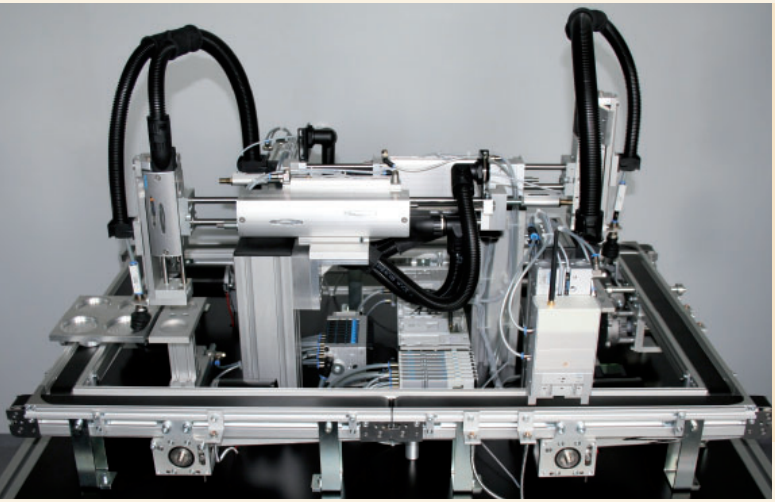
Fertigungsanlagen mit ihren oft und schnell bewegten Teilen stellen hohe Anforderungen an die Versorgung mit Energie und Daten und somit an die Verkabelung. Ist eine Maschine defekt, steht oft die gesamte Produktion still – manchmal stundenlang. Die Verluste sind immens. Und meistens ist ein Defekt in der Verkabelung die Ursache. Viele Unternehmer wünschen sich daher schon lange eine Technik, die ohne empfindliche Strom- und Datenkabel auskommt. Reichten vorhandene Technologien dazu bisher nicht aus, ist die intelligente drahtlose Vernetzung von Produktionsanlagen in nahe Zukunft gerückt. Neuartige, energieautarke Komponenten, die Energie aus der Umgebung beziehen, sind der Schlüssel zum Erfolg.

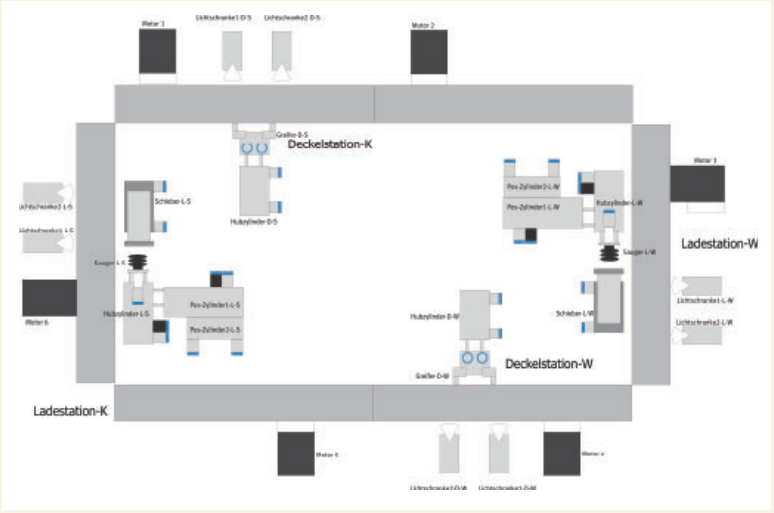
Die drahtlose Steuerung von Produktionsmaschinen und der Einsatz energieautarker Sensoren zur Erfassung von Maschinendaten stehen im Mittelpunkt von EnAS. Daneben befasst sich EnAS auch mit der dezentral angelegten Informationsverarbeitung der gesammelten Prozessdaten. Im Rahmen des Verbundprojektes wurden neuartige, energieautarke Funksensoren und Aktoren für den industriellen Einsatz, insbesondere für Bauteile aus dem Bereich der Fabrik- und Prozessautomatisierung, definiert und entwickelt. Deren Einsatz führt in der Praxis zu erheblichen Vorteilen.

Vorteile energieautarker Aktoren und Sensoren

- Deutliche Kosteneinsparung bei der Verdrahtung von Neuanlagen
- Einfaches Nachrüsten von bestehenden Anlagen
- Hohe Flexibilität beim Umrüsten von Fertigungsanlagen
- Deutliche Energieeinsparung durch verbesserte Prozesssteuerung mit zusätzlicher Sensorik
- Erschließung neuer Anwendungsbereiche, die nicht mit klassischen Kabellösungen realisiert werden können
- Hohe Lebensdauer
- Kein Batteriewechsel notwendig

Die Integration der im Rahmen von EnAS entwickelten energieautarken Teilsysteme wird in einem anwendungsnahen Gesamtdemonstrator umgesetzt und erprobt. Der Demonstrator zeigt an einem praktischen Beispiel (Füllen und Entleeren von kleinen Dosen) die Vorteile und Zuverlässigkeit der neu entwickelten Sensoren und Aktoren in einer Anlage und deren Einbindung in ein übergeordnetes Steuerungskonzept.





Der EnAS-Demonstrator

Vorteile durch EnAS

Bisher	Mit EnAS
Erfassung von Messgrößen an bewegten oder rotierenden Teilen schwer oder nicht machbar (z.B. Reifendrucksensor)	Leichte Erfassung von beweglichen Sensoren
Feste Anordnung von Geräten und Anlagenteilen	Flexible Anordnung der Geräte
Energie aus Batterien oder per Kabel	Wartungsfreie Energieversorgung aus der Umgebung
Information an feste Klemmstellen gebunden	Information in einem Raum oder einer Halle verfügbar
Begrenzte Zuverlässigkeit durch bewegte Kabel (Schleppketten)	Verbesserte Verfügbarkeit bewegter Geräte oder Maschinenteile durch Ersatz von bewegten Kabeln
Hoher Programmier- und Montageaufwand bei Änderung der Anlagenkonfiguration	Rekonfiguration und Erweiterung der Anlage im laufenden Betrieb wird ermöglicht
Keine oder schwierig zu erfassende Information von unzugänglichen Stellen	Leichte Erfassung von Informationen von unzugänglichen Sensoren
Hoher Verkabelungsaufwand für explosionsgeschützte Anwendungen	Übertragung aus Schutzbereich
Funk hat keine definierten Antwortzeiten	Echtzeitfähige, zuverlässige drahtlose Kommunikation

Was ist neu?

