

Internet der Dinge in der industriellen Produktion

Mögliche Szenarien

Lasse Klingbeil
HSG-IMIT

**Szenario 1: Überwachung der Maschinen/Umgebung:
Lifecycle Performance/ Condition Monitoring/ Facility Management
(MIKOA, ENAS, LICMA)**

**Szenario 2: Überwachung von Produkten:
Digitales Produktgedächtnis
(SEMPROM, ALDIWA, ALETHEIA, Internet der Dinge)**

**Szenario 3: Automatisiertes Kanban-System
(SMARTKANBAN)**

**Szenario 4: Selbstorganisierende Produktion
(SOPRO)**

Szenario 1: Überwachung der Maschinen/Umgebung



Charakteristische Aspekte:

- In der gesamten Produktionsumgebung sind Sensoren verteilt.
- Es werden Daten über die Maschinenzustände und der Betriebsumgebung gesammelt, bewertet und davon abgeleitet, eventuell erforderliche Reaktionen ausgelöst.
- Die Sensorknoten sind eigenständig (energieautark), die Sammlung der Daten geschieht drahtlos, die Bewertung der Daten geschieht dezentral.
- Ziel ist die ganzheitliche Optimierung von Produktion, Anlauf, Betrieb, Instandhaltung und Nutzung von Maschinen und Anlagen.

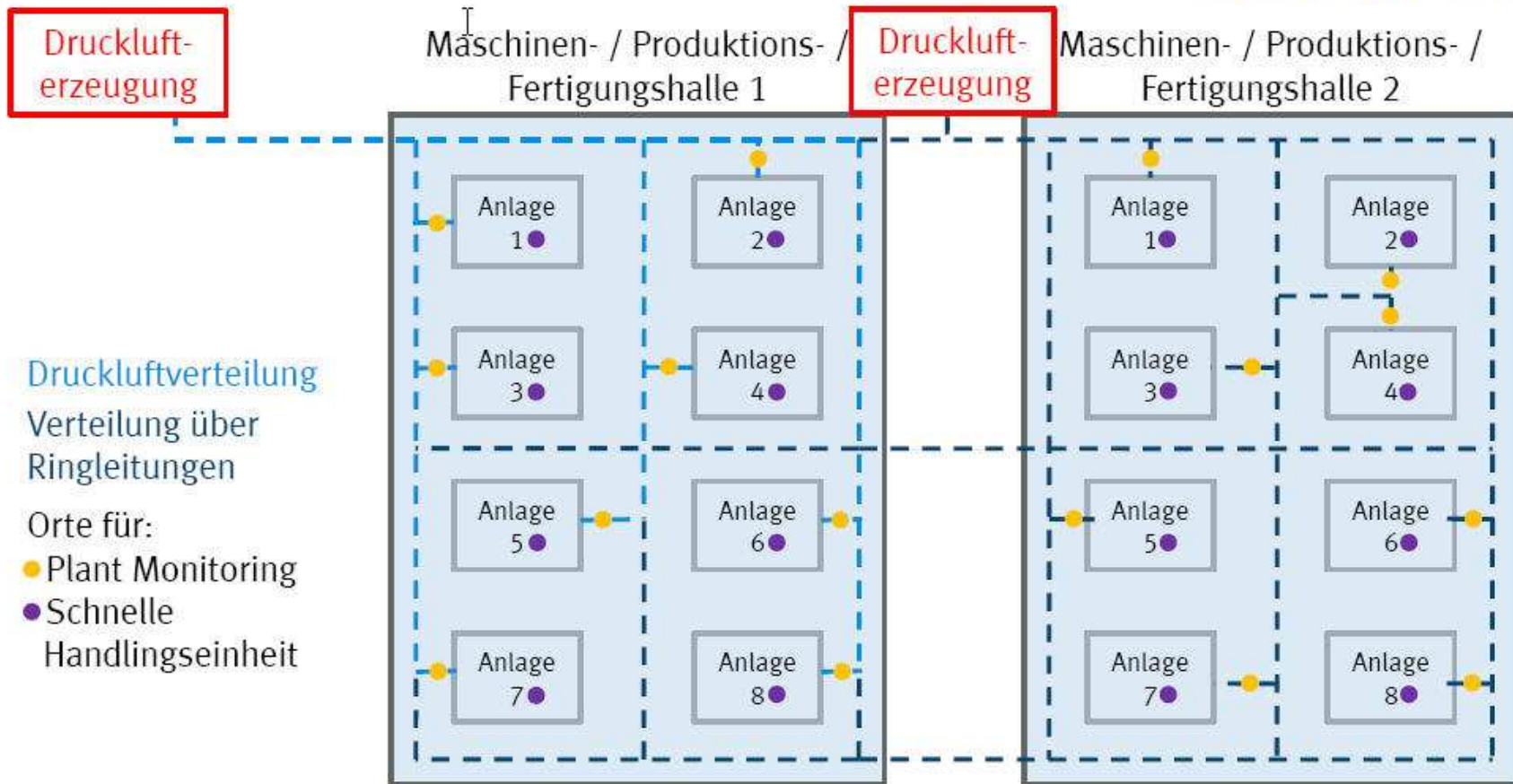
Szenario 1: Überwachung der Maschinen/Umgebung

