

- Zerlegbarkeit: Ein System lässt sich in Subsysteme/Module zerlegen.
- Kombinierbarkeit: Module lassen sich frei und unabhängig voneinander zu neuen Systemen und Subsystemen kombinieren.
- Verständlichkeit: Die Funktion eines Moduls muss für einen Anwender (Bediener/Planer) verständlich sein. Die Verwendung eines Moduls erfordert keine Kenntnisse über seinen inneren Aufbau (Black-Box-Prinzip)
- Stetigkeit und Geschützttheit (Kapselung): Änderungen im Inneren eines Moduls, welche seine Schnittstellen unverändert lassen, dürfen keine Rückwirkungen auf das übrige System haben. Fehler und Störungen in einem Modul sollten auf das Modul beschränkt bleiben.
- Identität der Systemgrenzen: Die Systemgrenzen von Mechanik, Energie und Steuerungstechnik eines Moduls müssen identisch sein.
- Funktionsorientierte Betrachtungsweise: Modulgrenzen werden entsprechend der Funktionalität des Moduls gezogen. Das Modul kann seine Funktion ohne Einbettung in ein Gesamtsystem erfüllen. Es lässt sich unabhängig von anderen Modulen testen und in Betrieb nehmen

Eine Modularisierung nach diesen Regeln versetzt einen Hersteller von Anlagenkomponenten in die Lage, nicht nur die Mechanik zu entwickeln und zu testen, sondern auch die dazu gehörende Steuerungslogik. Er wird zum Anbieter einer mechatronischen Einheit, welche direkt und mit nur geringem Programmieraufwand einsetzbar ist. Klare Schnittstellen verhindern dann eine Fortpflanzung von Fehlfunktionen in die restliche Anlage und erleichtern damit die Inbetriebnahme. Zudem wird es möglich, einen größeren Anteil der anfallenden Arbeitsaufwände projektunabhängig vorzubereiten. Dies erhöht den Standardisierungsgrad und senkt die projektspezifischen Entwicklungskosten.

Das Internet-der-Dinge-Materialflusssystem wird also aus einem modularen Baukasten zusammengestellt, ähnlich wie bei der Erstellung eines Simulationsmodells.

## 8.2 Die Bausteine des Internet der Dinge

In Anlehnung an bereits vorhandene Arbeiten im Bereich der Multiagentensysteme wird die nicht weiter zerlegbare Funktionseinheit im Internet der Dinge als Entität bezeichnet. Entitäten erfüllen autonom eine bestimmte logistische Funktion und interagieren zu diesem Zweck mit anderen gleichberechtigten Entitäten.

Jeder Entität wird eine eigene Intelligenz in Form eines Softwareagenten zugeordnet. Dieser befähigt eine Entität, ihre eigenen Aufgaben wahrzunehmen, mit anderen zu kommunizieren oder Verhaltensstrategien umzusetzen. Einer Entität muss daher nur noch mitgeteilt werden *was* sie zu tun hat – *wie* dies geschieht, entscheidet die Entität selbst.

Zur Steuerung eines Materialflusssystems sind drei verschiedene Typen von Entitäten mit jeweils eigenen Fähigkeiten und Eigenschaften notwendig (s. Abb. 8.1):

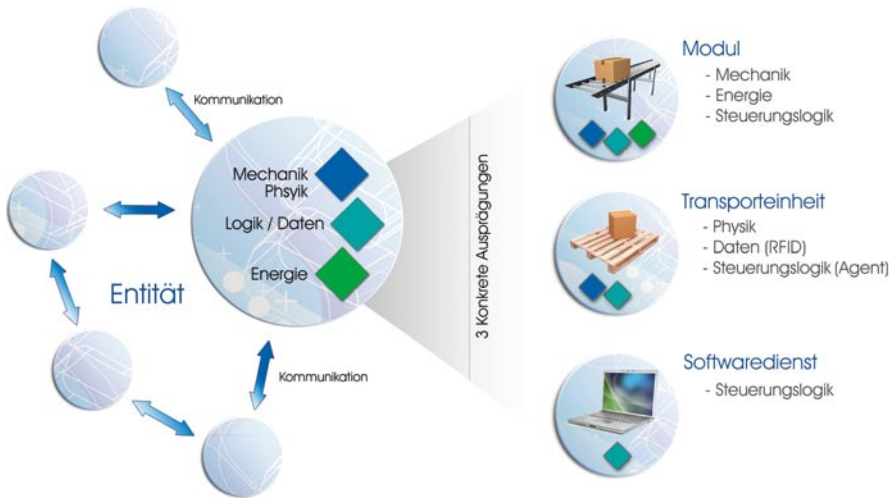


Abb. 8.1 Die Entitäten im Internet der Dinge

- Transporteinheiten
- Module
- Softwaredienste.