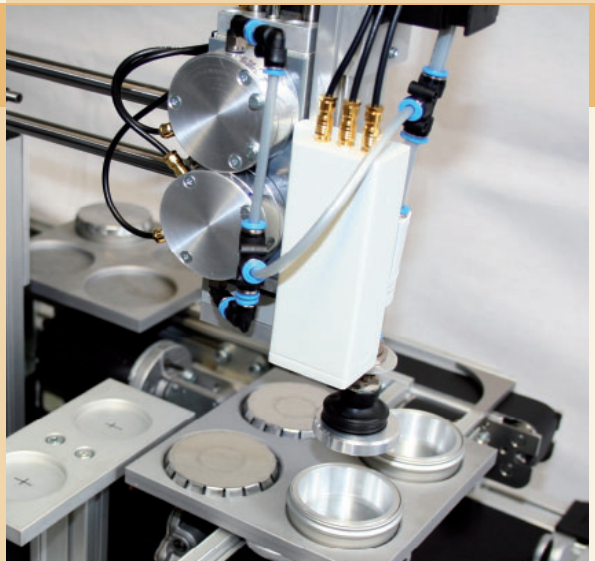
Die in EnAS entwickelten Technologien leiten im Hinblick auf die adressierten Branchentrends Miniaturisierung, Flexibilisierung, Ressourceneffizienz sowie Energie-Autonomie einen Paradigmenwechsel ein. Kabelgebundene Verknüpfungen der Sensoren und Aktoren mit Steuerungs- und Versorgungseinheiten – heute allgemeiner Stand der Technik – werden dank kabelloser, energieautarker, funkgestützter EnAS-Lösungen zunehmend der Vergangenheit angehören.

- **Autarke Energieversorgung für Sensoren und Aktoren**
  Der Schlüssel zu wirklich drahtlosen Komponenten ist die Frage der Energieversorgung. Im Projekt wurden Wandler entwickelt, die die Umgebungsenergie nutzen.
- **Drahtlose Kommunikation**
  In zwei Anwendungsbeispielen wurden energiearme, zuverlässige und deterministische Verfahren entwickelt.
- **Dezentrales, flexibles Steuerungskonzept**
  Die Ablaufsteuerung erfolgt in autonom agierenden Teilkomponenten. Das ist die Grundlage zur Flexibilisierung der Anlage.

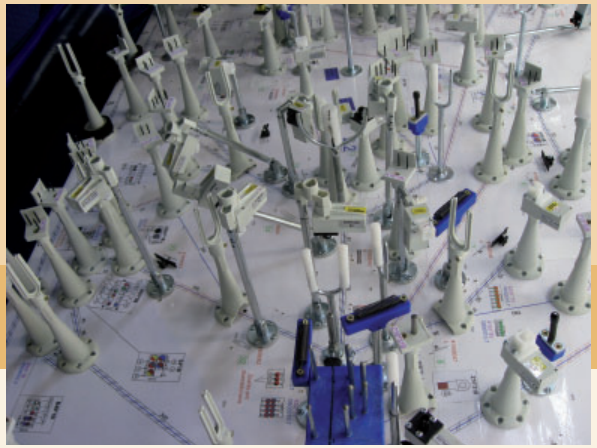
Monoenergetischer Greifer
Der Aktor zum Schließen der Dosendeckel wird von einem pneumatischen Greifsystem gebildet, das durch seitlichen Druck auf den Deckel die Dose verschließt. Die Energie zur Umsetzung des Greifprozesses wird komplett aus der verwendeten Druckluft gewonnen. Zur Versorgung der elektrischen Komponenten wären herkömmliche Verfahren wie Solarzellen oder Piezowandler nicht ausreichend. Daher wurde ein Motor-Generator-System integriert, das ähnlich wie ein Dynamo funktioniert.

Die Innovationen werden exemplarisch an Komponenten des Demonstrators aufgezeigt:

Autonomer Drucksensor
Der Drucksensor überwacht den Druck im Vakuumsauger während des Greifvorgangs. Dieser Druck gibt Aufschluss darüber, ob das Objekt korrekt gegriffen wurde. Die Energie zur Versorgung des Drucksensors wird aus der System-Druckluft gewonnen. Wird am Sauggreifer ein Greifvorgang eingeleitet, so ändert sich gleichzeitig der Druck in einer dafür vorgesehenen Membran-Dose. Die Verformung der Membran wird an ein Piezoelement aus Keramik übertragen, das die nötige elektrische Energie liefert.



Use Cases



Verdrahtungsfreie Kabelbaum-Prüfung

Für die Kabelbaum-Prüfung wurde innerhalb des Projektes EnAS ein drahtloses Verfahren entwickelt, das nicht nur die umständliche Verkabelung im Prüftisch bzw. auf der Rückseite des Montagebrettes verringert, sondern auch die damit verbundene Dokumentation. Nicht selten müssen mehrere Hundert Bauteile kontrolliert werden. Für jede Verbindung muss zwischen Prüfeinheit und Steckkarte (Bus-System) eine elektrische Verbindung bestehen, die sauber dokumentiert und bei Änderungen gepflegt werden muss. Drahtlos verbunden werden Prüfeinheiten leichter, transparenter und schneller änderbar, ohne große Dokumentation und umständliche Umbaumaßnahmen. Der schnelle Austausch der Prüfkomponente ist möglich, ohne die Haltevorrichtung verändern zu müssen.

Das System befindet sich bei einigen Zulieferern in der Automobilindustrie bereits im pilothaften Einsatz.

Energieautarke Schaltgeräte an den Bearbeitungszentren der AXA Maschinenbau GmbH

Zu den Pionieren unter den industriellen Anwendern von energieautarken Funk-Schaltgeräten gehört die AXA Maschinenbau GmbH. AXA entwickelt und fertigt Werkzeugmaschinen, darunter auch Bearbeitungszentren. Dabei handelt es sich um große Werkzeugmaschinen, bei denen sich das übliche externe Bedienpanel nicht in unmittelbarer Nähe des Bedieners befindet, wenn er die seitlich verschiebbare Schutztür öffnet. Deshalb hat AXA wichtige Bedien- und Anzeigeelemente wie z. B. LEDs zur Zustandsanzeige und einen Taster für die Entriegelung der Zuhaltung in den Schutztürgriff integriert.