Konkretes Anwendungsbeispiel (MIKOA, ENAS, LICMA):

- Überwachung eines Druckluftnetzes über mehreren Fertigungshallen.
 - Überwachung von Systemgrößen, wie Durchfluss und Druck, sowie der Luftqualität (Feuchte, Partikel, Restöl, Temperatur).
 - A: Reine Überwachung und Dokumentation.
 - B: Eingriffe in den Steuerungsablauf. Abweichung von dynamischen Vorgaben triggern Nachregelungen.
 - Überwachung einzelner Funktionseinheiten innerhalb der Anlagen.
 - Z. B.: Überwachung von Endlage, Position, Referenz oder Kraft bei schnellen Handlungseinheiten.
 - Z. B.: Überwachung von Stanzvorgängen durch Kraftsensoren. Abweichung vom charakteristischen Kraftverlauf leiten den frühzeitigen Wechsel von Verschleißteilen ein.
 - Z. B.: Vibrationsprofile überwachen die funktionellen Status von Antrieben.
- ➔ **Wartungskosten sinken, Prozesse können online überwacht und optimiert werden.**

Szenario 1: Überwachung der Maschinen/Umgebung

Aufbau eines Industrie Druckluftnetzes



CR-FM/jens Engelhardt

Projekttreffen MIKOA 31.07.2009

Szenario 1: Überwachung der Maschinen/Umgebung

- **Ausprägung A:**
 - Im gesamten Produktionsbereich und an relevanten Maschinen sind Sensormodule angebracht. Es werden Daten über Umgebung, Maschinen, Maschinenteile gesammelt und an eine zentrale Einheit versendet.
- **Ausprägung B:**
 - Das Netzwerk enthält sowohl Sensor- als auch Aktorknoten. Die Intelligenz zur Regelung und Beurteilung befindet sich teilweise oder ganz innerhalb des Netzwerkes. Es werden z.B. langsame Regelungsprozesse innerhalb des Netzwerkes durchgeführt (z.B. Lokale Regelung der Klimaanlage anhand von lokalen Temperaturmessungen).
- **Ausprägung C:**
 - Das Netzwerk enthält sowohl Sensor- als auch Aktorknoten. Die Intelligenz zur Regelung und Beurteilung befindet sich innerhalb des Netzwerkes. Schnelle Regelungsprozesse werden ebenfalls innerhalb des Netzwerkes durchgeführt.

Charakteristische Aspekte:

- Die Produkte selbst (bzw. Ihre Verpackungen, Warenträger oder Teilprodukte) bilden das „Internet der Dinge“.
- Sie enthalten Speicher, Prozessor und Sensorik und ein Kommunikationsmodul zum drahtlosen Beschreiben und Lesen des Speichers.
- Der Speicher enthält Informationen zur Identifikation und den geplanten oder den tatsächlichen Produktionsablauf.
- Kritische Parameter können vor während oder nach der Produktion ausgelesen oder geschrieben werden.

