



## Anhang [A1]

# Anforderungsanalyse für das föderierte Datenbanksystem der SensorCloud [DBAP1]

04.01.2013, Prof. Dr. G. Büchel

Henning Budde

Alexander Stec

Andreas Lockermann

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# 1. Ziel der Anforderungsanalyse

Das Ziel der Anforderungsanalyse ist es sämtliche persistent zu speichernde Daten der SensorCloud zu ermitteln und diese in einem konzeptionellen globalen Schema einzuarbeiten. Daten sind in diesem Zusammenhang alle die Informationen, die von der SensorCloud gesammelt, ausgetauscht oder verwaltet werden. Diese Daten werden im folgenden als Entitäten bezeichnet um über diese neutral und im Einzelfall ohne spezielle Eigenschaften zu benennen sprechen zu können. Das globale Schema des zu entwickelnden föderierten Datenbanksystems (FDBS) beschreibt die Gesamtheit aller Schemata, die in der SensorCloud vorhanden sein können. Aus diesem globalen Schema lassen sich lokale Schemata ableiten, die zur Lösung einzelner Teilstücke der SensorCloud ausreichen. Beispielsweise benötigt ein LocationMaster (Gateway) nicht das globale Schema, sondern hier reicht es einen Ausschnitt aus dem globalen Schema herauszunehmen und dieses als lokales Schema einzusetzen.

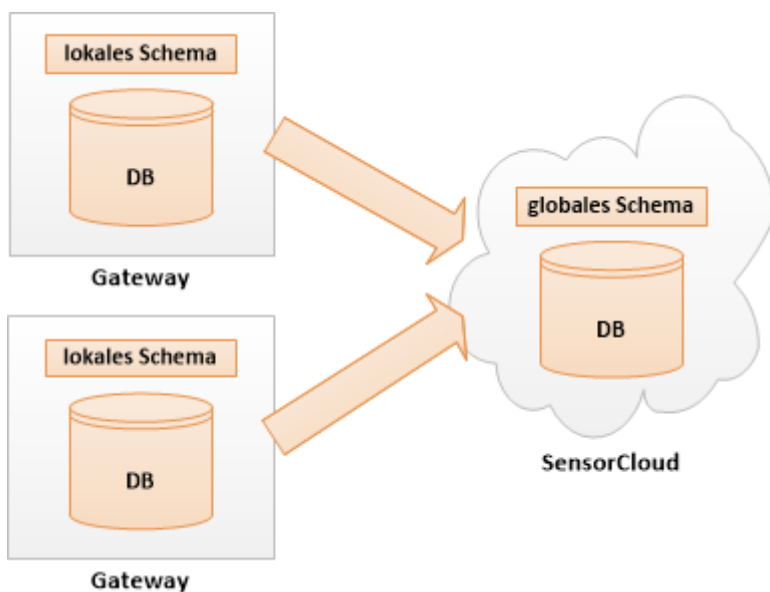


Abbildung 1: Globales Schema und lokale Schemata

Aus der Integration von Sensoren diverser Hersteller ergibt sich die Notwendigkeit, deren Eigenschaften in einem vom Hersteller unabhängigen Format zu beschreiben. Hierzu bieten sich Ansätze an, die sich auf Ontologien für den Anwendungsbereich Sensoren/Aktoren beziehen. Dieser Ontologie-gestützte Ansatz ermöglicht nicht nur eine einheitliche Benennung gleicher Funktionalitäten unabhängig vom konkreten Sensor, sondern bietet die Basis, um SensorCloud-Dienste allgemein formulieren zu können.

Weiterhin motiviert die Komplexität der Landschaft der in einer SensorCloud aufzunehmenden Sensoren und Aktoren und die Vielschichtigkeit ihrer Vernetzung zu einer ontologischen Beschreibung der Entitäten. Die Ermittlung der Entitäten des FDBS ist somit auch ein Beitrag um eine Ontologie für die SensorCloud zu entwickeln. Die Menge der Entitätskonzepte für persistente Daten der SensorCloud stellt eine wesentliche Teilmenge des kontrollierten Vokabulars (Konzeptmenge) dar, auf dem die zu entwickelnde Ontologie beruht.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## 2. Entitätenmodell

In der Entwicklung des Entitätenmodells wird zunächst von einer Top-Level Ontologie ausgegangen, die durch eine Basiskonzeptmenge von notwendigen Entitäten beschrieben wird. Zu einem späteren Zeitpunkt soll und kann unter Benutzung der Vererbung und anderer Mittel der Schemaerweiterung die Menge der Entitäten zu einer für die Projektanforderung vollständigen Menge erweitert werden.