Die bisher eingesetzte aufwendige und verschleißanfällige Kabelschleppvorrichtung zur Übertragung der Signale und der Energieversorgung von der Maschinensteuerung bis zum Türgriff wurde in einer Pilotanwendung durch drahtlose Kommunikation ersetzt.

Die Signalübertragung in der industriellen Automation ist für Funknetze ausgesprochen ungünstig. Die Projektfortschritte haben aber gezeigt, dass die drahtlose Signalübertragung ebenso zuverlässig funktioniert. Auch die autarke Energieversorgung des Türgriffschalters über eine Solarzelle an der Außenseite des Türgriffs funktioniert einwandfrei.

Die bisherige Praxis zeigt, dass die energieautarken Schaltgeräte überall dort sinnvoll einsetzbar sind, wo die Verkabelung aufwendig ist, wo besondere Flexiblität gefordert ist oder wo man für die Energie- und Signalversorgung zusätzliche Komponenten wie Kabelschleppeinrichtungen oder Schleifleitungen benötigen würde. Weitere interessante Einsatzfälle für energieautarke Schaltgeräte sind z.B. Zugschalter zum Öffnen von Türen und Toren, Drucktaster zum Freigeben von Maschinenfunktionen oder Fußschalter zum Auslösen von Maschinenbefehlen. Auch in der Gebäudeautomation, z.B. bei der Überwachung der Klappen von Lüftungsanlagen, ergeben sich interessante Einsatzmöglichkeiten.

Ein besonderes Anwendungsfeld schließlich sind explosionsgefährdete Zonen. Energieautarke Schalter können in solchen Zonen Funksignale versenden, ohne dass besonders geschützte Steckverbindungen oder wartungsintensive Batterien benötigt werden. Erste Schaltgeräte dieser Art werden zurzeit bereits im Markt eingeführt.

EnAS im Montageroboter

Die in EnAS entwickelte Technologie erlaubt eine kabellose Ansteuerung der Greifsysteme an automatisierten Montagesystemen. Solche Applikationen werden nach Abschluss des Projektes zeitnah in konkreten Pilotprojekten mit Endanwendern erschlossen. Solch sensible und anspruchsvolle Anwendungen erfordern eine detaillierte Evaluierung mit entsprechenden Funktionsnachweisen, die auch Sicherheitsaspekte beinhalten.

Wege zur Adaption

Projektergebnisse
- Neue Komponenten
- Demonstrator
- Entwicklungsplan

EnAS als Gesamtsystem beinhaltet neue Komponenten für den Aufbau von energieautarken und funkbasierten Produktionsanlagen.
Der Demonstrator zeigt die Umsetzung einiger Komponenten.

Der Anwendungsfall bestimmt die Anforderungen an das System. Auf dem Weg zur Umsetzung einer neuen Produktionsanlage wird das individuelle Profil ermittelt. Die erforderlichen Komponenten können – soweit bereits vorhanden – in einer Pilotumgebung getestet werden.
Das Schritt für Schritt ermittelte Anwendungsszenario erlaubt, eine erste Berechung der Wirtschaftlichkeit durchzuführen.

Ihre Anforderungen
- Pilotumgebung
- Individuelles Profil
- Erforderliche Komponenten
- Anwendungsszenario
- Wirtschaftlichkeitsrechnung

Ist-Soll-Vergleich
- Neue Komponenten
- Zusätzlicher Bedarf
- Aktuelle Machbarkeit
- Planungshorizont

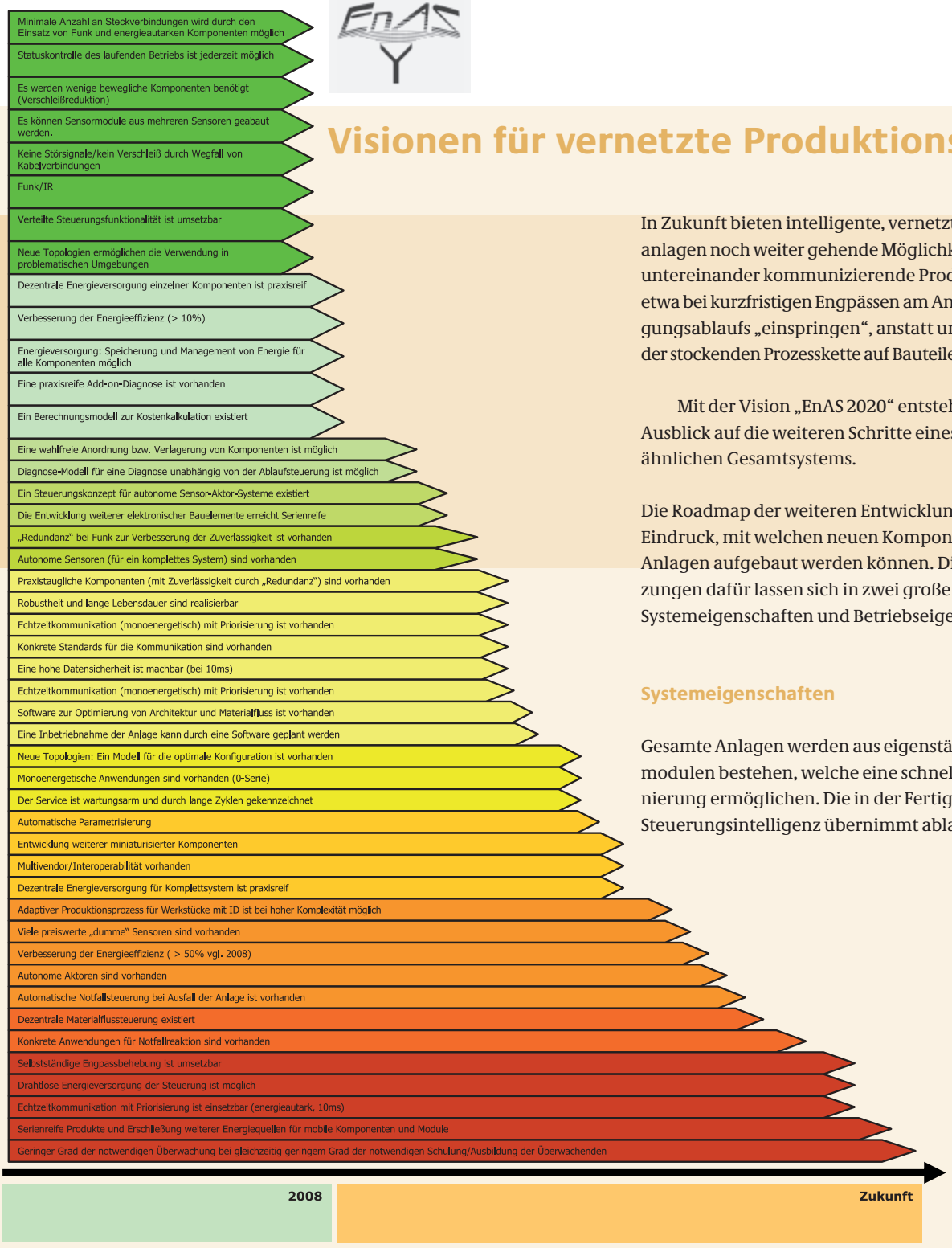
Wo stehe ich heute, wo möchte ich hin? Ein Ist-Soll-Vergleich zeigt auf, welche erforderlichen Komponenten bereits vorhanden und einsetzbar sind. Gleichzeitig wird der zusätzliche Bedarf für den geplanten Anwendungsfall ermittelt.
Der Status quo zeigt auf, ob die Ideen schon jetzt realisiert werden können. Sind noch Komponenten und Funktionen erforderlich, so ergibt sich aus dem Entwicklungsplan ein kalkulierbarer Planungshorizont

