

Internet der Dinge in der industriellen Produktion

Mögliche Szenarien

Expertenpanel Kaiserslautern

Lasse Klingbeil

HSG-IMIT

Szenarien veranschaulichen zukünftige Anwendungsfelder von Forschungsaktivitäten in kurzer, prägnanter Form.

Diese Szenarien beschreiben bestimmte charakteristische Aspekte des „Internet der Dinge“ anhand konkreter Anwendungsbeispiele. Diese Aspekte lassen sich ebenfalls auf andere Beispiele übertragen.

Diese Szenarien sollen durch die Arbeitstreffen mit Wissenschaftlern und Praktikern verändert und erweitert werden.

Ziel ist es die Szenarien so auszuformulieren, dass sie für alle Beteiligten eine hohe Interessen- und Handlungsrelevanz haben.

Es wird davon ausgegangen, dass die anstehenden technischen Entwicklungen nur dann innerhalb von 3-5 Jahren signifikante Auswirkungen auf die industrielle Produktion haben werden, wenn diese bereits heute erforscht werden oder worden sind.

Daher orientieren sich die hier formulierten Szenarien an aktuell laufende oder kürzlich abgeschlossene Forschungsprojekte aus dem Bereich „Internet der Dinge“.

Die Szenarien sind eventuell unvollständig, einseitig betrachtet, nutzlos, unökonomisch, technisch nie umsetzbar...

Genau das steht ausdrücklich zur Diskussion!

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

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

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

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

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.

