

# Geschäftsmodellentwicklung für IoT-Devices

---

Future Challenges in Logistic and Supply Chain Management



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Impressum

---

## **Autoren**

Marcus Hintze, Fraunhofer IML  
Christian Rauch, Fraunhofer IML  
Dr.-Ing. Sebastian Wibbeling, Fraunhofer IML

## **Herausgeber**

Prof. Dr. Dr. h. c. Michael ten Hompel  
Prof. Dr. Michael Henke  
Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

## **Internet**

Das Whitepaper steht Ihnen auch im Internet  
unter [www.iml.fraunhofer.de/schriftenreihe](http://www.iml.fraunhofer.de/schriftenreihe) zur  
Verfügung.

## **DOI**

10.24406/publica-2054

## **Kontakt**

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML  
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2 – 4  
44227 Dortmund  
[schriftenreihe@iml.fraunhofer.de](mailto:schriftenreihe@iml.fraunhofer.de)  
+49 231 9743-285

## **Bildquelle Titelbild/ Rückseite:**

© Adobe Stock, Damian Sobczyk

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt  
wurde im Rahmen der Silicon Economy durch  
das Bundesministerium für Verkehr und digitale  
Infrastruktur gefördert. Die Verantwortung für  
den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den  
Autoren.



# Vorwort

---

IoT-Devices können Unternehmen dabei helfen, neue Dienstleistungen für Ihre Kunden anzubieten, aber auch gänzlich neue Geschäftsfelder zu erschließen. Zudem können interne Prozesse in der Produktion und Logistik durch den richtigen Einsatz von Devices im Zusammenspiel mit dem Internet der Dinge optimiert werden. Hierzu sind bereits in der Ideenphase wichtige Fragestellungen zu beantworten, um ein passgenaues und kostengünstiges Device zu entwickeln. Um dies zu gewährleisten, hat das Fraunhofer IML einen IoT-Device-Konfigurator entwickelt, welcher bei der Konzeptionierung und Entwicklung von IoT-Devices unterstützt.

## **FUTURE CHALLENGES IN LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT**

Die Schriftenreihe »Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management« greift aktuelle Herausforderungen auf, beleuchtet Trends und fokussiert neuartige Technologien und Geschäftsmodelle.

Die verschiedenen Ausgaben der Schriftenreihe zeichnen das Zukunftsbild einer innovativen Branche, das von Forschung und Praxis gestaltet und gelebt wird.

# Inhalt

---

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Einleitung .....                                 | 5  |
| IoT-Devices und Geschäftsmodellentwicklung ..... | 6  |
| Konfigurator für modulare IoT-Devices .....      | 11 |
| Best-Practice Beispiele .....                    | 15 |
| Ausblick .....                                   | 19 |
| Literaturverzeichnis .....                       | 21 |



# Einleitung

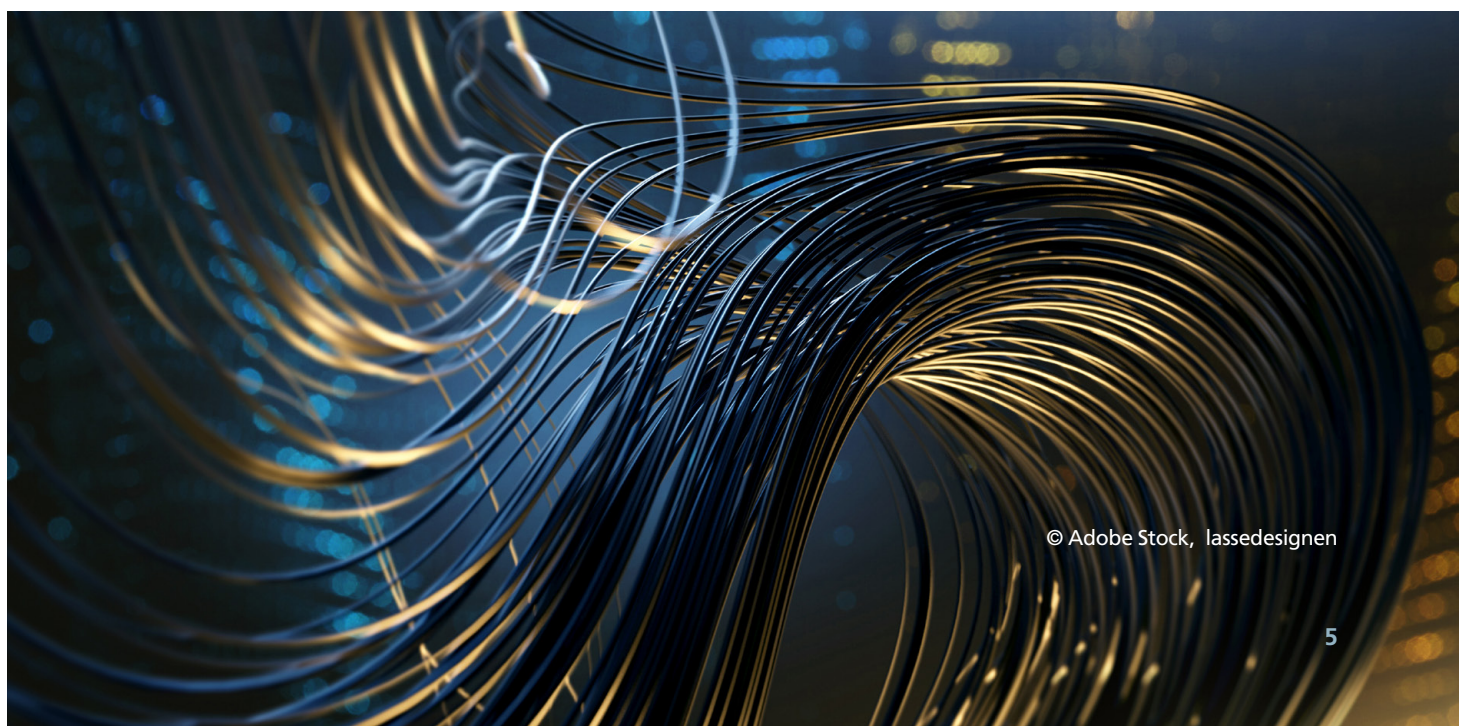
---

Die Vernetzung von Geräten und Alltagsgegenständen nimmt stetig zu. Ob in den eigenen vier Wänden oder im beruflichen Kontext, das Internet der Dinge (Internet of Things) ist längst Realität geworden und beeinflusst zunehmend den privaten und beruflichen Alltag. Im Industriebereich wird dieser Effekt durch die Transformation zur Industrie 4.0 verstärkt. Insbesondere trägt die steigende Verbreitung und Nutzung von vernetzten IoT-Devices zu dieser Entwicklung bei. Bereits heute gibt es mehr IoT-Devices als Menschen auf der Erde. So wird in verschiedenen Schätzungen davon ausgegangen, dass weltweit ca. 15 Milliarden (2023) IoT-Devices im Einsatz sind [1].

Deren Einsatzmöglichkeiten sind breit gefächert. Von intelligenten Heizungsthermostaten, die automatisch die Raumtemperatur regeln bis hin zu intelligenten Fabrikanlagen, die selbstständig einen Instandhaltungsprozess in Gang setzen oder mit Mitarbeitenden digital kommunizieren können, sind verschiedenste intelligente Devices auf dem Markt vorhanden. Auch in Zukunft wird die Digitalisierung weiter voranschreiten, die Vernetzung von elektronischen Geräten steigen und damit der Einsatz von IoT-Devices insgesamt zunehmen. Insbesondere im industriellen Kontext wird ein hohes Potential darin gesehen, Devices zu entwickeln, die mit Ihren Sensoren und Daten Prozesse automatisch steuern und verschlanken können.

Um den Einsatz von IoT-Devices weiter zu forcieren und die Effektivität zu steigern, liegt die zentrale Herausforderung

darin, die Planungs- und Entwicklungsphase von IoT-Devices zu verkürzen. Gleichzeitig müssen solche Devices an dem zugrundeliegenden Geschäftsmodell ausgerichtet und hinsichtlich der prozessualen Anforderungen bewertet werden. Allgemein wird es für die Industrie in Zukunft darauf ankommen, auf die oft individuellen Prozesse und Geschäftsmodelle angepasste und unternehmensspezifische IoT-Devices zu entwickeln. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) verfügen meistens nicht über ausreichende Forschungs- und Entwicklungsressourcen, um hier anwendungsspezifische und wirtschaftliche Lösungen entwickeln und umsetzen zu können. Um die Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten, muss eine aufwandsarme und kostengünstige Entwicklung der IoT-Devices mit hohem Modularitätsgrad angestrebt werden. Ziel ist es dabei, in kürzester Zeit ein Proof-of-Concept durchführen zu können und die Einführung in den realen Betrieb zu ermöglichen. Derzeit sind aufgrund der hohen Kosten der Bauteilelemente und der knappen Personalressourcen im Hardware- und Softwarebereich für Devices hohe Entwicklungs- und Implementierungshürden vorhanden. Mit Hilfe des im Rahmen der Silicon Economy entwickelten IoT-Device-Konfigurators wird ein Modell vorgestellt, welches Unternehmen die Möglichkeit bietet, die Einstiegshürde für den Einsatz innovativer, digitaler IoT-Devices zu senken und die eigene Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.