Zusätzlich werden die Entitäten in Gruppen unterteilt um eine erste semantische Zuordnung zu machen. Einige Entitäten könnten dabei verschiedenen Gruppen zugeteilt werden. Um diese möglichst eindeutig zu gruppieren, werden sie in eine Gruppe mit der größten semantischen Entsprechung eingeordnet.

Zur Bestimmung der Basiskonzeptmenge der Entitäten wird von folgender Überlegung ausgegangen: In der SensorCloud sollen alle die Informationen persistent verwaltet werden, die dazu dienen

- Objekte X (Räume, Geräte, Stromnetze, ...)
- mit Sensoren S zu überwachen,
- um dabei ihre Zustände Z feststellen zu können,
- um sie mit Aktoren A
- aufgrund gegebener Regeln R steuern zu können.

Dieser Ausgangspunkt führt zu einem konzeptionellen Ansatz, sechs Entitätengruppen als Bestandteile einer Top-Level Ontologie zu modellieren.

### 2.1 Entitätengruppen

Der Untersuchungsansatz geht von folgenden sechs Gruppen semantisch zusammengehörender Entitäten aus:

#### 1 Sensoren/Aktoren

In dieser Gruppe befinden sich alle die Entitäten, die einen Sensor/Aktor beschreiben. Ausgenommen davon sind Messwerte, Zustände, Aktoranforderungen und andere Größen, die nicht den Sensor/Aktor selbst beschreiben, sondern deren gemessene Größen bzw. der von ihnen auszuführenden Handlungen beschreiben.

#### 2 Benutzer

In dieser Gruppe befinden sich alle Entitäten, die irgendetwas mit Benutzern der SensorCloud zu tun haben, d.h. alles was zu einem autorisierten und authentifizierten Zugang zur SensorCloud erforderlich ist, soll in dieser Gruppe abgebildet werden. Benutzer müssen hierbei nicht zwingend menschliche Nutzer sein. Auch Protokoll Entitäten wie ein Logging erhalten in dieser Gruppe Einzug. Die in dieser Gruppe dargestellten Entitäten beschreiben die persistent zu verwaltenden Objekte gemäß der Konzeption, die die Arbeitsgruppe 1 des Konsortiums SensorCloud als Benutzermodell definiert hat.

#### 3 Lokation

Alle Entitäten die mit einer Verortung von Sensoren und Aktoren zu tun haben, werden in

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

dieser Gruppe aufgenommen. Innerhalb dieser Gruppe existiert ein hierarchischer Aufbau von Entitäten, der je nach Typ der Lokation durch eine unterschiedliche Substruktur gestaltet werden kann.

- 4 Messwerte  
In dieser Gruppe werden alle Zustände, Messwerte, Messlinien, Messtypen, Aktoranforderungen und ähnlich gelagerte Entitäten einsortiert.
- 5 LocationMaster  
Diese Gruppe vereint alle Entitäten die im Zusammenhang mit einem LocationMaster/Gateway stehen. Auch Entitäten die Vernetzungs- und Kommunikationseigenschaften eines LocationMaster beschreiben, gehören in diese Gruppe.
- 6 Event  
Die Gruppe der Events beinhaltet alle Entitäten die Events und auch Alarme beschreiben. Auch deren Senken werden in dieser Gruppe beschrieben.



Abbildung 2: Entitätengruppen

Weitere Gruppen können noch flexibel je nach Projektanforderung hinzukommen. Eine denkbare Entitätengruppe wäre hier eine, die sich mit allen Entitäten auseinandersetzt, die für Abrechnung von Diensten der SensorCloud benötigt werden. Da diese Entitäten nicht für die technische Funktionalität der SensorCloud relevant sind und erst für eine kommerzielle Nutzung relevant werden, werden diese vorerst außer Acht gelassen.

### 2.1.1 Gruppe: Sensor/Aktor

Um ein gemeinsames Verständnis von Sensoren und Aktoren im Projekt SensorCloud zu haben wurde folgendes definiert:

**Definition:** Sensor

Ein Sensor ist ein technisches Bauteil, das bestimmte Eigenschaften seiner Umgebung misst bzw.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

erfasst, in elektrische Signale umformt und sich im Sensor Netzwerk der SensorCloud befindet.

**Definition: Aktor**

Ein Aktor setzt elektrische Signale in mechanische Bewegung oder andere physikalische Wirkungen um und befindet sich im Sensor Netzwerk der SensorCloud.

Die Gruppe Sensor/Aktor setzt sich aus den beiden Untergruppen Sensor und Aktor zusammen.