### 8.2.1 Transporteinheiten

Eine Transporteinheit (TE) stellt die kleinste Menge dar, welche im Materialflusssystem einzeln bewegt wird. Im Internet der Dinge sind alle TE mittels Autoidentifizierungstechnologien wie Barcodes oder RFID-Transpondern (s. Kap. 12) eindeutig identifizierbar. Darüber hinaus können auf einem RFID-Tag jedoch nicht nur die Identifikationsnummer sondern auch weitere Daten, beispielsweise über das Transportziel oder den Inhalt einer Transporteinheit, gespeichert werden. Ist es beispielsweise wegen unzureichender Speicherkapazitäten heutiger RFID-Systeme nicht möglich, alle Informationen direkt am Stückgut zu speichern, können diese vom Agenten der TE verwaltet und auf Anfrage bereitgestellt werden. Jeder TE wird ein Softwareagent zugeordnet, der beispielsweise auf einem stationären Rechner ausgeführt wird. Zwar ist es theoretisch denkbar, jede TE mit einem eigenen Controller auszustatten, allerdings ist dies aus Kostengründen nicht sinnvoll. Der Agent ermöglicht es einer Transporteinheit, mit anderen Entitäten zu kommunizieren, die Ausführung von Funktionen anzufordern und Daten auszutauschen.

Beispiele für Transporteinheiten sind VDA Kleinladungsträger, Behälter, Paletten und Kartons.

### **8.2.2 Module**

Module sind autonom agierende Fördertechnikelemente. Soweit dies wirtschaftlich und technisch machbar ist, ist dabei eine klare Kapselung der Elektrik, Mechanik, Steuerungshardware und Steuerungssoftware anzustreben. Trotzdem ist es auch möglich, die Agenten – also die Steuerungslogik – mehrerer Module auf einem gemeinsamen Rechner auszuführen, was zu geringeren Kosten aber auch zu einer niedrigeren Robustheit und Transparenz des Systems führt.

Module erfüllen eine logistische Funktion wie z.B. Transportieren, Sortieren oder Lagern und sind als Dienstleister aufzufassen, die den Transporteinheiten die zur Erfüllung ihres Arbeitsablaufs notwendigen Funktionen anbieten. Außerdem handelt es sich meist um Punkte, an welchen Entscheidungen (z.B. Wegentscheidungen) getroffen werden, wobei es in diesem Zusammenhang keine Rolle spielt, ob diese Entscheidungen mittels Softwarealgorithmen oder über eine Benutzerschnittstelle von einem Menschen getroffen werden.

Beispiele für Module sind ein Regalbediengerät, eine Rollenbahn, eine Elektrohängbahnkatze, ein Verschiebewagen oder eine Kommissionierstation.

### **8.2.3 Softwaredienste**

Softwaredienste sind reine Softwareprogramme und übernehmen Aufgaben, die nicht einem einzelnen Modul oder einer TE zugeordnet werden können. Sie treten lediglich in Form eines Softwareagenten auf und dienen z.B. der Koordination, Optimierung, Überwachung und Visualisierung. Softwaredienste können auch eine Schnittstelle zu externen Systemen wie dem Lagerverwaltungsrechner realisieren.

Beispiele für Softwaredienste sind eine Visualisierungsumgebung, eine Datenaustauschplattform, ein Verkehrsleitsystem und Schnittstellen zu externen Systemen wie dem Lagerverwaltungssystem.

## **8.3 Standardisierung und Anpassbarkeit**

Das Internet der Dinge muss, um sich erfolgreich durchsetzen zu können, zwei sich widersprechenden Anforderungen gerecht werden:

- Die definierten Bausteine und vor allem deren Schnittstellen müssen so weit wie möglich standardisiert werden, damit sie sich mit nur minimalem Aufwand in beliebig vielen Projekten wiederverwenden lassen.
- Kunden- und projektspezifische Wünsche und Anforderungen, die in ihrer Vielfalt unmöglich bei der Erstellung eines Standardbaukastens berücksichtigt werden können, müssen ebenfalls mit möglichst geringem Aufwand umgesetzt werden können.

Dieser Zielkonflikt lässt sich jedoch auflösen, indem die zwei Standpunkte aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden. Eine weitgehende Standardisierung



<http://www.springer.com/978-3-642-04895-1>

Internet der Dinge in der Intralogistik

(Eds.) W. Günthner; M. Hompel

2010, XVI, 360 S. 240 Abb., 120 in Farbe., Hardcover

ISBN: 978-3-642-04895-1