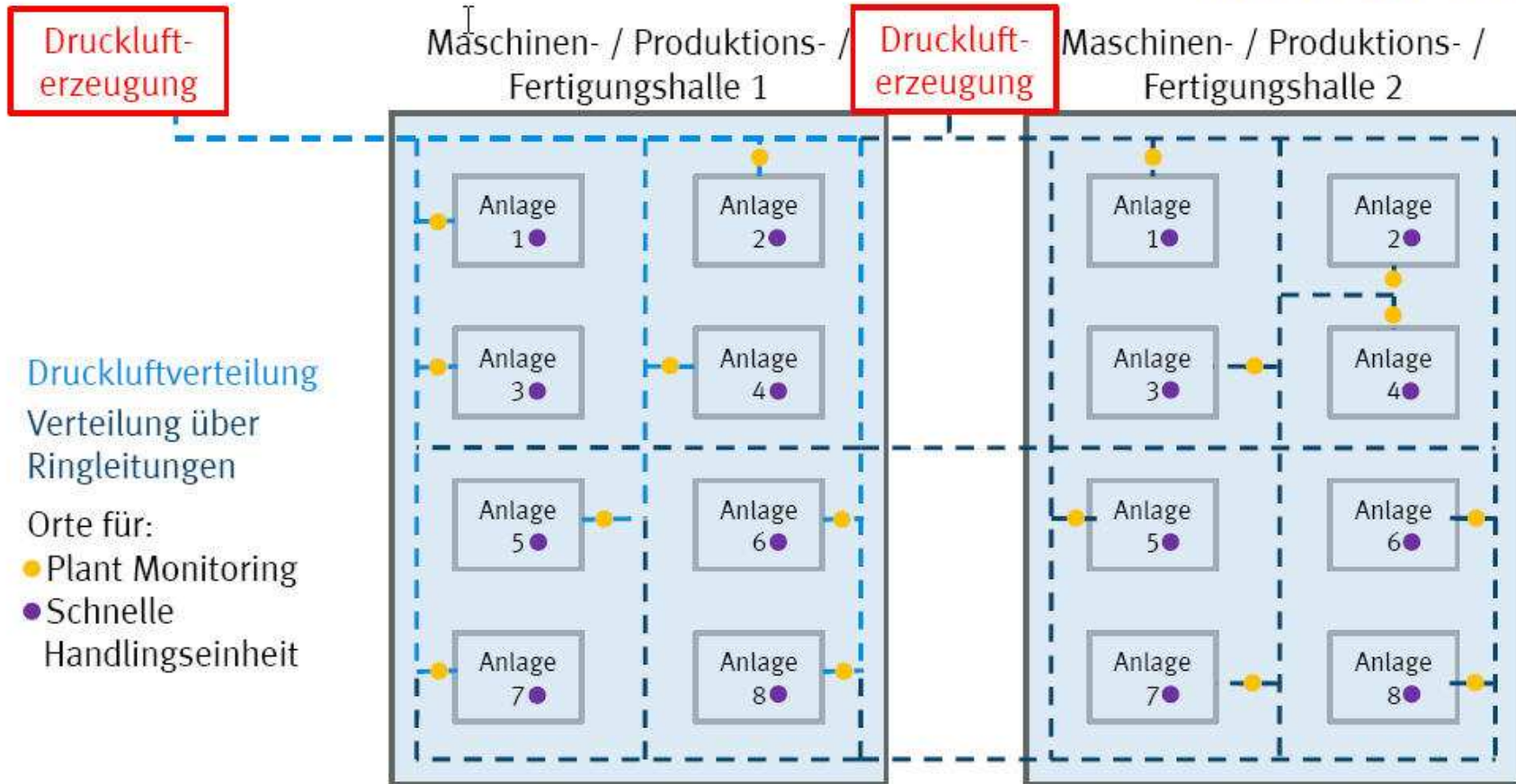
Szenario 1: Überwachung von Maschinen

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 von Maschinen

Aufbau eines Industrie Druckluftnetzes



Druckluftverteilung
Verteilung über
Ringleitungen

Orte für:
● Plant Monitoring
● Schnelle
Handlungseinheit

Technische Aspekte:

- Teilweise oder vollständige Energiegenerierung aus Vibrationen, Licht, Wärme
- Vorverarbeitung der Daten auf den Sensorknoten
- Drahtlose Vernetzung der Knoten, Protokolle
- Dynamisches Einbinden von Netzwerkknoten
- Nicht nur Datenaggregation, sondern auch Verteilung von Steuerbefehlen
- ...

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

Technische Aspekte:

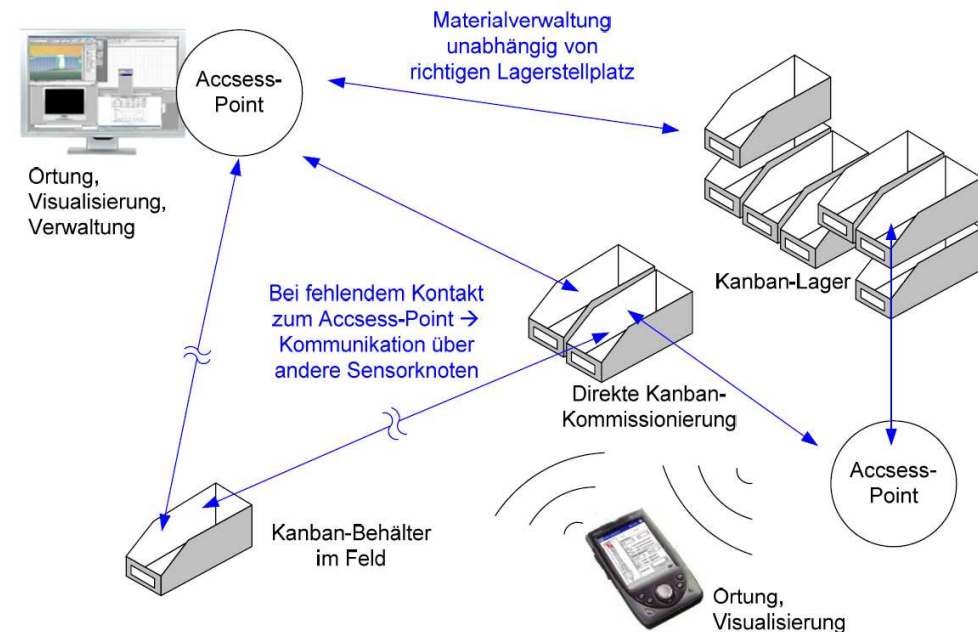
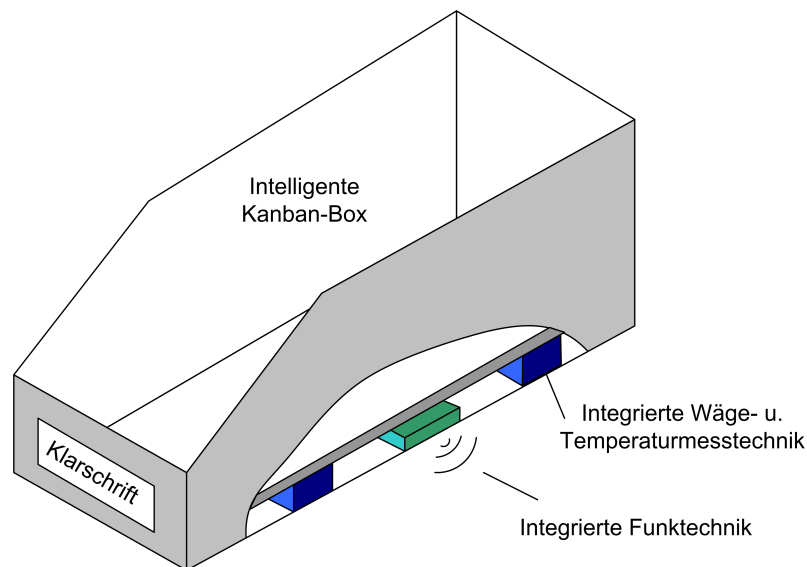
- Elektronische Komponente mit Speicher, Prozessor, Sensorik, Kommunikation (RFID ++)
- Klein, flach, robust, günstig
- Energieversorgung
- Standardisierte Kommunikation
- Standardisierte Inhalte
- Anbindung an die zentralen Produktionssysteme
- ...