Checkliste: Wie setze ich EnAS in meinem Unternehmen ein?

Diese Liste wird mit der Absicht erstellt, die Realisierung der Applikationen zu erleichtern. Folgende Fragen hat der Anwender zu klären:

- Anforderungsprofil der Applikation, technische Merkmale wie Reichweite, Übertragungszeit, Zuverlässigkeit, Sicherheitsanforderungen. Hier kann auch auf die Merkmalsliste des EnAS-Lastenheftes zurückgegriffen werden.
- Auswahl der geeigneten Funktechnologie
- Energiebudget: Wie wird mit Energie versorgt; in welchen Zykluszeiten muss gemessen oder gesteuert werden?
- Funkplanung: Welche Systeme belegen dasselbe Frequenzband? Hilfe dazu durch VDI-Richtline 2185 „Funkgestützte Kommunikation in der Automatisierungstechnik“
  - Anforderungen der Automatisierungsbranchen
  - Auswahl anwendungsgerechter Funktechnologien
  - Empfehlung zur Charakterisierung von Funklösungen
  - Empfehlung zur Integration von Funktechnologie in industrielle Geräte
- Risikoanalyse
  - Zeitliches Verhalten/Determinismus
  - Elektromagnetische Verträglichkeit
  - Safety

Visionen für vernetzte Produktionsanlagen



In Zukunft bieten intelligente, vernetzte Produktionsanlagen noch weiter gehende Möglichkeiten. So könnten untereinander kommunizierende Produktionsroboter etwa bei kurzfristigen Engpässen am Anfang eines Fertigungsablaufs „einspringen", anstatt ungenutzt am Ende der stockenden Prozesskette auf Bauteile warten zu müssen.

Mit der Vision „EnAS 2020" entsteht hierfür ein erster Ausblick auf die weiteren Schritte eines solchen oder ähnlichen Gesamtsystems.

Die Roadmap der weiteren Entwicklung gibt einen Eindruck, mit welchen neuen Komponenten zukünftige Anlagen aufgebaut werden können. Die Voraussetzungen dafür lassen sich in zwei große Bereiche aufteilen: Systemeigenschaften und Betriebseigenschaften.

Systemeigenschaften

Gesamte Anlagen werden aus eigenständigen Fertigungsmodulen bestehen, welche eine schnelle Umkonfektionierung ermöglichen. Die in der Fertigungsinsel verteilte Steuerungsintelligenz übernimmt ablaufunabhängige

Diagnosefunktionen, die eigenständig durchgeführt werden. Dies bewirkt störungsresistente und effizientere Fertigungsprozesse.

Komponenten können innerhalb einer Fertigungsstraße flexibel umgebaut werden. Der Austausch und Umbau erfolgt im Sinne von „Plug-and-Play“. Das Netzwerk erkennt automatisch seine Teilnehmer und kann diesen die jeweiligen Funktionen und Parameter im Fertigungsprozess zuordnen.

Innovative Wandlerprinzipien und die Nutzung lokaler Energien führen zu einer hohen Energieeffizienz. Als Energiequellen kommen beispielsweise Licht, Wärme, Schwingung oder Druckdifferenzen in Betracht. Das Verlegen von Kabeln entfällt. Durch ein effizientes Energiemanagement werden die Komponenten vollständig autark betrieben.

Bei Anlagenausfällen und Störungen kann in einen zuvor festgelegten Grundzustand gewechselt werden. Somit sind geringere Stillstand- und Wiederanlaufzeiten zu erreichen, und Schäden an Material und Daten werden vermieden. Die intelligente Anlagensteuerung verhindert zudem, dass ein einzelner Ausfall eine komplette Anlage zum Stillstand zwingt.

Durch die neu geschaffenen und konsequent verwendeten Kommunikationsstandards ist eine Interoperabilität zu verschiedensten Technologieanbietern möglich. Dies gewährleistet auch eine höhere Stabilität bei der Datenübertragung und Robustheit gegenüber Störungen.

Die selbstständig arbeitende Fertigungszelle ermöglicht eine automatische Materialflusssteuerung und Engpassbehebung, was bei Werkstücken mit eigener Identifikation bis hin zu einem adaptiven Produktionsprozess fortgeführt werden kann.

Betriebseigenschaften

Der Bediener einer Anlage kann zukünftig zu jeder Zeit eine eingriffsfreie, berührungslose Diagnose durchführen, ohne den Betrieb zu beeinträchtigen. Wartungskosten werden durch längere Wartungszyklen gesenkt, weil energieautarke Komponenten weniger verschleißen. Rüstungs- und Wartungszeiten werden durch die modularen Plug-and-Play-Komponenten weiter sinken.

Der hohe Grad an Steuerungs- und Betriebsintelligenz der Anlage erfordert einen weniger hohen Grad an Qualifikation für die Mitarbeiter. Entsprechende Status- und Informationsanzeigen sowie die verminderte Anzahl an Fehlerquellen (z.B. Steckverbindungen) erhöhen die Betriebssicherheit der Anlage.

Die Vorteile für den Betreiber der Anlage sind durch ein Rechenmodell transparent dargestellt und ermöglichen eine Prognose der eingesparten Kosten. Die Anlage der Zukunft bietet erhebliche Einsparpotenziale bei Personalkosten, Qualifikationskosten, Wartungskosten, Anlaufzeiten und Stillstandzeiten.