# IoT-Devices und Geschäftsmodellentwicklung

---

## DAS INTERNET DER DINGE UND INDUSTRIE 4.0

Die aktuellen globalen und nationalen Herausforderungen in der Industrie sind neben dem durch den demografischen Wandel ausgelösten, allgegenwärtigen Fachkräftemangel, zunehmende Probleme in den internationalen Lieferketten und der gleichzeitigen individualisierten Nachfrage der Kunden. Des Weiteren steigt die Inflation, bedingt durch die globalen Krisen (Pandemie, Krieg, Energiekrise), stark an. Dies hat unter anderem zur Folge, dass Unternehmen die Nachfrage schwieriger einschätzen und nicht adäquat bedienen können. Daraus resultiert die Anforderung, dass Unternehmen auf Probleme und Krisen immer flexibler und schneller reagieren müssen. Mit der Digitalisierung lassen sich hier zukunftsfähige Lösungswege aufzeigen.

Die Digitalisierung und Autonomisierung schreiten stetig voran und durchdringen unseren Alltag und das Berufsleben zunehmend, indem sich immer mehr intelligente Objekte miteinander vernetzen und dabei Daten generiert, geteilt und analysiert werden. Hierdurch kann die aktuelle Situation oder ein bestimmter Prozess mit den entsprechenden Umgebungs- und Rahmenbedingungen zeitnah bewertet und individuell angepasst werden. Dies kann autonom durch das jeweilige intelligente Objekt oder durch die Kommunikation mit einem Nutzer erfolgen. Gemein ist diesen intelligenten Objekten, dass sie direkt oder indirekt mit dem Internet verbunden sind. Der Begriff vom Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) prägt diesen Sachverhalt seit mehreren Jahren [2].

Insbesondere durch die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten im privaten und industriellen Umfeld bleibt das Internet der Dinge nach wie vor ein spannendes Entwicklungs- und Forschungsfeld. Im privaten Umfeld werden intelligente Objekte zum Beispiel für Smart Home-Anwendungen (smarte Thermostate usw.) oder im E-Health- und Fitnessbereich (smart watches usw.) verwendet. Im industriellen Kontext sind Lösungen zur autonomen Sendungsverfolgung in der Logistik, für das Condition Monitoring in der Instandhaltung oder der Fabrik- und Prozessplanung und -überwachung als einzelne Beispiele zu nennen [2] [3].

Mit dem Begriff des Internets der Dinge wird somit auch die Infrastruktur zur Kommunikation der intelligenten Objekte und deren Datenverarbeitung verstanden. Der Leitgedanke von Industrie 4.0 geht einen Schritt weiter. In diesem Kontext werden cyber-physische Systeme geschaffen, die einen höheren Vernetzungsgrad durch das Internet als Ziel haben [4]. Neben IoT-Technologien werden verwandte Techniken wie Big Data, Cloud Computing und Künstliche Intelligenz eingesetzt, um smarte Fabriken und Wertschöpfungsketten zu entwickeln [5]. Industrie 4.0 wird daher als weitere Fortführung und Verstetigung des Internets der Dinge im Industriesektor verstanden, indem der Vernetzungsgedanke der intelligenten Objekte zu weiteren Vorteilen und neu generierten Daten führt.

Die technische Grundlage des Internets der Dinge sind neben dem Internet als Kommunikationstechnik, die in den Objekten verbauten Mikroprozessoren, Sensoren und Aktoren [6]. Diese auch als IoT-Devices oder als Smart Devices bezeichneten intelligenten Objekte sind die Werkzeuge im Internet der Dinge und damit auch für die Industrie 4.0. Zurzeit wird davon ausgegangen, dass auf der Welt circa 15 Milliarden (2023) IoT-Devices im Einsatz sind. Dieser Wert dürfte in Zukunft weiter steigen, da die technologischen Möglichkeiten und die Entwicklung von immer leistungsfähigeren Mikroprozessoren voranschreiten [1].

Mit der Entwicklung und dem Einsatz von smarten Devices und Geräten sollen bestehende Prozesse verbessert und Kosten reduziert werden. Zudem können neue Daten generiert und damit auch neue Dienstleistungen für Kunden angeboten werden. Dies hat zur Folge, dass ein neu entwickeltes IoT-Device in der Regel auch mit einem entsprechend entwickelten bzw. angepassten Geschäftsmodell verbunden ist.

Die Entwicklung und Implementierung von IoT-Devices in Unternehmen und im industriellen Kontext ist zumeist aufwändiger als im privaten Umfeld. Die Berücksichtigung von bereits bestehenden Netzwerkstrukturen, Produktionsanlagen und Prozessen in der gesamten Wertschöpfungskette sind oft komplexer und mit vielfältigeren Abhängigkeiten versehen [7]. Daraus leitet sich ein hoher Aufwand bei der

Einbindung von IoT-Devices in die Systemlandschaft der Unternehmen ab. Hinzu kommt, dass mögliche Einsparungseffekte durch den Einsatz von innovativen smart Devices ohne eine Proof-of-Concept-Phase im realen Betrieb nur schwer ermittelt werden können.

Hierbei stellt sich für jedes Unternehmen die Frage, welche IoT-Devices in den eigenen und kundenspezifischen Prozessen integriert werden sollten und welches Geschäftsmodell zu Grunde liegt. Ein Ziel muss daher sein, erste Ideen zu einem IoT-Device aufwandsarm und strukturiert zu erstellen. Dabei müssen Prozessmanager und Business Development Manager in die Lage versetzt werden, erste Planungsschritte, ohne erhebliche technische Vorkenntnisse durchführen zu können. Eine Grundvoraussetzung für die Entwicklung und den Einsatz von IoT-Devices ist, dass der Use Case konkret und verständlich formuliert wird und die darauf basierenden Anforderungen an die Hardwareentwicklung festgelegt werden können. Hier fehlt zwischen Prozessmanagern und den Hard- und Softwareentwicklern häufig ein gemeinsames Verständnis, einerseits der Anforderungen aus den Prozessen und andererseits der technischen Möglichkeiten für eine realisierbare und wirtschaftliche Produktion der IoT-Devices.

Aus dieser Problemstellung heraus wurde das Ziel formuliert, einen Konfigurator als „Übersetzungstool“ zu entwickeln, mit dem eine systematische Erarbeitung der Anforderungen für die einzelnen Hardware- und Softwaremodule durchgeführt werden kann. Der Konfigurator ist einem

Produktkonfigurator nachempfunden, dessen Aufgabe es ist, dem Anwender bei der Auswahl von vordefinierten Merkmalen zu unterstützen [8]. Dieses Softwaretool dient dazu, dem Prozessmanager die Grundlage für eine Selbsteinschätzung seiner Ideenskizze zu ermöglichen und den Entwicklern die technische Spezifikation für die Hard- und Software zu liefern, mit deren Hilfe eine konkrete Bauteilauswahl erfolgen kann. Gleichzeitig wird im Konfigurator darauf geachtet, dass bereits in der Ideenphase das potenzielle Geschäftsmodell mit in die Überlegungen eingebracht und berücksichtigt wird.

Bevor der vom Fraunhofer IML hierfür entwickelte IoT-Device-Konfigurator vorgestellt und Anwendungsbeispiele beschrieben werden, wird zunächst der generelle Aufbau von IoT-Devices beschrieben und die Entwicklung von Geschäftsmodellen in diesem Bereich erläutert.

### IOT-DEVICES: DIE WERKZEUGE IM INTERNET DER DINGE

IoT-Devices (smart Devices, smarte Geräte) sind die digitalen Werkzeuge im Internet der Dinge. Hierbei handelt es sich um elektronische Hilfsmittel, die kabellos mit Hilfe von Sensoren und Aktoren sowie einem eingebauten Mikroprozessor mit Betriebssystem (embedded System) über das Internet der Dinge mit der Umwelt kommunizieren [7]. Hierbei kann es sich um andere IoT-Devices oder auch Personen handeln. IoT-Devices besitzen demnach die Fähigkeit zur Informationsverarbeitung und Kommunikation, um Personen bei ihren Tätigkeiten



Abb.1: IoT-Devices als Werkzeuge des Internets der Dinge und der Industrie 4.0, eigene Darstellung

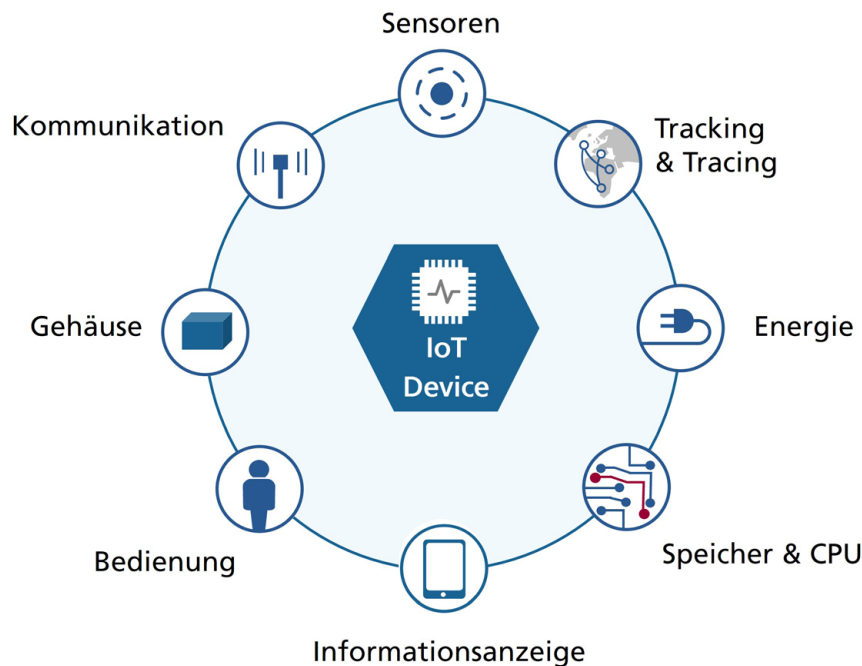


Abb.2: Bauteilkomponenten eines IoT-Devices, eigene Darstellung

zu unterstützen. Prozesse können durch die IoT-Devices angestoßen, gesteuert und organisiert werden