Szenario 2: Digitales Produktgedächtnis

Konkretes Anwendungsbeispiel (SEMPROM, ALDIWA, ALETHEIA):

- Herstellung individuell konfigurierbarer Produkte oder kleiner Losgrößen. Die Fertigungslinie ist nicht für alle Produkte gleich ist, sondern wird „vom Produkt selbst“ parametrisiert.
- Intelligentes Label am Produkt enthält Prozessor, Speicher, Sensorik und Kommunikationsschnittstelle.
- Das Label weiß, was mit dem Produkt passieren soll. Ein Fertigungsmodul liest das Label und passt sich an.
- Das Gedächtnis von Zulieferteilen wird in das Gedächtnis des Produktes integriert, wenn es verarbeitet wird.
- Es werden durchgeführte Bearbeitungsschritte im Label gespeichert.
- Es werden Tests, Kalibrationen, Informationen zur QS im Label gespeichert.
- Speicherung von Temperatur und Erschütterungen während des gesamten Ablaufs.
- Der Verpackungsroboter verpackt, klassifiziert, sortiert aus, initiiert Kontrollen anhand der Informationen auf dem Label.
- Fortsetzung auf den gesamten Logistikprozess bis zum Endkunden möglich.

Szenario 2: Digitales Produktgedächtnis



Individuelle Montage



Individuelle Befüllung



Kontrolle



**Offene Prozesse kommunizieren
durch die Weitergabe des Produkts**



Bereitstellung für den Endnutzer



Überwachung der Logistik-Kette

Szenario 2: Digitales Produktgedächtnis

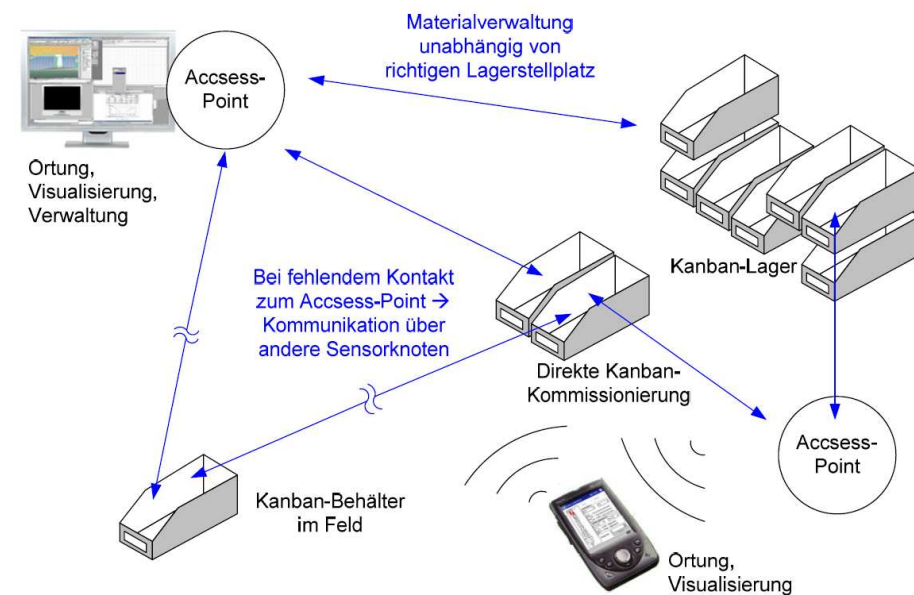
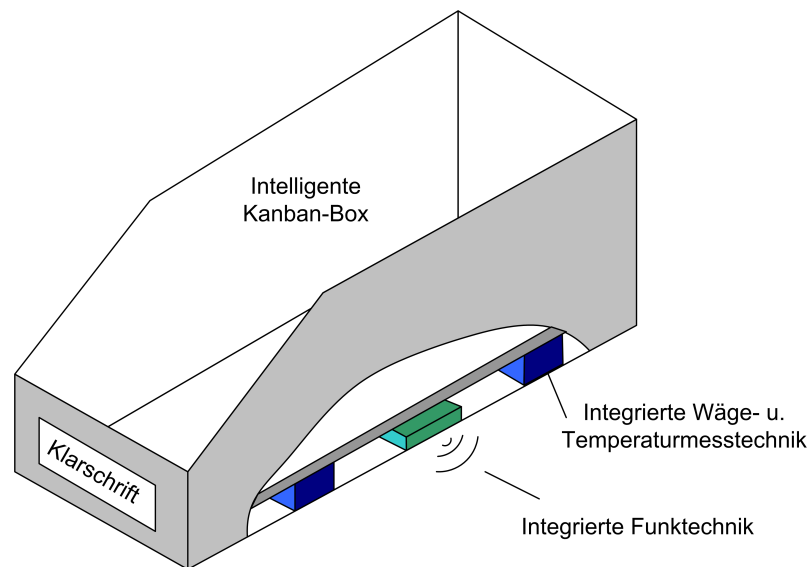
- **Ausprägung A:**
 - Das Produkt enthält ein Gedächtnis, auf dem eine Identifikationsnummer gespeichert ist. Diese lässt sich an verschiedenen Stellen des Prozesses auslesen und verwenden.
- **Ausprägung B:**
 - Das Produkt enthält ein Gedächtnis, das während des Produktionsablauf an verschiedenen Stationen beschrieben wird. Es werden Zeitstempel, Maschinen-IDs, getätigte Schritte, Qualitäts-, Kalibrationsinformationen und Testergebnisse gespeichert.
- **Ausprägung C:**
 - Das Produkt enthält zusätzlich Sensorik, die während der Produktions- und der anschließenden Transportzeit kritische Daten (z.B. Temperatur, Erschütterung) aufnimmt und diese im Gedächtnis speichert.
- **Ausprägung D:**
 - Das Produkt enthält weiterhin Informationen über die Konfiguration und den geplanten Ablauf der Produktion. Die Produktionsmaschinen lesen diese Informationen und adaptieren daraufhin ihr Bearbeitungsprogramm.