Alles in einem Kreis – Flexible Produktion durch dynamische Steuerung

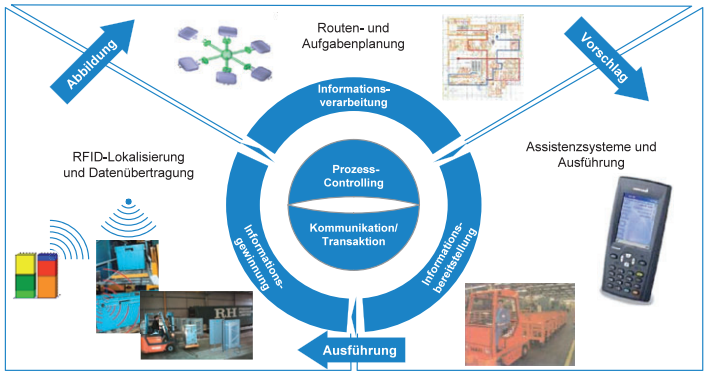
Sm@rt Logistics: RFID-gestützte Produktions- und Beschaffungslogistiksysteme für die Automobilbranche

Für deutsche Maßstäbe haben amerikanische Supermärkte eine unvorstellbare Größe. Aber genau diese Größe und die Leistungsfähigkeit der Logistiksysteme war schon Mitte der 50er Jahre die Grundlage dessen, womit der Japaner Ohno weltweit Produktions- und Beschaffungssysteme branchenübergreifend revolutionieren sollte. Angelehnt an das amerikanische Supermarktsystem entstand in Japan Kanban, das maßgeblich am internationalen Siegeszug der japanischen Autobauer beteiligt war und heute überall auf der Welt eingesetzt wird.

Produzierende Unternehmen müssen allerdings in einem zunehmend turbulenten Umfeld agieren, in dem Produktvarianten zunehmen und kleinere Losgrößen als Schlüssel zur Beherrschung der komplexeren Randbedingungen angesehen werden. Wer im Wettbewerb bestehen will, muss seine Produktion so anpassungsfähig wie möglich gestalten. Dazu gehört unter anderem, die Produktionslogistik auf flexible und dynamische Materialsteuerung auszurichten. Ein herkömmliches Kanban-System erfüllt diese Anforderungen nicht. Sm@rt Logistics geht unter Nutzung von RFID und WLAN der Frage nach, wie man mit innovativen IT-Systemen logistische Produktionsabläufe schneller, billiger und flexibler gestalten kann. Das papierkartenbasierte Kanban wurde dabei zu einer RFID-gestützten Version weiterentwickelt. Ziel ist eine dynamische Logistik, die auf über WLAN zu versendenden RFID-Daten basiert.

Ein besonders wichtiger Punkt des Konzeptes ist der flexible und auslastungsoptimierte Einsatz der Mitarbeiter, da diese zunehmend zum teuersten Produktionsfaktor werden.

Bei dem Automobilzulieferer und Projektpartner tedrive in Düren werden die entwickelten Lösungskonzepte exemplarisch umgesetzt, um hier die Wettbewerbsfähigkeit durch den Einsatz dieser neuen Lösung in der Produktionslogistik unter Beweis zu stellen.



Sm@rt Logistics schließt den informatorischen Regelkreis für Produktion und Logistik

Vorteile mit Sm@rt Logistics	
Vorher	**Mit Sm@rt Logistics**
Bestandserfassung manuell durch Logistikpersonal	Automatische Erfassung durch RFID-Chips am Kanban-Board
Fixierte Kanban-Boards	Örtlich flexible Kanban-Boards durch WLAN
Starre Touren zur Materialversorgung	Dynamische Touren je nach Bedarf
Informationsdefizit im Logistikzentrum und für die Mitarbeiter	Hochaktuelle Informationen überall verfügbar (z.B. durch mobile Assistenzsysteme)
Hohe Materialbestände an den Arbeitsplätzen	Geringerer WIP durch kurze Reaktionszeiten der Logistik
Aufgabenverteilung in der Logistik per Zuruf	Digitale Aufgabenverwaltung mit automatischer Tourenfreigabe
Keine Datennetzwerk vorhanden	Zuverlässige drahtlose Kommunikation für andere Anwendungen nutzbar

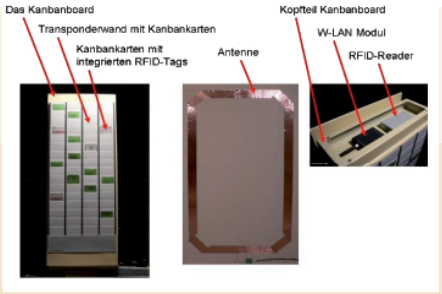
Was ist neu?

Alles auf eine Karte: Das Kanban-System wird elektronisch

Ausgangspunkt für eine im Projekt entwickelte dynamische Logistik, die auf RFID-erfassten Daten basiert und per WLAN an das gesamte Personal verschickt werden kann, ist das Kanban-System. Die Funktionsweise des herkömmlichen Kanban-Systems ist einfach: Ist in der Produktion ein bestimmter Bestand an Produktionsmaterial aufgebraucht, zieht ein Mitarbeiter die für dieses Material angelegte Kanbankarte aus dem Kanbanboard und legt sie in einem Behälter ab. Anhand der Informationen auf der Karte wird nur das benötigte Teil in der jeweils erforderlichen Menge zum definierten Zeitpunkt angefordert (Just-in-Time-Prinzip). Bei der Auslieferung wird die Kanban-Karte zurück an das Board gegeben, so dass ein geschlossener Regelkreis entsteht.

Sm@rt Logistics hat dieses Prinzip aufgegriffen und erweitert. Im System wird eine physische Kanban-Karte mit einen RFID-Tag ausgestattet. So bleibt der Prozess für die Produktionsmitarbeiter unverändert. Diese nutzen weiterhin in gewohnter Weise das Kanban-Board zur Abbildung der Bestände am Arbeitsplatz. Wird eine Kiste mit Material entleert, zieht der Produktionsmitarbeiter die entsprechende Karte aus dem Board und legt sie in einem Behälter ab.