Die Komplexität beim Bau eines Smart Devices ergibt sich aufgrund der Abstimmung der unterschiedlichen Bauteilkomponenten. Diese sollen im Sinne eines Device-Baukastens modular aufgebaut sein. Insgesamt werden im Konfigurator acht Komponenten unterschieden (siehe Abb.2). Diese müssen jeweils auf den Use Case abgestimmt und zueinander passend ausgewählt werden. Beispielsweise können die Form und Dimensionierung des Gehäuses nur in Abhängigkeit der Größe, Anzahl und Anordnung der anderen Bauteile sowie der Anbringung am jeweiligen Objekt bestimmt werden. Die ästhetischen Aspekte hinsichtlich des Designs sind dabei noch gar nicht inkludiert. Nicht jede der acht Bauteilkomponenten ist für den Bau eines IoT-Devices zwingend erforderlich (z. B. Tracking & Tracing oder Informationsanzeige), sollten im ersten Planungsschritt jedoch betrachtet werden. Nachfolgend werden die einzelnen Komponenten detailliert beschrieben.

### 1. Sensortechnik

Sensoren sind Bauelemente, die physikalische oder chemische Messungen übernehmen und damit die „Augen und Ohren“ des Smart Devices sind. Durch die Sensoren werden die Umweltbedingungen und die Veränderungen der Umgebungsparameter gemessen und zur weiteren Analyse und Verarbeitung weitergeleitet. Die Sensoren verbinden damit das IoT-Device mit der Außenwelt [9]. Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Sensoren. Am häufigsten werden mit ihrer Hilfe

Temperatur, Feuchtigkeit, Helligkeit, Gewicht, Geschwindigkeit, Erschütterung, Lage oder Entfernungen gemessen.

### 2. Tracking & Tracing

Mit Tracking & Tracing wird in der Logistik die Sendungsverfolgung beschrieben. Gemeint ist, dass mit entsprechender Technik die Ortung eines Devices erfolgen kann, beispielsweise mit GPS, GPRS, WLAN, Bluetooth-Beacon etc. Hierbei wird aus technischer Sicht insbesondere zwischen einer Indoor- und Outdoor-Lokalisierung unterschieden. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Genauigkeit bei der Ortung des Devices bzw. des damit verbundenen Objektes. Genügt es den ungefähren Standort zu kennen oder muss das Device beispielsweise auf den Meter genau oder sogar noch genauer lokalisierbar sein.

### 3. Kommunikationstechnik

Die Gestaltung und Ausführung der Kommunikationstechnik setzt sich damit auseinander, mit welchen Hilfsmitteln und auf welche Art das IoT-Device mit der Umgebung und insbesondere mit dem Anwender kommuniziert. Es stehen für die Entwicklung unterschiedliche Technologien zur Verfügung, die die jeweiligen Daten und Informationen weiterleiten. Beispiele sind WLAN, RFID, NFC, Mobilfunk oder Bluetooth Low Energy. Die Reichweite und Datenrate sowie der Energieverbrauch bei der Datenübertragung sind bei der Auswahl wichtige Entscheidungskriterien.

### 4. Informationsanzeige

Eine weitere Komponente in einem IoT-Device kann die



Informationsanzeige sein. Dies ist oft kein notwendiges Element, kann jedoch beim Energiemanagement oder der Mensch-Technik-Interaktion einen hohen Einfluss haben. Die Anzeige kann einzelne Textfragmente oder Codes bis hin zu farblichen Bildern darstellen. Hierzu stehen unterschiedliche Technologien wie LCD- oder E-Ink-Displays sowie verschiedene Formen von LED-Anzeigen zur Verfügung.

## 5. Bedienelemente

Für den Bau eines IoT-Devices gibt es zahlreiche unterschiedliche Bedienelemente, die eingebaut werden können. Bedienelemente haben die Funktion, dass der Anwender das IoT-Device steuern und bedienen kann. Das gängigste Bedienelement ist der Taster. Weitere Elemente können die Gestensteuerung, die Erkennung des Fingerabdrucks oder aber auch das „Tappen“ mit einem Finger sein.

## 6. Gehäuse

Die Gestaltung und Ausführung des Gehäuses ergibt sich aus dem jeweiligen Anwendungsfall und den daraus abgeleiteten Restriktionen hinsichtlich Größe, Form, Material und der erforderlichen IP-Schutzklasse. Zudem hängen diese Gestaltungsparameter auch von den anderen Device-Komponenten ab, die zuvor ausgewählt wurden.

## 7. Energieelemente

Das Energiemanagement ist bei einem kabellosen IoT-Device eine wichtige Komponente, die einen maßgeblichen Einfluss auf die Auswahl der anderen Komponenten hat. Dabei ist festzulegen, wie lange ein Device ggf. in unterschiedlichen Betriebsmodi energietechnisch zur Verfügung stehen muss, d. h., welche Laufzeiten gefordert werden und wie groß dementsprechend die Energiequelle sein muss.

## 8. CPU und Speichereinheit

Ein zentrales Element jedes IoT-Devices ist der Mikroprozessor mit der verbauten CPU (Central Processing Unit) und den Speicher- und Steuerelementen. Die CPU ist der Hauptprozessor und damit das Herzstück der Steuerung. Sie kann im übertragenen Sinn als das Gehirn des Smart Devices verstanden werden. Die CPU bestimmt, wie viele Daten mit welcher Geschwindigkeit verarbeitet und gespeichert werden können oder auch, welche Sicherheitsarchitektur implementiert werden kann. Auf dem Markt sind viele unterschiedliche CPUs für unterschiedliche Anwendungen zu finden. Die Auswahl einer geeigneten CPU für das jeweilige IoT-Device wird anhand des Anwendungsfalls und den vorher ausgewählten Bauteilkomponenten und Leistungsanforderungen durchgeführt.

## GESCHÄFTSMODELLIERUNG DURCH BUSINESS DESIGN-ANSATZ

Die Entwicklung eines IoT-Devices ist für Unternehmen kein Selbstzweck. Der Einsatz eines Smart Devices setzt ein

übergeordnetes Ziel in Form eines Geschäftsmodells voraus. Hierbei kann es sich einerseits darum handeln, eigene Prozesse im Unternehmen zu optimieren, indem Kosten reduziert oder die Qualität gesteigert werden. Oder andererseits IoT-Devices für Kunden in einem anderen Bereich zu entwickeln, um damit das Geschäftsfeld zu erweitern und neue Dienstleistungen anzubieten. Insbesondere produktgetriebene Unternehmen, welche sich verstärkt um den Bau von Hardware und die technische Entwicklung kümmern, laufen Gefahr, die veränderten Kundenanforderungen durch die Digitalisierung und den Einsatz von IoT-Devices zu spät in der Ideen- und Entwicklungsphase mit aufzunehmen [10]. In der Ideenphase wird ein Problem bzw. ein Verbesserungspotential durch den Einsatz eines IoT-Devices zumeist durch Prozessmanager erkannt, die diese Idee vorantreiben und eine Umsetzung begründen müssen. Um das erwartete Geschäftspotential bereits in der Ideenphase genauer bestimmen und bewerten zu können, ist es zielführend, zunächst für das jeweilige IoT-Device ein Geschäftsmodell zu entwickeln. Ein Geschäftsmodell beschreibt allgemein „das Grundprinzip, nach dem eine Organisation Werte schafft, vermittelt und erfasst“ [11].

Die Besonderheit bei der Entwicklung eines Geschäftsmodells für IoT-Devices liegt darin, sich bewusst zu machen, welche Funktion das jeweilige Device hat. Für eine bessere Einordnung und Herleitung des Geschäftsmodells in der Ideenphase können zwei Geschäftsmodellgruppierungen aus Sicht des Internets der Dinge abgeleitet werden. Zum einen die „Digitally charged products“, indem ein physikalischer Gegenstand mit dem Internet verbunden wird und dadurch eine neue (digitalisierte) Dienstleistung entsteht. Zum anderen „Sensor as a service“, indem die Daten von Sensoren einen neuen Service generieren [12]. An diesen beiden Grundtypen lässt sich bereits erkennen, dass die rein hardwareseitige Entwicklung von IoT-Devices nur ein Teilbereich eines im Anschluss erfolgsversprechenden Markteintritts ist. Die Betrachtung und Entwicklung eines passgenauen Geschäftsmodells ist dabei ebenso wichtig, insbesondere, da durch die Implementierung von IoT-Devices in der Regel neue digitale Geschäftsmodelle entwickelt werden, in deren Mittelpunkt die generierten Daten stehen. Der Servicecharakter nimmt dadurch einen viel höheren Stellenwert ein [13].