Szenario 3: Automatisiertes Kanban-System

Charakteristische Aspekte:

- Sensoren befinden sich verteilt in der Produktionsumgebung und versenden Informationen über Funk.
- Lokalisierung von Warenträgern in der gesamten Produktionsumgebung.
- Verteilte Intelligenz.

Konkretes Anwendungsbeispiel (SMARTKANBAN) :



Szenario 3: Automatisiertes Kanban-System

- **Ausprägung A:**
 - Die Position von Warenträgern kann im gesamten Produktionsbereich über ein Lokalisierungssystem festgestellt werden. Chaotische Produktion oder Lagerhaltung wird wesentlich vereinfacht.
- **Ausprägung B:**
 - Ein Warenträger (Materialkiste in der Fertigung) kennt immer seine eigene Position und seinen Inhalt (Sensorik). Bedarfs- und Bestandsmeldungen werden automatisch generiert und über Funk an ein zentrales System übermittelt.
- **Ausprägung C:**
 - Dezentralisierung der Intelligenz:
 - Kiste löst Bedarf aus
 - Lager stellt Mangel fest und beauftragt Produktion/ Bestellung
 -
- **Ausprägung D:**
 - Fahrerlose Transportsysteme übernehmen Sammlung/ Auslieferung von leeren/vollen Kisten.

Szenario 4: Selbstorganisierende Produktion

Charakteristische Aspekte:



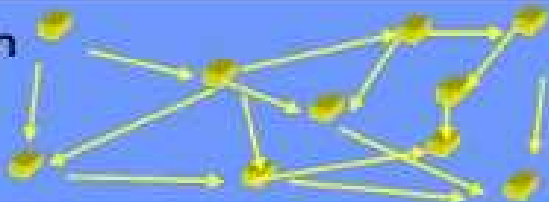

- Kombination und Erweiterung von Szenarien 1-3.
- Völlige Dezentralisierung des Produktionsablaufes.
- Entitäten eines Produktionsprozesses (Fertigungsmodule, Transportmodule, Werkstücke, Produkte, Warenträger, ...) werden als autonome Agenten in Software modelliert.
- Der gesamte Produktionsablauf plant, organisiert und überprüft sich selbst durch Kommunikation und Verhandlungen innerhalb der Agenten.
- Die Berechnungen erfolgen verteilt auf physischen Agenten (ad-hoc Netzwerk bestehend aus Knoten mit Prozessor/ Speicher/ Sensorik/ Kommunikation).