Szenario 3: Automatisiertes Kanban System

Charakteristische Aspekte:

- Aspekte aus den ersten beiden Szenarien
- Erweiterung etablierter Methode durch Techniken des IdD

Konkretes Anwendungsbeispiel (SMARTKANBAN) :



Szenario 3: Automatisiertes Kanban System

Technische Aspekte:

- Jede Materialkiste enthält Sensorik, Energiespeicher, Prozessor und Funkschnittstelle.
- Die Kisten werden in Millionenstückzahlen hergestellt, die Elektronik muss daher sehr kostengünstig sein.
- Der Energieverbrauch einer Kiste ist so gering, dass der Energieträger in vertretbaren Zyklen (z.B. 1x im Jahr) gewechselt, bzw. die ganze Kiste ausgetauscht wird oder die Energie im Prozess nachgeladen werden kann.
- Die Daten werden von den Kisten an Accesspoints und somit an ein zentrales System übertragen.
- Besteht keine direkte Funkverbindung, werden die Daten über andere Kisten umgeleitet (Routing-Verfahren).
- Das Funknetzwerk ermöglicht eine Lokalisierung der einzelnen Kisten innerhalb des Betriebes
- ...

Szenario 4: Selbstorganisierende Produktion



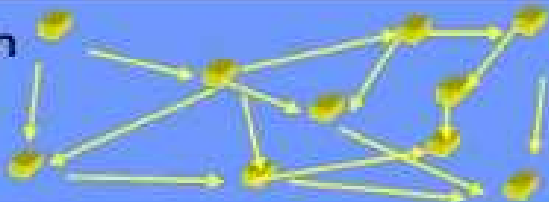

Charakteristische Aspekte:

- Beinhaltet alle anderen Szenarien und noch mehr
- Sehr visionäres Grundkonzept:
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)

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

Technische Aspekte:

- Methoden, Strategien und Anwendungsfälle
- Technische Aspekte bei der Hardware ähnlich wie in vorherigen Szenarien
- Zusätzliche Herausforderungen in Software/Algorithmen
- Bioanaloge oder marktorientierte Verfahren (Ausschreibungen, Auktionen, evolutionäre Algorithmen, Schwarmintelligenz) zur Organisation und Optimierung des Ablaufs
- Verteilte Berechnungen in Netzwerk
- Middleware
- ...

- **Szenario 1: Überwachung von Maschinen**
 - Verteilte drahtlose Sensornetzwerke
 - Überwachung und Steuerung der Maschinen, Prozesse und der Umgebung
- **Szenario 2: Digitales Produktgedächtnis**
 - Intelligente Label am Produkt messen, speichern, kommunizieren
 - Maschinen werden vom Produkt parametrisiert
 - Produkt enthält alle Informationen über sich selbst
- **Szenario 3: Automatisiertes Kanban-System**
 - Kanban-Kisten bilden ein ad-hoc Funknetzwerk
 - Kisten kennen ihren Füllstand, bestellen selbst Nachschub
 - Kisten können lokalisiert werden
- **Szenario 4: Selbstorganisierende Produktion**
 - Komplette dezentralisierte Planung, Organisation und Überwachung der Produktion
 - Softwareagenten modellieren Einheiten der Produktion
 - Physische Agenten (eGrains) bilden Hardware-Basis