Dagegen verändert sich der Prozess für die Logistikmitarbeiter und wird deutlich effizienter. Mussten vorher regelmäßig alle Kanban-Boards manuell abgefahren werden, um Änderungen im Bestand und somit neue Materialanforderungen aufzunehmen, entfällt dieser Aufwand mit Sm@rt Logistics komplett. Die Daten der RFID-Chips werden an den Kanban-Boards per RFID-Reader gleichzeitig erfasst, in WLAN-fähige Signale umgewandelt und an einen zentralen Server weitergeleitet. Durch geeignete Software werden die auf den Servern erfassten Daten in

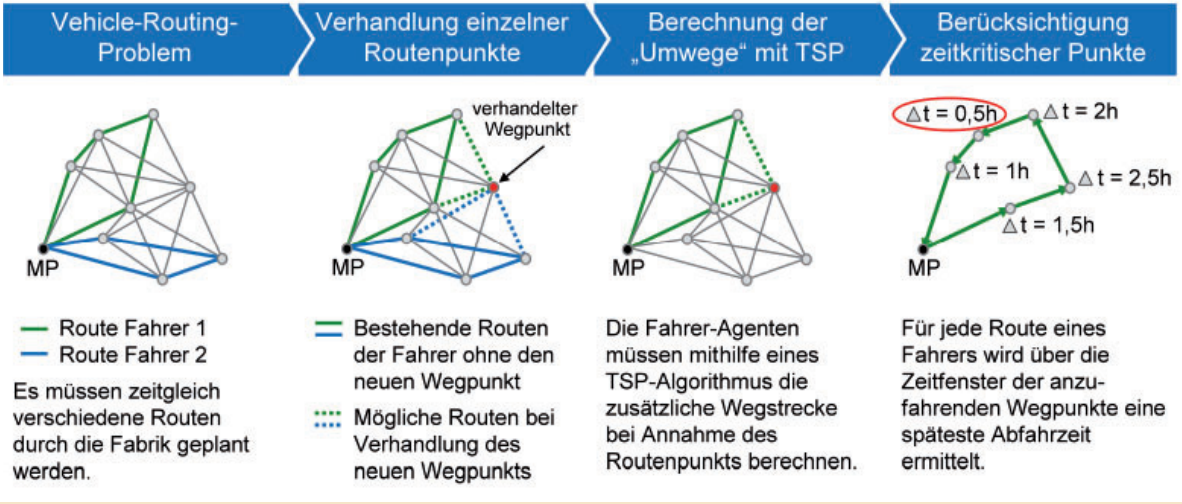


Sm@rt Logistics-Kanban-Board

neue Transportrouten umgerechnet und auf Assistenzsystemen (Handhelds) zur Verfügung gestellt. Der Logistik-Mitarbeiter ruft die Auftragsdaten ab und weiß, welche Route er fahren muss, um die erforderlichen Aufträge zu erfüllen. Das besondere Innovationspotenzial des Projektes besteht darin, dass Materialflussrouten mit dieser Technologie flexibel und nach Bedarf abgefahren werden können. Starre Routen, die immer nach demselben Plan abgefahren werden müssen, entfallen damit.

Eine der größten Herausforderungen stellt die Implementierung des RFID-Konzeptes in einem störbehafteten Umfeld wie der Produktionsumgebung dar. Die typische Produktionsumgebung enthält zahlreiche Störeinflüsse z.B. allein aufgrund des umfangreich vorkommenden metallischen Materials oder wegen Verschmutzung und Luftfeuchtigkeit. Auch gebäudetechnische Barrieren spielen eine Rolle. In Bezug auf WLAN heißt die Herausforderung, die Größe des Systems so auszulegen, dass ein flächendeckendes Verbindungsnetz garantiert ist.

Aufgrund der Vorgaben und Rahmenbedingungen im Projekt wurde ein RFID-System, mit 13,56 MHz konfiguriert nach Standard ISO 15693, gewählt. Die Bandbreite an verfügbaren Elementen, RFID-Readern, RFID-Antennen und Transpondern ist besonders für den ISO 15693-Standard sehr groß. Entsprechend der Forderung nach einer großen Anzahl gleichzeitig auszulesender Karten war ein RFID-Reader mit integrierter Antenne nicht einsetzbar. Deshalb wurde eine an die Bedürfnisse angepasste Antenne im Projekt entwickelt.



Vorgehen bei der Verhandlung von Aufträgen zur Materialversorgung

Alles Verhandlungssache: Auftragsvergabe in der Materialversorgung

Eine innovative flexible Materialversorgung erfordert die Implementierung einer dynamischen Steuerung. Ziel ist es, die eingesetzten Ressourcen optimal auszunutzen. Als Steuerungsprinzip wird bei Sm@rt Logistics ein so genannter „Multiagentenansatz mit integriertem Lösungsverfahren für Traveling-Salesman-Probleme“ eingesetzt. Das bedeutet, dass die Software-Systeme der Transportfahrzeuge selbstständig untereinander den kürzesten Transportweg aushandeln. Im Unterschied zu üblichen in der Speditionslogistik angewendeten Systemen ist hier eine deutlich stärkere Echtzeitfähigkeit zu erreichen.

Alles im Blick: Anforderungsgerechte Visualisierung von Aufgaben für das Logistikpersonal

Das mobile Assistenzsystem dient dem Fahrer als indirektes Kommunikationsmittel zum Schichtführer und als Informationssystem für anstehende Logistikaufgaben.

Bei der Gestaltung der grafischen Oberfläche für das mobile Assistenzsystem wurde besonderer Wert auf die Übersichtlichkeit und Lesbarkeit der Informationen gelegt. Bei der Implementierung der Funktionalitäten musste die Arbeitsweise der Mitarbeiter berücksichtigt werden, wie Bedienung mit einer Hand, keine Aktivierung des Bildschirmschoners über einen noch näher zu bestimmenden Zeitraum. Dem Nutzer sollte es möglich sein, mit geringem Aufwand zwischen den Funktionen zu navigieren und auch Fehlbedienungen möglichst rasch korrigieren zu können.