Die Entwicklung eines Geschäftsmodells kann mit Hilfe von Geschäftsmodellmustern erfolgen. Die Autoren des St. Gallener Business Model identifizierten 55 unterschiedliche Muster, die durch Rekombination bis zu 90% aller Geschäftsmodell-Muster darstellen sollen [14]. Diese 55 Muster wurden auf ihre Tauglichkeit für das Internet der Dinge analysiert und 20 Muster wurden mit positiven Effekten in diesem Bereich identifiziert [12]. Die Auswahl eines passenden Geschäftsmodells aus den Mustern und Ihrer Rekombination heraus kann in der Ideenphase bereits sehr zeitaufwändig sein. Um allerdings nicht bereits im Anfangsstadium der Ideenphase zu stark bei der Geschäftsmodellentwicklung auf die rein wirtschaftlichen

Aspekte einzugehen und damit andere Bereiche wie die Kundenanforderungen und unternehmerischen Aspekte zu vernachlässigen, kann auf das Business Design zurückgegriffen werden.

Beim Business Design werden unternehmerische und wirtschaftliche Aspekte einer Neuentwicklung analysiert und gleichzeitig die Anforderungen der Kunden und Nutzer integriert [15]. Dazu werden, egal ob es sich um die Neuentwicklung eines Produktes, einer Dienstleistung oder eines Prozesses handelt, zwei Aspekte betrachtet. Zum einen die kreative Arbeitsmethode und zum anderen die ökonomische Ausrichtung hinsichtlich der Gestaltung eines Geschäftsmodells. Die zu untersuchenden Aspekte beinhalten dabei vier Einflussfaktoren, die bei der Bearbeitung im Sinne des Business Design beachtet werden müssen. Hierzu zählt die Begehrlichkeit (Desirability), indem Wünsche und Anforderungen der Kunden berücksichtigt werden. Als zweites wird die Machbarkeit (Feasibility) aufgezählt, in der es darum geht, ob eine Idee technisch realisierbar ist und die notwendigen Ressourcen vorhanden sind. Bei der Rentabilität (Viability) werden die monetären Aspekte hinsichtlich der Ausarbeitung der Idee betrachtet und die ersten Schritte in Richtung Geschäftsmodellentwicklung unternommen. Bei der Integrität (Integrity)

steht das unternehmerische Handeln im Vordergrund und es wird untersucht, inwieweit die Unternehmenswerte mit aufgenommen werden oder diese sich ändern. Die vier Einflussfaktoren bedingen sich gegeneinander und überlagern sich. Nur wenn alle vier Faktoren berücksichtigt werden und in die neugestaltete Idee einfließen, wird von einem Innovation-Sweet-Spot gesprochen, der das Kernanliegen im Business Design darstellt [16].

Die Methoden, welche mit dem Business Design verbunden werden und dazu führen, erste Ideen in innovative Produkte und Dienstleistungen weiterzuentwickeln sind beispielsweise das Business-Model-Canvas, Design-Thinking, die Jobs-to-be-done-Methode oder die Value-Proposition-Canvas sowie weitere agile Arbeitsmethoden [16].

Im Folgenden wird ein Konfigurator vorgestellt mit dessen Hilfe Prozessmanager und Business Designer modulare IoT-Devices bereits in der Ideenphase selbstständig entwickeln und frühzeitig ein Proof-of-concept erstellen können, ohne sich dabei in Details zu verlieren oder die Entwicklungskosten aus den Augen zu verlieren.

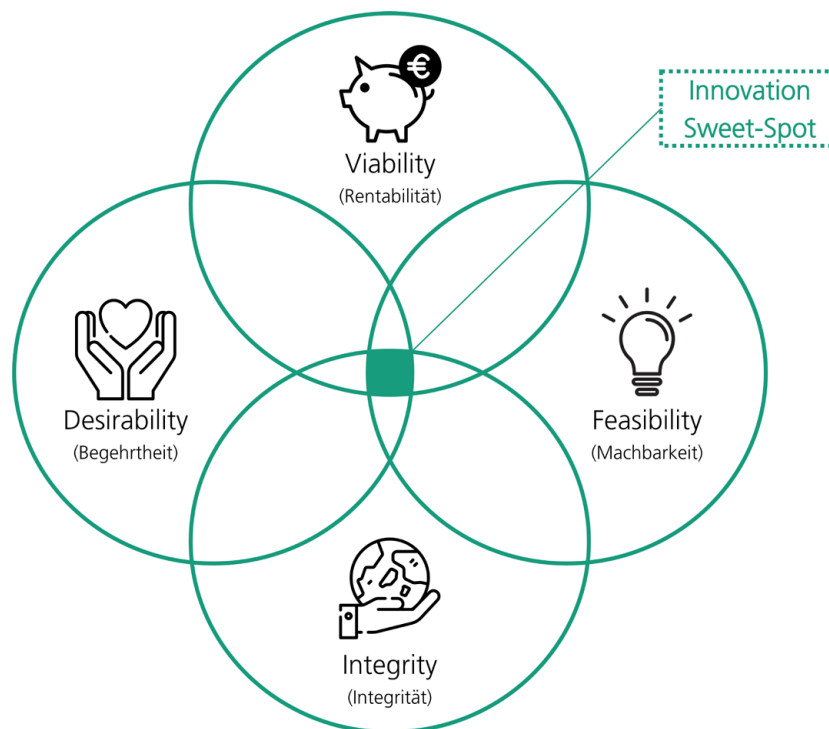


Abb.3: Einflussfaktoren im Sinne des Business Design, in Anlehnung an [16]

# Konfigurator für modulare IoT-Devices

Die Entwicklung und der Einsatz von IoT-Devices werden zukünftig ausgeweitet und beschleunigt werden können, wenn bereits in der Ideen- und Planungsphase eine zielorientierte und strukturierte Vorgehensweise stattfindet. Diese hat zum Ziel, die technische und prozessuale Realisierbarkeit im Sinne der Kundenanforderungen und in Abhängigkeit der monetären bzw. budgetierten Grenzen zu betrachten. Dadurch sollen die Entscheider von Unternehmen in die Lage versetzt werden, im Marktumfeld auf neue äußere und innere Gegebenheiten schnell reagieren zu können und Ideen zielorientiert umzusetzen. Hierzu wurde der IoT-Device-Konfigurator entwickelt, der aus zwei Komponenten besteht.

In der ersten Teilkomponente, dem Device-Business-Modelling steht die Betrachtung und Gestaltung des jeweiligen Anwendungsfalls (Use Case) und des damit zu entwickelten Geschäftsmodells im Vordergrund. Zudem erfolgt eine Herleitung der technischen Anforderungen, die als Ergebnisse in die zweite Teilkomponente integriert werden. In der zweiten Teilkomponente, dem Hardware-Konfigurator, wird die technische Machbarkeit des IoT-Devices untersucht und anhand

der Bauteilkomponenten eine technische Spezifizierung des Devices durchgeführt. Mit den Ergebnissen aus den beiden Teilkomponenten können Entwickler die Kosten grob abschätzen und die zügige Entwicklung eines Prototypens im Sinne eines Proof-of-Concept erreichen.

Der Einsatz des Konfigurators erfolgt in einer frühen Ideenphase, wenn auf Seiten der Prozessmanager Handlungsfelder oder Schwachstellen identifiziert wurden bzw. eine erste grobe innovative Idee vorhanden ist. Mit ihm kann der Prozessmanager, gemeinsam mit einem interdisziplinären Team, die Idee in ein grobes Geschäftsmodell einbetten und mit dem Hardware-Konfigurator die Bauteile des Devices vorplanen, ohne auf die Expertise der Soft- und Hardwareentwickler angewiesen zu sein. Dies ermöglicht Prozessmanagern, ihre Ideen aufwandsarm zu entwickeln und in einer frühen Entwicklungsphase eine Ersteinschätzung der technischen Machbarkeit zu erhalten.