**Entität: Sensor**

Beschreibung:

- beschreibt genau einen (individuellen) Sensor
- soll über eine ontologische Beschreibungssprache als eine Sensorinstanz beschrieben werden können (Sensor Definition Language (SDL))

mögliche Beziehung zu anderen Entitäten:

- befindet sich an einer Lokation
- hat einen SensorTyp
- gehört zu einem SensorProdukt
- gehört einem Nutzer(-stammdaten)
- hat n Messwerte
- gehört zu einem SensorVerbund
- ist an einem LocationMaster gekoppelt
- ...

**Entität: SensorTyp**

Beschreibung:

- beschreibt einen Typen eines Sensors, z.B. einen Temperatursensor oder einen Bewegungsmelder
- dient der Kategorisierung eines Sensors
- soll eine Klasse technisch gleicher Sensoren mittels SDL-Sprachkonstrukten beschreiben.
- soll künftig beim Parsen von Sensordatenflüssen innerhalb der Cloud benutzt werden können

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- beschreibt einen Sensor
- beschreibt ein SensorProdukt

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Entität: SensorProdukt

Beschreibung:

- beschreibt ein bestimmtes Produkt eines SensorTyps
- Beispiel:
- Firma X vertreibt Sensoren S vom Typ T → Sensorprodukt XST
- Firma Y vertreibt Sensoren S vom Typ T → Sensorprodukt YST

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- beschreibt einen Sensor
- hat einen SensorTyp

## Entität: SensorKonfiguration

Beschreibung:

- charakterisiert die Konfiguration eines einzelnen Sensors
- Kommunikation dieses Sensors wird über SensorKommunikation beschrieben
- in der weiteren Untersuchung soll geprüft werden, ob eine automatische Erstellung einer SensorKonfiguration regelbasiert mit dem Mechanismus einer Entscheidungstabelle erstellt werden kann (vgl. 2.1.4 Entscheidungsmatrix)

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehört zu einem Sensor

## Entität: SensorProduktKonfiguration

Beschreibung:

- charakterisiert die Konfiguration eines SensorProdukts
- kann die Grundkonfiguration für einen Sensor einer bestimmten Produktreihe liefern
- HomeMatic Temperatursensor Grundkonfiguration

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehört zu einem SensorProdukt

## Entität: SensorKommunikation

Beschreibung:

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- beschreibt die Kommunikationsschnittstellen eines Sensors
- Konfiguration der Schnittstellen, z.B. IP, WLAN, BT, ...

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten

- gehört zu einem Sensor

## Entität: SensorKomponente

Beschreibung:

- falls ein Sensor unterschiedliche einzelne Komponenten hat, können diese hier beschrieben werden.

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehört zu einem Sensor

## Entität: SensorEvent

Beschreibung:

- beschreibt, wann welcher Sensor einen Event oder Alarm melden soll, z.B. mit Hilfe von Schwellenwert Über-/Unterschreitung.
- Wie das auszulösende Event oder der auszulösende Alarm spezifiziert ist, steht jeweils in der Entität Event oder Alarm.

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- löst einen Event aus
- löst einen Alarm aus

## Entität: SensorVerbund

Beschreibung:

- bietet die Möglichkeit zur Zusammenfassung von Sensoren, um einen virtuellen aber auch realen Sensor-Verbund abzubilden
- beispielsweise können so alle Sensoren (Bewegung, VisionSensor, Temperatur, ...), die eine Maschine überwachen, zu einem Verbund zusammengefasst werden, um so gleichzeitig aktualisierte Werte abrufen zu können.

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- besteht aus Sensoren

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- überwacht eine Lokation
- gehört einem Nutzer
- kann einen aggregierten Messwert erzeugen

## Entität: SensorServices

Beschreibung:

- Services, die ein Sensor anbietet
- sind nicht zwingend für einen Nutzer nutzbar/sichtbar
- stehen der SensorCloud zur Verfügung

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehört zu einem Sensor

Tabellarische Übersicht der Untergruppe Sensor der Entitätengruppe Sensor/Aktor

Entität	Beschreibung
Sensor	Charakterisiert einen einzelnen Sensor (Verknüpfung mit Lokation und Nutzer)
SensorTyp	Charakterisiert einen Sensortyp und wird in SDL definiert
SensorProdukt	Charakterisiert ein bestimmtes Produkt eines Sensortyps
SensorProduktKonfiguration	Charakterisiert die Konfiguration eines Sensorproduktes
SensorKonfiguration	Charakterisiert die Konfiguration eines einzelnen Sensors
SensorKommunikation	Charakterisiert die Kommunikation mit einem Sensor (IP, RS232, LAN, WLAN, BT, etc)
SensorKomponente	Charakterisiert eine Komponente eines Sensors
SensorEvent	Beschreibt, wann welcher Sensor Alarm melden soll (z.B. Schwellenwert Über-/Unterschreitung)
SensorVerbund	Mehrere Sensoren können zu einem Verbund zusammengefasst werden
SensorServices	Services, die ein Sensor anbietet