Tablet-PC zur Visualisierung von Logistikaufgaben

Use Cases

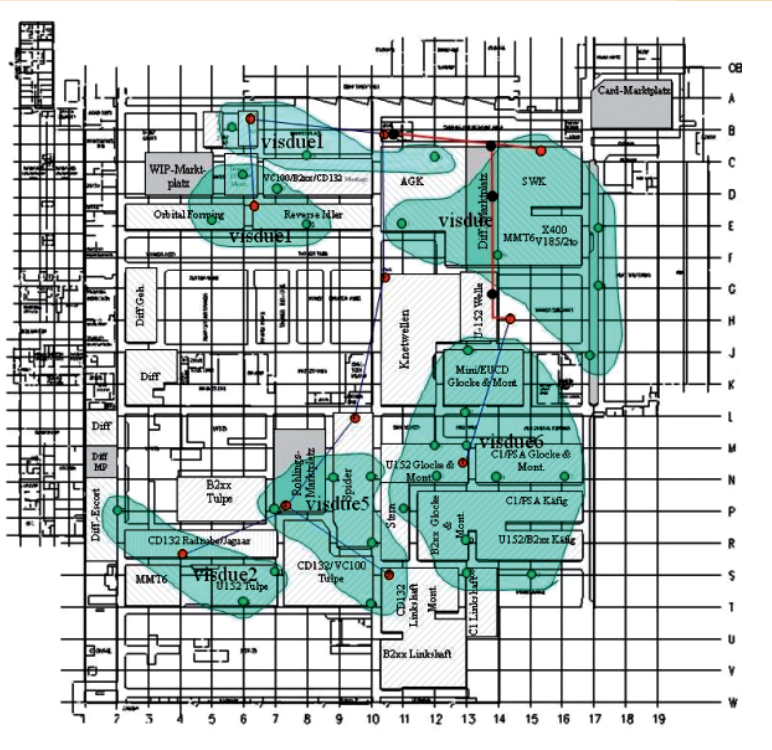
Alles im Einsatz: Sm@rt Logistics bei tedrive

Für die tedrive GmbH, Entwickler und Produzent von Antriebstechniken für die Automobilbranche, wurde die flexible Materialbereitstellung so entwickelt, dass die optimale Routenführung und Beladung der Transportmittel von Auftrag zu Auftrag permanent neu berechnet werden kann. Das Transportmittel kann mehrere Aufträge gleichzeitig übernehmen. Anstelle von fahrerlosen Transportsystemen werden mitarbeitergeführte Systeme genutzt, die kleinere Transportlosgrößen ermöglichen und flexibler einsetzbar sind. Als Strukturierungsprinzip dient ein dezentrales Marktplatzkonzept.

Fazit

Sm@rt Logistics wird durch das Anwenderunternehmen sehr positiv bewertet. Folgende Vorteile machen die Lösung attraktiv:

- Effizienzsteigerung durch dynamische Routen
- Geringerer Personal- und Equipmenteinsatz (Trailerzüge)
- Schnelle und systemgestützte Anpassung an veränderte Umwelt
- Reduzierung der WIP-Inventories durch geringere Reaktionszeiten
- Weniger Kosten für Container/Weniger Stellfläche an den POFs
- Reduzierung des Managementaufwands
- Erhöhung der Versorgungssicherheit
- Informationsgewinn (Automatische Erfassung von Containerreichweiten, echte Bestandsdaten)



WLAN-Netz und Kanban-Boards

Empfehlungen für den Einsatz von Sm@rt Logistics-Systemen

Problemerkenntnis
Unternehmen befinden sich mit ihrer Produktion und Logistik zunehmend in einem Spannungsfeld zwischen Standardisierung und Individualisierung. Dieses Spannungsfeld kann durch die divergierenden Zielsetzungen Effizienzsteigerung durch Skaleneffekte und Effektivitätssteigerung durch angepasste und schlanke Prozesse beschrieben werden.

Potenzialanalyse
Moderne IK-Technologien versprechen dieses Dilemma zunehmend aufzulösen. Dabei muss sich ein Unternehmen über die eigentliche Zielsetzungen einer Implementierung klar werden. Eine Technologie wie RFID ist nur Enabler für eine verbesserte Prozessführung, aber nie die eigentliche Lösung für das Problem. So lassen sich mithilfe der genaueren und aktuelleren Informationen Logistikprozesse besser planen und steuern. Diese verbesserte Planung und Steuerung bietet den eigentlichen Stellhebel für Effizienz und Effektivitätssteigerungen.

Zur Abschätzung der Vorteile von Sm@rt Logistics-Systemen müssen diese Potenziale analysiert werden. Bei Sm@rt Logistics erfolgte eine Analyse über die Simulation der Tourenplanung von Logistikzügen zur Materialversorgung einer Serienproduktion in der Automobilzulieferindustrie. Es konnte gezeigt werden, dass durch eine dynamische Routenführung die Logistikmitarbeiter mit ihren Zügen deutlich effizienter wurden und so 20% Ressourceneinsatz eingespart werden konnte.

Systemkonzept
Im Konzept wird der informatorische Regelkreis durch automatisierte Datenerfassung geschlossen. Drei Kernfunktionen müssen dabei aufeinander abgestimmt werden:

- die Datenerfassung,
- die Informationsverarbeitung und
- die Informationsbereitstellung.

Umsetzungsplanung
Ein Projekt zur Implementierung von neuen Planungs- und Steuerungsmechanismen für die Logistik ist aufwendig. Dabei müssen verschiedene Probleme gelöst werden.

Zum Ersten ist ein stabil laufendes Hardwaresystem notwendig. Dieses besteht aus Daten erfassenden Systemen wie Barcode-Scannern oder RFID-Sensoren, einem System zur Datenübertragung (können bestehende Netzwerke genutzt werden oder ist ein eigenständiges Netz z.B. per WLAN notwendig?) sowie einem Datenserver zur Datenspeicherung und Interpretation der Rohdaten. So müssen z.B. Fehler beim Auslesen von RFID-Chips über Logiken oder wiederholte Abfragen abgesichert werden, um keine Fehlinterpretationen, sondern belastbare Informationen zu erhalten.

Als Nächstes müssen die Prozesslogiken zur Steuerung der Produktion oder Logistik detailliert und als stabile Softwareprogramme implementiert werden.

Ein wichtiger Faktor für eine erfolgreiche Umsetzung ist die frühzeitige Einbindung der Mitarbeiter, die mit dem System arbeiten sollen – oder besser: die von dem System profitieren sollen. Ohne eine breite Akzeptanz durch Benutzerfreundlichkeit, aber auch eine gute Vorbereitung und Schulung der Mitarbeiter können solche komplexen Systemen kaum erfolgreich eingesetzt werden.