Die Entwicklung des Geschäftsmodells und die Prüfung der technischen Machbarkeit des Devices anhand der Bauteilkomponenten bedingen sich gegenseitig, so dass der Konfigurator

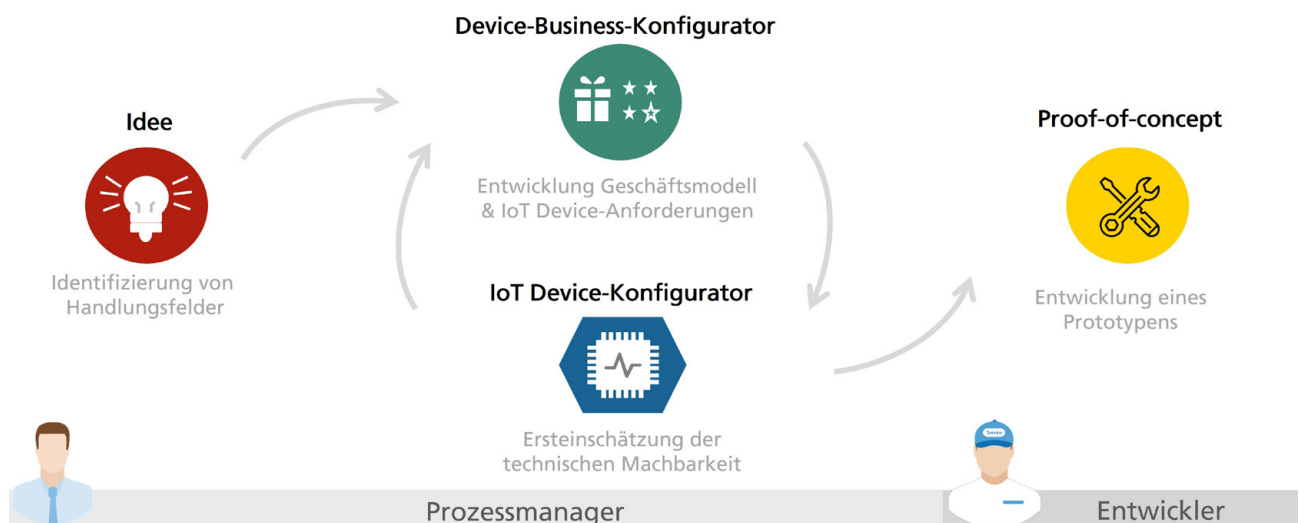


Abb. 4: Struktureller Aufbau des IoT-Device-Konfigurators, eigene Darstellung



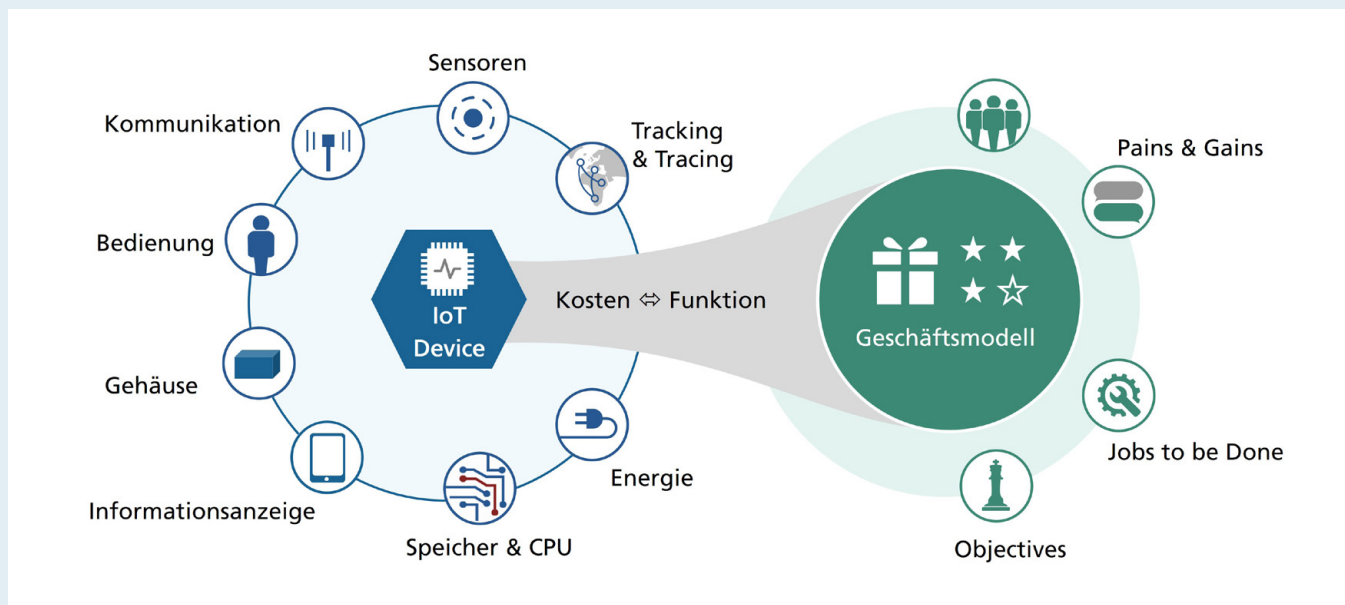


Abb.5: Komponentenabhängigkeit im IoT-Device-Konfigurator, eigene Darstellung

iterativ genutzt werden kann. Hinsichtlich der Betrachtung der beiden Teilkomponenten stehen die Funktionen des IoT-Devices und die geschätzten Kosten im Fokus.

Mit Hilfe des IoT-Device-Konfigurators ist es möglich, innerhalb eines ein- bis zweitägigen Workshops eine erste Grundidee weiterzuentwickeln und einen konkreten Planungsentwurf zum Bau eines IoT-Devices herzuleiten. Der Workshop kann und sollte durch ein interdisziplinäres Team besetzt sein. Wichtig dabei ist es, dass das Prozesswissen der Anwender und Anwenderinnen mit am Tisch sitzen. Wenn möglich sollte der Kunde oder zumindest kundennahe Mitarbeitende am Workshop teilnehmen und die aktuellen Probleme und Herausforderungen kennen. Anhand der Ergebnisse des Workshops und der Verwendung des Konfigurators können die technische Machbarkeit und die Entwicklungs- und Bauteilkosten zur Herstellung eines Prototyps abgeleitet und ein Proof-of-Concept vorbereitet werden.

## DEVICE-BUSINESS-MODELLING

Im Fokus des Device-Business-Modelling steht im Sinne des Business Designs die Ausarbeitung der ersten Ideenskizze. Hierbei lautet das konkrete Ziel, dass das Geschäftsmodell anhand der Kundenanforderungen für das Device entwickelt und die Anforderungen an das IoT-Device abgeleitet werden. Die Vorgehensweise lässt sich in drei Schritte unterteilen. Zu jedem der drei nachfolgend erläuterten Schritte wurde ein Arbeitsblatt entwickelt. Diese Arbeitsblätter sind in Anlehnung an die Vorgehensweise und Arbeitsschritte des Business Design der Orange Hill GmbH entwickelt worden [17]. Die Werkzeuge und Grundidee zur Entwicklung eines Business Design wurden auf die Bedürfnisse zur Entwicklung von IoT-Devices angepasst und für

die Durchführung innerhalb eines Tagesworkshops verfeinert.

Im ersten Schritt steht die konkrete Entwicklung des Use Cases. In dieser ersten grundlegenden Phase wird eine Übersicht der Idee zum IoT-Device erstellt. Hierzu werden die folgenden Fragen beantwortet:

- Warum wird das IoT-Device benötigt?
- Wie kann das IoT-Device im Prozess eingebunden werden?
- Wem und wieso hilft das IoT-Device?
- Wie kann das IoT-Device aussehen?
- Welche Ziele sollen mit dem Device erreicht werden?

Wichtig ist dabei, die Fragestellung aus Sicht des Nutzers bzw. Anwenders zu beantworten. Ob es sich um die Mitarbeitenden des eigenen Unternehmens handelt oder um Kunden, spielt eine untergeordnete Rolle. Mit dem dazugehörigen Arbeitsblatt Epic Charter wird somit die Grundlage für die weitere Konzeptionierung des Geschäftsmodells auf Basis der Kunden- und Nutzeranforderungen und die Idee des IoT-Devices festgehalten.

Im zweiten Schritt steht die Ableitung der Kernelemente des IoT-Devices im Vordergrund. Diese werden anhand folgender Fragen hergeleitet:

- Welcher Zielgruppe hilft der Einsatz des IoT-Devices?
- Was bereitet dem Nutzer im jetzigen Prozess „die Schmerzen“?
- Welche Aufgaben ergeben sich daraus für das IoT-Device?
- Was muss das IoT-Device können, damit „die Schmerzen“ beseitigt und der Nutzen erhöht werden?

Mit „Schmerzen“ sind die derzeitigen qualitativen oder quantitativen Probleme im Prozess zu verstehen. Auch kann es sich dabei um fehlende Daten- und Prozesstransparenz handeln, die zu einer geringeren Kunden- oder Mitarbeiterzufriedenheit führen kann. Im Anschluss werden in einem groben Rahmen die Soll-Kosten und das Marktpotential abgeschätzt, die als Rahmen und auch als wichtige Abbruchkriterien dienen. Der Nutzen liegt in erster Linie in der Fokussierung auf die Kunden- und Nutzeranforderungen zur Definition des Kernnutzens des IoT-Devices. Zur Verschriftlichung dieses Schrittes dient das Business Modell Epic.

Im dritten Schritt liegt das Hauptaugenmerk in der Identifizierung der Produktmerkmale nach den Merkmalsprinzipien nach Kano [18]. Es werden fünf Merkmalsausprägungen unterschieden neben den Basis-, Leistungs- und Begeisterungs-Merkmalen gibt es die unerheblichen und Rückweisungs-Merkmale. Die Merkmale werden gemeinsam im Workshop definiert und dienen als vorgelagerter Teilschritt zur Ermittlung der Kernelemente des IoT-Devices und der dazugehörigen User Story. Mit Hilfe der User Story wird der Nutzen aus Sicht des Anwenders dargestellt.