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Entität: Aktor

Beschreibung:

- beschreibt genau einen (individuellen) Aktor
- soll über eine ontologische Beschreibungssprache beschrieben werden können

mögliche Beziehung zu anderen Entitäten:

- befindet sich an einer Lokation
- hat einen AktorTyp
- gehört zu einem AktorProdukt
- gehört einem Nutzer
- hat n Aktoranforderungen
- gehört zu einem AktorVerbund
- ist an einem LocationMaster gekoppelt
- ...

## Entität: AktorTyp

Beschreibung:

- beschreibt einen Typen eines Aktors z.B. einen Schaltaktor oder einen Roboter
- dient der Kategorisierung eines Aktors
- soll eine Klasse technisch gleicher Aktoren unter Verwendung von SDL-Sprachmitteln beschreiben

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- beschreibt einen Aktor
- beschreibt ein AktorProdukt

## Entität: AktorProdukt

Beschreibung:

- beschreibt ein bestimmtes Produkt eines AktorTyps
- Beispiel:
- Firma X vertreibt Aktoren A vom Typ T → Sensorprodukt XAT
- Firma Y vertreibt Aktoren A vom Typ T → Sensorprodukt YAT

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- automatischer Fensterschließer
- Bsp: Lego Mindstorms Roboter

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- beschreibt einen Aktor
- hat einen AktorTyp

## **Entität: AktorKonfiguration**

Beschreibung:

- Charakterisiert die Konfiguration eines einzelnen Aktors
- Kommunikation dieses Aktors wird über AktorKommunikation beschrieben

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehört zu einem Aktor

## **Entität: AktorProduktKonfiguration**

Beschreibung:

- Charakterisiert die Konfiguration eines AktorProdukts
- Kann die Grundkonfiguration für einen Aktor einer bestimmten Produktreihe liefern
- z.B. HomeMatic Schaltsteckdose Grundkonfiguration

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehört zu einem AktorProdukt

## **Entität: AktorKommunikation**

Beschreibung:

- Beschreibt die Kommunikationsschnittstellen eines Aktors
- Konfiguration der Schnittstellen, z.B. IP, WLAN, BT, ...

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten

- gehört zu einem Aktor

## **Entität: AktorKomponente**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Beschreibung:

- falls ein Aktor unterschiedliche einzelne Komponenten hat können diese hier beschrieben werden

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehört zu einem Aktor

## **Entität: AktorEvent**

Beschreibung:

- beschreibt, wann welcher Aktor auf ein Event oder Alarm reagieren soll, z.B. mit Hilfe von Schwellenwert Über-/Unterschreitung.
- Wie das auszulösende Event oder der auszulösende Alarm spezifiziert ist, steht jeweils in der Entität Event oder Alarm

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- löst einen Event aus
- löst einen Alarm aus

## **Entität: AktorVerbund**

Beschreibung:

- bietet die Möglichkeit zur Zusammenfassung von Aktoren um einen virtuellen aber auch realen Aktor-Verbund abzubilden
- beispielsweise können so alle Aktoren (Greifarme, Hebebühnen, ... ), die eine Maschine bewegen, zu einem Verbund zusammengefasst werden, um so eine vordefinierte Aktionskette auszulösen

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- besteht aus Aktoren
- gehört einem Nutzer
- kann eine „aggregierte“ Aktoranforderung zugesprochen bekommen

Tabellarische Übersicht der Untergruppe Aktor der Entitätengruppe Sensor/Aktor

## **Entität: AktorServices**

Beschreibung:

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- Services, die ein Aktor anbietet
- sind nicht zwingend für einen Nutzer nutzbar/sichtbar
- stehen der SensorCloud zur Verfügung