Investitionsplanung
Zur Bewertung der Investition können klassische Investitionsplanungsverfahren eingesetzt werden. Zentrale Herausforderung hierbei ist eine richtige Bewertung der Vorteile und Einsparungen. Neben direkt monetär bewertbaren Potenzialen wie z.B. Einsparung von Ressourceneinsatz und Mitarbeitern können Sm@rt Logistics-Systeme auch viele Unternehmerische Zielgrößen verbessern, die in einer Investitionplanung schwer erfassbar sind. Dies sind insbesondere logistische Kenngrößen wie Durchlaufzeiten, Bestände an den Arbeitsplätzen (WIP) und eine verbesserte Termintreue. Ein weiterer Vorteil von RFID-Systemen ist eine verbesserte Informationsbasis über Materialbedarfe und Zeitpunkte, um Einkaufsprozesse effizienter zu gestalten und Lieferzeitpunkte besser zu terminieren und somit auch Bestände einzusparen und Liquidität zu sichern.

WLAN und Ressourcenverwaltung in Produktionsumgebungen

Die Vernetzung von Produktionsanlagen ist zusammen mit der EDV in hohem Maße für die Effektivität einer Produktion verantwortlich. Je besser der Informationsfluss in einem Werk, desto effizienter können Ressourcen genutzt werden. Dies betrifft nicht nur die optimale Ausnutzung von Maschinen und Material, sondern auch eine sinnvolle Ablaufplanung für die Mitarbeiter.

Derzeit werden in Fertigungsanlagen Datenübertragungen zu einem großen Teil über kabelgebundene Systeme realisiert. Vorteile sind hier Robustheit, Echtzeitfähigkeiten sowie hohe Datenraten und eine gute Planbarkeit. Für mobile Endgeräte, wie z.B. Bedienterminals und selbstfahrende Roboter, aber auch zur kostengünstigen Anbindung von Außenstandorten setzt sich jedoch mehr und mehr die Kommunikation über WLAN durch. Typische Netze sind bezüglich Bandbreiten, Routing und Funkfeld exakt geplant und werden per Netzmanagement bzw. Netzmonitoring überwacht. Änderungen oder auftretende Fehler führen häufig zu kostenintensiven Untersuchungen und Planungen.

Das ursprünglich für Lösungen zur intelligenten Heimvernetzung geförderte Projekt HOMEPLANE setzt an den genannten Problemstellungen an und bietet für bestehende WLAN-Produkte in Produktionsumgebungen zusätzliche Optimierungsmöglichkeiten. Im Vordergrund des FuE-Projektes steht die Realisierung einer Drahtlos-Lösung, mit der die von spezifischen Anwendungen geforderte Dienstgüte in dichten und stark ausgelasteten WLAN-Netzen gewährleistet wird. Diese auf dem bestehenden WLAN-Standard aufsetzende Lösung ist gleichzeitig für eine automatische Optimierung von Prozessstrukturen in der Industrie von Bedeutung und ergänzt die typischerweise verwendete 2-Kanal-Übertragung ideal.

Als weiterer HOMEPLANE-Beitrag kann die auf Laufzeit-Messung basierende WLAN-Lokalisierung im industriellen Umfeld die Lücke zwischen hochgenauen, dedizierten Lokalisierungstechnologien und den aus der Büro-Technik bekannten weniger genauen Feldstärkemessungen schließen. Dies lässt z.B. den Einsatz im Bereich Asset-Tracking zur Gerätelokalisierung zu.

Mindestens genauso wichtig wie ein leistungsfähiges WLAN ist in der Industrie ein gutes Netzmanagement. Hier können die in HOMEPLANE entwickelten Technologien zur Diagnose bzw. zum Fehlermanagement – auch im drahtgebundenen Teil – als erste Basis eines intelligenten, automatisierten Systems dienen. Ergänzend zum klassischen, meist auf SNMP (Simple Network Management Protocol) basierenden Monitoring und Management kann das im HOMEPLANE-Projekt entwickelte Web-Service-basierte Management (Konfiguration/Fehlermanagement/Ressourcenverwaltung) mithilfe einer XML-basierten Systemmodellierung und des darauf aufsetzenden computergestützten Schließens („Reasoning“) intelligentere, automatisierte Algorithmen ermöglichen.

Eine konkrete Übertragung der HOMEPLANE-Ergebnisse auf Produkte im industriellen Umfeld, in der verbleibenden Projektlaufzeit bis Mitte 2009, steht noch aus. Im Zusammenhang mit dem weltweiten Trend zu „smarten“, d.h. selbstkonfigurierenden Systemen, dem Vormarsch drahtloser Systeme und den Diskussionen um Web-Service-basiertes Netzmanagement ist HOMEPLANE jedoch gut aufgestellt, um zukünftig im industriellen Umfeld einen wichtigen Beitrag leisten zu können.

Ansprechpartner

www.energieautark.com

Konsortialpartner:

Festo AG & Co. KG
Bernd Kärcher
kch@de.festo.com

EnOcean GmbH
Markus Kreitmair
markus.kreitmair@enocean.com

Fraunhofer TEG
Christof Giers
christof.giers@teg.fraunhofer.de

TU Ilmenau
Tom Ströhla
tom.stroehla@tu-ilmenau.de

Helmut-Schmidt Universität
Prof. Dr. Gerd Scholl
gerd.scholl@hsu-hamburg.de

Sm@rt Logistics

Konsortialpartner:

tedrive Germany GmbH
Fedor Bruencker
Fedor.bruencker@tedrive.com

Simcron GmbH
Dagmar Wolfram
Dagmar.Wolfram@simcron.de

TU Dresden
Stephan Baumann
stephan.baumann@tu-dresden.de

WZL RWTH Aachen
Philip Attig
P.Attig@wzl.rwth-aachen.de

Intellion AG
Dr. Markus Dierkes
markus.dierkes@intellion.com

TCS GmbH
Alexandre Schäfer
alexandre.schaefer@tcs-group.de

HOMEPLANE

www.homeplane.de

Konsortialpartner:

AllTec Automatisierungs-
und Kommunikationstechnik GmbH
Thomas Klagge
th.klagge@alltec-borna.de

IHP GmbH
Prof. Dr. Rolf Kraemer
kraemer@ihp-microelectronics.com

European Microsoft Innovation Center
Alexander Voss
Alexander.Voss@Microsoft.com

Siemens AG
Hans-Peter Huth
hans-peter.huth@siemens.com

Technische Universität Dortmund
Prof. Dr. Rüdiger Kays
ruediger.kays@tu-dortmund.de

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie herausgegeben. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.