**Mit Hilfe des Device-Business-Modelling wird anhand der Nutzerbetrachtung das Geschäftsmodell und die Anforderungen an das IoT-Device hergeleitet.»**

## HARDWARE-KONFIGURATOR

Nachdem im ersten Teil des IoT-Device-Konfigurators der Use Case definiert, das Geschäftsmodell skizziert sowie darauf aufbauend die Anforderungen an das IoT-Device erstellt wurden, folgt im zweiten Schritt die Konfiguration der Hardware zum Bau des Devices.

Das Ziel bei der Anwendung des Hardware-Konfigurators ist es, die einzelnen Bauelemente des IoT-Devices hinsichtlich der zuvor definierten Anforderungen strukturiert herzuleiten. Hierzu ist der Konfigurator derart aufgebaut, dass die Teilnehmenden keine Experten im Bereich der IoT-Device-Entwicklung sein müssen. Der Aufbau des Konfigurators ist den technischen Bauteilkomponenten aus Kapitel 2 (siehe Abb.2) nachempfunden. Neben der Auswahl der Sensoren, der Technik zum Tracking & Tracing, der Informationsanzeige, der Kommunikationstechnologie, der Bedienung und der Gehäuseeigenschaften werden im ersten Teil die Grundlagen zum IoT-Device definiert. Die technischen Bauteilkomponenten zur CPU und dem Energiemanagement werden auf dieser Ebene jedoch

nicht im Hardware-Konfigurator thematisiert. Dies liegt daran, dass eine Auswahl der Rechenleistung und der Energiebereitstellung von dem Ergebnis der Zusammenführung der Bedarfe der anderen Bauteilkomponenten abhängt. Dies kann im Rahmen des beschriebenen Workshopcharakters nicht erreicht werden. Vielmehr können die Technik- und Entwicklungsexperten im Nachgang anhand der Auswertung der definierten Bedarfe und Wünsche der Teilnehmenden eine Auswahl und Konkretisierung der beiden ausstehenden Bauteilelemente durchführen.

Der Hardware-Konfigurator ist in einem Web-Format entwickelt worden und kann somit digital aufgerufen sowie dessen Ergebnisse gespeichert werden. Zu Beginn des siebenstufigen Konfigurators steht die Definition der Grundlagen zum IoT-Device. Aufbauend auf den Ergebnissen des Device-Business-Modelling werden der Einsatzort und das Umgebungsfeld sowie die voraussichtliche Stückzahl angegeben. Zudem werden grundlegende Fragen hinsichtlich des Datenschutzes und des zu erwartenden Temperaturbereiches im Einsatz angegeben. Diese Informationen sind wichtige Kriterien für die Techniker zur Kalkulation der preislichen Einordnung und der allgemeinen technischen Machbarkeit. Darauf aufbauend werden die sechs Bauteilkomponenten näher untersucht. Dabei unterstützt der Hardware-Konfigurator die Anwender durch eine automatische Filterfunktion. Bevor eine spezifische Technologie zum Beispiel zur Kommunikationstechnik (WLAN oder Mobilfunk) ausgewählt werden kann, müssen Allgemeinfragen zum Themenkomplex beantwortet werden. Anhand dieser Antworten erfolgt eine automatische Vorauswahl von Technologien, die für den jeweiligen Anwendungsfall in Frage kommen. Zusätzlich werden den Nutzern des Konfigurators Informationstexte und Bilder zu den unterschiedlichen Technologiebausteinen zur Verfügung gestellt, um eine Auswahl treffen zu können. Dabei besteht die Möglichkeit mehrere Technologien für ein Devicemodul zu wählen. Dies bedeutet zum Beispiel für den Bereich der Kommunikationstechnologie, dass die Anwender WLAN und Mobilfunk als einsetzbare Techniken benennen können. Anhand von Kommentaren können die Gründe zur jeweiligen Entscheidung transparent dargestellt werden und den Technikern im Nachgang wichtige Zusatzinformationen geben (siehe Abb. 6).

Nachdem im Workshop zum Hardware-Konfigurator die Bedarfe und Restriktionen angegeben wurden, generiert das Tool einen Auswertungsbericht, der in kompakter Form die Ergebnisse für die Entwickler zur Verfügung stellt. Anhand dieser Auswertung werden die Techniker in die Lage versetzt, die technische Machbarkeit abzuleiten und eine grobe Abschätzung der Herstellkosten zum Bau eines IoT-Devices in Abhängigkeit der vordefinierten Stückzahl durchzuführen. Des Weiteren kann der Hardware-Konfigurator auch zur weiteren Kommunikation zwischen den Technikern und den Anwendern genutzt werden und dient als eine Art Übersetzer zum

The screenshot displays the 'IoT Konfigurator' web application. The top navigation bar includes tabs for 'Grundlagen', 'Sensoren', 'Tracking & Tracing', 'Informationsanzeige', 'Kommunikation', 'Bedienung', and 'Gehäuse'. The left sidebar shows a user profile 'sdc User' and options for 'Allgemein', 'Konfigurationen', 'Neue Konfiguration', and 'Datei Importieren'.

The main configuration area is titled 'Technologien:' and contains several technology selection cards:

- WLAN:** Geräte werden mit Netzwerk verbunden; Funk. Reichweite: max 100m; Datenrate: Sehr hoch (150-200mb/s); Energieverbrauch: [Bar chart]; Latenz: [Bar chart]. Includes checkboxes for 'IT-Infrastruktur bereits vorhanden' and 'Technologie muss unterstützt werden'.
- Bluetooth LE:** Ortsbestimmung mithilfe von Beacons. Reichweite: bis 10m; Datenrate: hoch 2mb/s, BLE 1mb/s; Energieverbrauch: [Bar chart]; Latenz: [Bar chart]. Includes checkboxes for 'IT-Infrastruktur bereits vorhanden' and 'Technologie muss unterstützt werden'.
- Logger:** Daten werden auf Speichermedium gespeichert. Reichweite: Keine Echtzeitübertragung; Datenrate: Sehr hoch; Energieverbrauch: [Bar chart]; Latenz: Keine Echtzeit. Includes checkboxes for 'IT-Infrastruktur bereits vorhanden' and 'Technologie muss unterstützt werden'.
- SIGFOX:** Funkübertragung. Reichweite: sehr hoch; Datenrate: Sehr gering 100B/s; Energieverbrauch: [Bar chart]; Latenz: [Bar chart]. Includes checkboxes for 'IT-Infrastruktur bereits vorhanden' and 'Technologie muss unterstützt werden'.
- RFID:** Funkübertragung. Reichweite: niedrig; Datenrate: niedrig; Energieverbrauch: [Bar chart]; Latenz: [Bar chart]. Includes checkboxes for 'IT-Infrastruktur bereits vorhanden' and 'Technologie muss unterstützt werden'.
- Mobilfunk-5G:** Funkübertragung. Reichweite: sehr hoch; Datenrate: sehr hoch; Energieverbrauch: [Bar chart]; Latenz: [Bar chart]. Includes checkboxes for 'IT-Infrastruktur bereits vorhanden' and 'Technologie muss unterstützt werden'.

Each card has a status indicator at the bottom (X, checkmark, or both).

Abb.6: Auszug aus dem Hardware-Konfigurator

besseren Verständnis untereinander. Der Auswertungsbericht kann dementsprechend durch die Techniker angepasst und kommentiert werden, so dass die vorausgewählten Technologien reduziert werden können. Dadurch entstehen innerhalb des Entwicklungsprozesses eine höhere Transparenz und eine bessere Verständigung zwischen den unterschiedlichen Berufs- und Interessengruppen.

Im Ergebnis steht wie in Abbildung 7 dargestellt eine Auswahl der Technologien und Bauteile, die zum Bau eines Devices für ein Proof-of-concept verwendet werden können.



Abb. 7: Beispielhaftes Ergebnis des Hardware-Konfigurators



**Mit Hilfe des Hardware-Konfigurators wird eine technische Grundgestaltung des IoT-Devices zur preislichen Einordnung und der technischen Machbarkeit vorgenommen.»**

Im Folgendem werden zwei IoT-Devices vorgestellt, die mit Hilfe des IoT-Device-Konfigurators am Fraunhofer IML entwickelt wurden.



# Best-Practice Beispiele

## MOTIONAI

Im Projekt MotionAI soll für einen Logistikdienstleister ein IoT-Device entwickelt werden, welches beim Lieferprozess von Maschinenteilen und Anlagen den Transport und die Lagerung für lange Transportzeiten (bis zu mehreren Wochen) über zum Teil mehrere Ländergrenzen hinweg überwacht.

### Zusammenfassung der Ergebnisse des Device-Business Modelling:

Der Großteil der Ware wird im Container und zumeist über mehrere Ländergrenzen hinweg versendet. Als Verkehrsträger für den Versand werden Straße, Schiene, See und Lufttransport eingesetzt, wobei auch hier der Seeverkehr den größten Anteil hat.

Die Ware wird während der Verpackung in Folie unter Zugabe von Trockenmittel verpackt. Hierbei kommt PE-Folie und ALU-Verbundfolie zum Einsatz. Die Klimadaten sollen innerhalb der Folie aufgezeichnet werden können, um die Konservierung zu überwachen. Dabei soll die Folie möglichst nicht durchstochen werden, um Sensoren innerhalb der Folie anzubringen.

Als Außenhülle wird eine Kiste aus Holz und Holzwerkstoff eingesetzt. Für Verladungen im Container wird auf die Außenhülle aus Kostengründen meist verzichtet und die Packstücke nur mit der „Palette“ und Folie verladen.