Szenario 4: Selbstorganisierende Produktion

Konkretes Anwendungsbeispiel (SOPRO):

- Ein Werkstück-Agent/ eGrain bringt Informationen über seinen Arbeitsplan, Stückzahl und Termininformationen.
- Dieser kommuniziert mit dem nächstgelegenen Fertigungsmodul-Agent/ eGrain und verhandelt eine mögliche Bearbeitung. Bei der Verhandlung spielen Verfügbarkeit, Bearbeitungsdauer, Kosten usw. eine Rolle.
- Andere Module werden in die Verhandlungen einbezogen.
- Das Fertigungsmodul kommuniziert mit den Transportmodulen über die optimale Belieferung der benötigten Teile.
- Transportwege werden von den Transportagenten dynamisch und der Situation optimal angepasst geroutet.
- Ein Kundenauftragsagent kennt die Stückliste des Kundenauftrages und überwacht, dass ein einzelnes Werkstück dem richtigen Werkstattauftrag (Los) mengenmäßig und terminlich zugeordnet bleibt.

Szenario 4: Selbstorganisierende Produktion

<p>Produktionssystem</p> 	<ul style="list-style-type: none">▪ Produktions- und Arbeitsorganisation▪ Produktzentrierte Produktionslogistik▪ Verteilte Selbstorganisation in Produktion
<p>Maschinen Anlagen</p> 	<ul style="list-style-type: none">▪ Selbstorganisation und Planung▪ Interaktion und Verhandlung▪ Kommunikation mit Process-eGrains
<p>Prozess-Agenten</p> 	<ul style="list-style-type: none">▪ verteiltes Computing▪ mobile vernetzte Agenten▪ selbstorganisierende Kommunikation
<p>Process-eGrain</p> 	<ul style="list-style-type: none">▪ Produktionsapplikation▪ Kommunikationstechnologie▪ Mikrosystemtechnik, Komponenten

Szenario 4: Selbstorganisierende Produktion

- **Ausprägung A:**

- Simulation, Digitale Fabrik

Die Fabrik und alle Agenten, Module, Anlagen sind simuliert. Anhand von Vorgaben werden Konfiguration und Prozesse simuliert/ optimiert und eine optimale Einrichtung erarbeitet.

- **Ausprägung B:**

- Die Optimierung geschieht online. Die Produktionsanlage passt sich an. Die Berechnungen werden verteilt auf den Knoten eines Sensornetzwerkes durchgeführt.

- **Szenario 1: Überwachung der Maschinen/Umgebung**
 - A: Überwachung durch verteilte drahtlose Sensornetzwerke
 - B: Aktorik im Netzwerk, Dezentrale Intelligenz, Regelung langsamer Prozesse
 - C: Regelung schneller Prozesse
- **Szenario 2: Digitales Produktgedächtnis**
 - A: Speicherung einer Identifikationsnummer
 - B: Speicherung zusätzlicher Informationen während der Produktion
 - C: Sensorik am Produkt und Speicherung der Daten
 - D: Einfluss des Produktgedächtnisses auf Produktionsparameter
- **Szenario 3: Automatisiertes Kanban-System**
 - A: Lokalisierung von Wareenträgern
 - B: Inhaltsüberwachung von Materialkisten, Funkübertragung an Zentrale
 - C: Dezentralisierung: Auslösen von Bestand, Bedarf, Bestellung, Produktion
 - D: Fahrerlose Transportsysteme
- **Szenario 4: Selbstorganisierende Produktion**
 - A: Digitale Fabrik: Simulation, Planung, Optimierung
 - B: Adaption der Prozessumgebung. Physische Agenten als Hardware-Basis