Abb. 9: Abbildung des Prototypen Motion2SE

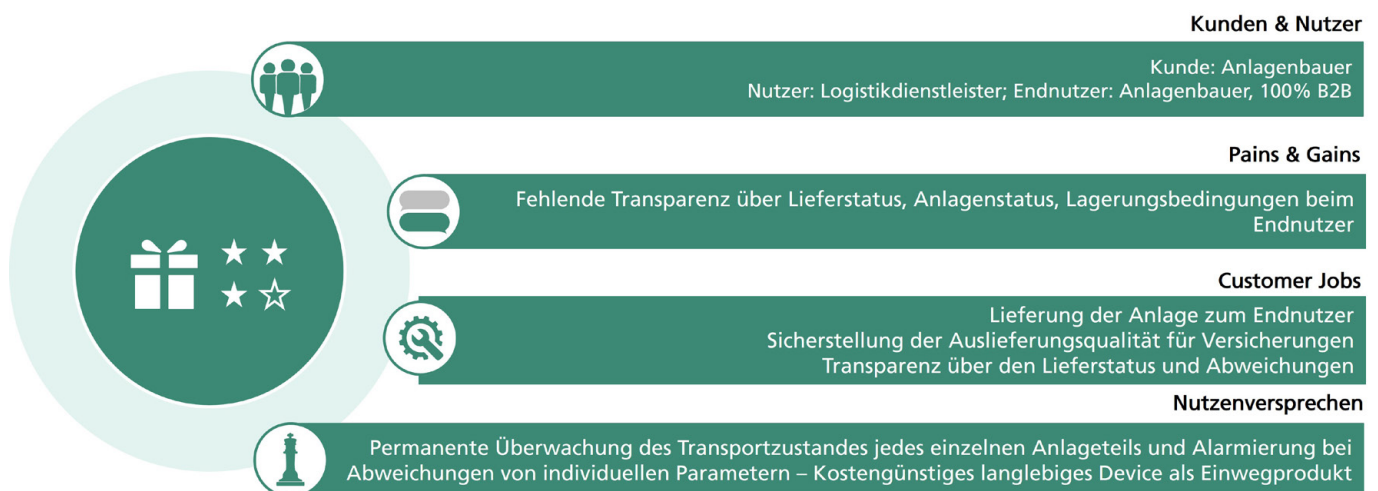


Abb. 8: Zusammenfassung der Ergebnisse des Device-Business-Modeling Motion2SE

## Zusammenfassung der Ergebnisse des Hardware-Konfigurators:

| Element             | Anforderung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sensoren            | Zum Einsatz kommt ein Temperatursensor, der in einem Bereich zwischen -30 und +80 Grad Celsius messen muss. Zudem soll die Luftfeuchtigkeit gemessen und Stöße erkannt werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Kommunikation       | Um auch in abgeschirmten Bereichen erfolgreich und energiesparend senden zu können, wird ein LTE Cat-NB (NB-IOT) Modem mit entsprechend angepasster Antenne eingesetzt. Durch die hohen Durchdringungsraten und geringen zu übermittelnden Datenmengen kann aus einem Container oder einer Verpackung kommuniziert werden.                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tracking & Tracing  | Die Ortungs- und Positionsüberwachung muss innerhalb von Gebäuden und außerhalb möglich sein. Die Ortung muss über mehrere Landesgrenzen hinweg durchführbar sein. Die Ortung muss die Transporte auf Wasser, in der Luft und auf der Straße funktionieren. Eine auf wenige Metern genaue Positionsüberwachung ist ausreichend. Die Antenne muss beschädigungssicher innerhalb des Gehäuses installiert sein.                                                                                                                                                 |
| Bedienung           | Das Device soll durch die involvierten Personen in der Transportkette nicht bedient werden. Es soll lediglich ein Button zum einmaligen Einschalten des Devices verbaut werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Informationsanzeige | Es soll kein Display mit Textbeschreibung benötigt werden. Die relevanten Informationen werden über eine Web-Front detailliert mit dem Dienstleister geteilt. Am Device sollen sich lediglich vier LEDs befinden, die eine Alarmierung bei Überschreitung der Grenzwerte angeben und darstellen, ob das Device eingeschaltet ist.                                                                                                                                                                                                                             |
| Gehäuse             | Das Gehäuse muss kompakt und robust gestaltet sein.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Speicher & CPU      | Zur energieeffizienten Auswertung der Sensordaten sowie Koordinierung der Kommunikation wird ein Low-Power Mikrocontroller aus der STM32-Familie eingesetzt (STM32L4). Hauptsächlich schlafend wird der Mikrocontroller nur dann aufgeweckt, wenn einer der Sensoren Alarm auslöst oder ein Zeitintervall abgelaufen ist. Ist keine Funkanbindung möglich, werden die aktuellen Sensordaten, deren Alarmer sowie der entsprechende Zeitstempel in einem externen Flash-Speicher (256MB) abgelegt und erst gesendet, wenn wieder eine Funkverbindung vorliegt. |
| Energie             | Als Energie sollen handelsübliche kostengünstige Batterien dienen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Tab. 1: Ergebnisse des Hardware-Konfigurators zu Motion2SE

Das entwickelte Motion2SE-Device ist ein kompaktes Gerät, welches an dem Transportgut angebracht werden kann. Anhand der übersichtlichen Gestaltung der LEDs wird eine einfache und schnelle Informationsdarstellung für alle Anwender gewährleistet. Besondere Aufmerksamkeit wurde auf die Antenne zur Signalsendung gelegt, da durch die Verpackung der Anlagen hohe Restriktionen hinsichtlich der Signalstärke vorhanden sind. Dies spiegelt sich auch in der Form des Devices mit der zusätzlichen Auswölbung wider. Durch die zwei vorzufindenden Nuten am Device ist dieser einfach mit Kabelbindern zu montieren.

### SENSING PUCK

Im Projekt Sensing Puck ist das Ziel, für die Chemie-Industrie ein kostengünstiges IoT-Device zu entwickeln, welches insbesondere die Temperatur und Position während des Transports und der Lagerung überwacht und die Transportkette protokolliert.

#### Zusammenfassung der Ergebnisse des Device-Business Modelling:

In der Chemie-Industrie muss für viele Produkte ein Temperaturbereich von 15-25 °C eingehalten werden. Für Lagerung und Transport wird jedoch häufig nicht auf entsprechend ausgerüstete Kühl-LKW und Kühlläger zurückgegriffen, sondern auf Standard LKW und die regulären Logistikstandorte bei Logistikdienstleistern.

Als Ladehilfsmittel werden meistens Standard-Paletten und Standard-Rollwagen genutzt, die ggf. mit einer Thermohaube überzogen werden können. Der Transportprozess unterteilt sich in die Abholung beim Hersteller, den Transport und Umschlag beim Logistikdienstleister und die Übergabe der Sendung beim Empfänger mit jeweils unterschiedlichen, prozessabhängigen Verantwortlichkeiten.

Um dieses zu ermöglichen, sollen die handelsüblichen Stückgut-Transporteinheiten und Thermohauben um ein IoT-Device erweitert werden, welches die Temperatur und die Position überwacht und den Warenübergang sowie die Transportkette protokolliert. Durch die kontinuierliche Überwachung werden Abweichungen und Fehler in der Logistikkette schnell und eindeutig erkannt. Die Qualitätskontrolle bei der Annahme der Sendung wird vereinfacht und beschleunigt, so dass Reklamationen zeitnah erfolgen können, bevor die Produkte in Folgeprozessen weiterverwendet werden. Dieses führt zu einer erhöhten Produktqualität und -sicherheit beim Kunden, indem die Häufigkeit der reklamierten Lieferungen sinkt. Durch die automatisierten Dokumentationsprozesse verringert sich zudem der administrative und operative Aufwand für die Warenlieferungen, so dass sowohl die Personalkosten als auch die Prozess- und Reklamationskosten minimiert werden können.



Abb. 11: Abbildung Prototyp des Sensing Puck



Abb. 10: Zusammenfassung der Ergebnisse des Device-Business-Modeling Sensing Puck



## Zusammenfassung der Ergebnisse des Hardware-Konfigurators:

| Element             | Anforderung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sensoren            | In dem kompakten Device sollen verschiedene Sensoren zum Einsatz kommen. Die Messung der Temperatur (Bereich -10-50 Grad Celsius) und Luftfeuchtigkeit soll mit geringen Reaktionszeiten möglich sein. Darüber hinaus ist eine Lagedetektion erforderlich um z. B. Kippvorgänge zu erkennen sowie die Aufzeichnung und Analyse von Beschleunigungsprofilen. |
| Kommunikation       | Die Kommunikation soll energieeffizient über bekannte WLAN und Mobilfunknetze erfolgen und sowohl innerbetrieblich als auch außerbetrieblich möglich sein.                                                                                                                                                                                                  |
| Tracking & Tracing  | Die Ortungs- und Positionsüberwachung muss innerhalb von Gebäuden und außerhalb kontrollierter Bereiche möglich sein. Je nach Aufenthaltsort und Umgebungsbedingungen soll eine flexible Nutzung unterschiedlicher Techniken realisiert werden. Die Antenne muss beschädigungssicher innerhalb des Gehäuses installiert sein.                               |
| Bedienung           | In dem Device sollen keine fehler- oder beschädigungsanfälligen Schalter, Taster etc. verbaut werden. Die Aktivierung und Deaktivierung erfolgt daher über einen „Double-Tap“ auf das Gehäuse.                                                                                                                                                              |
| Informationsanzeige | Die Anzeige am Device soll während der Nutzung verschiedene Funktionen erfüllen. Sie soll zum einen eine ID und die aktuelle Temperatur anzeigen, aber auch eventbasierte Warnungen, Alarmer der Errormeldungen darstellen.                                                                                                                                 |
| Gehäuse             | Das Device muss in einer rauen Betriebsumgebung sowohl im Außen- als auch im Innenbereich dauerhaft einsetzbar und daher stoßsicher und spritzwasserdicht sein.                                                                                                                                                                                             |
| Speicher & CPU      | Der eingebaute Prozessor muss einen sicheren und energiesparenden Ultra Low Power-Betrieb ermöglichen. Es ist daher erforderlich, Event- und Statusdaten in einem zusätzlichen Speicherbereich zu speichern, um diese blockweise und energieeffizient zu übertragen.                                                                                        |
| Energie             | Die Energieversorgung soll über handelsübliche Standardbatterien erfolgen, um einen unkomplizierten und kostengünstigen Austausch bei einem aufgeschraubten Gehäuse zu ermöglichen.                                                                                                                                                                         |

Tab. 2: Ergebnisse des Hardware-Konfigurators zum Sensing Puck

**Ergebnis des IoT-Devices:**

Um einerseits ein kompaktes und robustes Device zu entwickeln, aber andererseits ein flexibel gestaltetes Gehäuse zu erhalten, dass für die Verwendung mit unterschiedlichen Ladehilfsmitteln verwendbar ist, wurde das Gehäuse in Puck-Form design. Die Grundplatte und der Deckel können so gestaltet werden, dass verschiedene Befestigungsmöglichkeiten realisiert werden können. Zwischen Deckel und Unter- teil wird ein Dichtring eingelegt, der das Gehäuse durch die mit den Befestigungsschrauben erzeugte Flächenpressung abdichtet.

# Ausblick



**Der Open-Source IoT-Device-Konfigurator ermöglicht es Prozessmanagern und dem betrieblichen Führungspersonal, erste Ideen und Ansätze zur Entwicklung von IoT-Devices mit geringen Ressourcen auf die technische Machbarkeit und wirtschaftliche Sinnhaftigkeit zu überprüfen. Durch den zweiteiligen Aufbau des Konfigurators können zum einen das Geschäftsmodell und zum anderen die Bauteilkomponenten in Workshops definiert werden. Es sind nicht zwingend Techniker notwendig. Vielmehr liegt der Fokus der Betrachtung in der Herleitung und Berücksichtigung der Kunden- und Nutzeranforderungen. Dies ermöglicht es auch kleineren Unternehmen, die nur über geringe oder keine Entwicklungsressourcen in diesem Bereich verfügen, eine erste Idee weiterentwickeln zu können.**

Dabei ist jedoch klarzustellen, dass am Ende des Konfigurators kein fertig entwickeltes IoT-Device entstehen kann. Die Erfahrungswerte und Kompetenz der Techniker zur anschließenden Auswahl der konkreten Bauteilkomponente kann der Konfigurator nicht übernehmen. Insbesondere ist der technologische Wandel bzw. der neu auf dem Markt zur Verfügung gestellte Komponenten im Konfigurator nicht abbildbar, der dahingehend kontinuierlich gepflegt und aktualisiert werden muss. Das Ziel beim Einsatz des Konfigurators ist daher, Ideen mit geringem zeitlichem und personellem Aufwand frühzeitig zu konkretisieren und dementsprechend bereits in einem frühen Entwicklungsstadium die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit nachzuweisen bzw. Ideen ggf. auch zu verwerfen.

Anhand der bereits durchgeführten Workshops mit Hilfe des Konfigurators konnte festgestellt werden, dass durch den Einsatz eine strukturierte und transparente Vorgehensweise in der Bearbeitung der Fragestellungen erzielt wird. Es ist jedoch notwendig, dass zumindest der Moderierende des Workshops technische Grundkenntnisse zum Bau eines IoT-Devices hat, um insbesondere durch den schrittweisen Definitions- und Auswahlprozess im Hardware-Konfigurator führen zu können. Die Teilnehmer haben insbesondere den hohen Anteil und die enge Verzahnung zu den Kunden- und Nutzeranforderungen bereits in dieser frühen Entwicklungsphase positiv hervorgehoben. Der Konfigurator wird demnach als geeignetes Tool zur Erstellung eines Proof-of-concept für die Nutzung eines IoT-Devices angesehen.



# Literaturverzeichnis

- [1] **o.V. (2023):** „Current IoT Forecast Highlights,” Transforma Insights , 28 März 2023. [Online]. Available: <https://transformainsights.com/research/forecast/highlights>. [Zugriff am 29. März 2023].
- [2] **M. Weinberger und J. Döring (2020):** „Internet der Dinge,” in Von Augmented Reality bis KI, München, Carl Hanser Verlag, pp. 163-181.
- [3] **L. Atzori, A. Iera und G. Morabito (2010):** „The Internet of Things: A survey,” Computer Networks, Bd. 54, Nr. 15, pp. 2787-2805.
- [4] **L. Windelband und B. Dworschak (2015):** „Veränderungen in der industriellen Produktion - Notwendige Kompetenzen auf dem Weg vom Internet der Dinge zu Industrie 4.0,” BWP, pp. 26-29.
- [5] **X. Yao, J. Zhou, J. Zhang und C. R. Boer (2017):** „From Manufacturing to Smart Manufacturing for Industry 4.0 Driven by Next Generation Artificial Intelligence and Further On,” in 5th International Conference on Enterprise Systems, Beijing.
- [6] **S. Luber und N. Litzel (2023):** „Was ist das Internet of Things,” Vogel IT-Medien GmbH, 1 September 2016. [Online]. Available: <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-das-internet-of-things-a-590806/>. [Zugriff am 2. März 2023].
- [7] **U. M. König, M. Röglinger und N. Urbach (2019):** „Industrie 4.0 in kleinen und mittleren Unternehmen - Welche Potenziale lassen sich mit smarten Geräten in der Produktion heben?,” HMD, Bd. 56, Nr. 6, pp. 1233-1249.
- [8] **M. Keisers (2023):** „Was ist ein Produktkonfigurator?,” ebootis AG, [Online]. Available: <https://www.ebootis.de/erp-software/ratgeber/geschaeftsprozesse-optimieren/produktkonfigurator/>. [Zugriff am 29 März 2023].
- [9] **K. Juschkat (2023):** „Wie Sensoren funktionieren und wo sie eingesetzt werden,” Elektrotechnik, 3 Juni 2019. [Online]. Available: <https://www.elektrotechnik.vogel.de/wie-sensoren-funktionieren-und-wo-sie-eingesetzt-werden-a-713477/>. [Zugriff am 6. März 2023].
- [10] **C. Deckert, J. Kalefeld und M. Kutz (2020):** „Geschäftsmodelle für das Internet der Dinge,” Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, pp. 928-933.
- [11] **A. Osterwalder und Y. Pigneur (2021):** Business Modell Generation: Ein Handbuch für Visinäre, Spielveränderer und Herausforderer, Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- [12] **E. Fleisch, M. Weinberger und F. Wortmann (2014):** Business Models and the Internet of Things, Bosch IoT Lab White Paper.
- [13] **N. Segerer (2023):** „Mit IoT zum Geschäftsmodell: So wird der Feuerlöscher pay per Use,” Digital Engineering Magazin, 02 12 2019. [Online]. Available: <https://www.digital-engineering-magazin.de/mit-iot-zum-geschaeftsmodell-so-wird-der-feuerloescher-pay-per-use/>. [Zugriff am 20.02.2023].
- [14] **O. Gassmann, K. Frankenberger und M. Csik (2020):** Geschäftsmodelle entwickeln - 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator, München: Carl Hanser Verlag.
- [15] **I. Rauth (2023):** „Was ist eigentlich Business Design?,” Page, 15 Mai 2021. [Online]. Available: <https://page-online.de/branche-karriere/was-ist-eigentlich-business-design/>. [Zugriff am 21. März 2023].
- [16] **o.V. (2023):** „Business-Design als Innovationsstrategie,” GründerPlattform, [Online]. Available: <https://gruenderplattform.de/geschaeftsmodell/business-design>. [Zugriff am 21. März 2023].
- [17] **B. Doll (2023):** „Tools for Business Design,” Orange Hill GmbH, [Online]. Available: <https://businessdesign.org/knowledge-base/tools-for-business-design>. [Zugriff am 25. März 2023].
- [18] **K. Matzler, H. H. Hinterhuber, F. Bailon und E. Sauerwein (1996):** „How to delight your customers,” The journal of product & brand management , Bd. 5, Nr. 2, pp. 6-18.





## Kontakt

---

Fraunhofer Institut für  
Materialfluss und Logistik IML  
Marcus Hintze  
Joseph-von-Fraunhofer-Str.2-4  
44227 Dortmund  
[marcus.hintze@iml.fraunhofer.de](mailto:marcus.hintze@iml.fraunhofer.de)