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehört zu einem Aktor

Tabellarische Übersicht der Untergruppe Sensor der Entitätengruppe Sensor/Aktor

Entität	Beschreibung
Aktor	Charakterisiert einen einzelnen Aktor (Verknüpfung mit Lokation und Nutzer)
Aktortyp	Charakterisiert einen Aktortyp und wird in SDL definiert
Aktorprodukt	Charakterisiert ein bestimmtes Produkt eines Aktortyps
AktorproduktKonfiguration	Charakterisiert die Konfiguration eines Aktorproduktes
AktorKonfiguration	Charakterisiert die Konfiguration eines einzelnen Aktors
AktorKommunikation	Charakterisiert die Kommunikation mit einem Aktor (IP, RS232, LAN, WLAN, BT, etc)
AktorKomponente	Charakterisiert eine Komponente eines Aktors
AktorEvent	Beschreibt, wann welcher Aktor Alarm melden soll (z.B. Schwellenwert Über-/Unterschreitung)
AktorVerbund	mehrere Aktoren können zu einem Verbund zusammengefasst werden
AktorServices	Services, die ein Aktor anbietet

In der derzeitigen Iterationsstufe des Entitätenmodells verhalten sich die Untergruppen Sensor und Aktor nahezu symmetrisch. Diese Eigenschaft kann durch neuen Erkenntnisgewinn in einem nachfolgenden Iterationsschritt verloren gehen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## 2.1.2 Gruppe: Benutzer

### Entität: Nutzerstammdaten

Beschreibung:

- enthält alle Stammdaten eines Benutzers (natürliche oder juristische Person)
- Name, Vorname, Adresse, Telefon, eMail, ...

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- kann einen oder mehrere Sensoren besitzen
- kann einen oder mehrere Aktoren besitzen
- hat einen oder mehrere LocationMaster
- gehört zu einer Gruppe
- möchte eine oder mehrere Lokationen überwachen

### Entität: Nutzersicherheit

Beschreibung:

- enthält sicherheitsrelevante Daten eines Nutzers wie Passworte, Hashes, PrivateKeys, PublicKeys, ...

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehören zu einem Nutzer

### Entität: Servicelinien

Beschreibung:

- beschreibt die Pakete von Sensor-/Aktordiensten, die ein Nutzer gebucht hat

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- beinhaltet mehrere Services
- gehört zu einem Nutzer

### Entität: Gruppen

Beschreibung:

- fasst verschiedene Nutzer zu einer Gruppe zusammen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- kann einen oder mehrere Nutzer haben
- hat Gruppenrechte
- kann einen oder mehrere Mandanten haben

## **Entität: Gruppenrechte**

Beschreibung:

- definiert spezielle Rechte für eine Gruppe, z.B. Leserechte auf Messwerte eines Nutzers, wenn dieser das möchte

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- wird einer oder mehreren Gruppen zugeteilt

## **Entität: Mandanten**

Beschreibung:

- Substruktur um Nutzer N eigene Nutzer S haben zu lassen, die auch nur, wenn gewünscht, vom Nutzer N eingesehen werden können

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehört einem Nutzer
- siehe Nutzer

## **Entität: Service**

Beschreibung:

- Zusammenstellung möglicher Services für Nutzer
- Beispiel:
  - Service Raumüberwachung:  
Luftgüte + Temperatur + Bewegung
  - Service Raumüberwachung Plus:  
Luftgüte + Temperatur + Bewegung + VisionSensor

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- ein Nutzer kann einen Service buchen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Entität: MesslinienService

Beschreibung:

- Zusammenstellung möglicher Messlinien als Service

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- hat eine oder mehrere Messlinien
- kann zu einem Service gehören

## Entität: Logging

Beschreibung:

- Loggt alle Aktivitäten eines Nutzers, eines Admins, eines Technikers, etc.

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- loggt einen Nutzer
- loggt einen Sensor
- loggt Gruppen(-rechte)
- ...

Tabellarische Übersicht der Entitätengruppe Benutzer

Entität	Beschreibung
Nutzerstammdaten	Charakterisiert einen einzelnen Sensor (Verknüpfung mit Lokation und Nutzer) Charakterisiert die Stammdaten eines jeden Nutzers
Nutzersicherheit	Sicherheitsrelevante Daten eines Nutzers
Servicelinien	Pakete von Sensor-/Aktor-Diensten, die ein Nutzer gebucht hat
Gruppen	Kann verschiedene Nutzer zu Gruppen zusammenfassen
Gruppenrechte	Definiert unterschiedliche Gruppenrechte
Mandaten	Substruktur um Nutzer eigene Nutzer haben zu lassen
Admin	Charakterisiert einen Administrator (Admin Gruppen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

	können über Gruppenrechte realisiert werden)
Service	Zusammenstellung möglicher Services für Nutzer
MesslinienService	Zusammenstellung möglicher Messlinien als Service

## 2.1.3 Gruppe: Lokation

Die Gruppe Lokation beschreibt alle Entitäten, die etwas mit einem Ort, einem Gebiet oder einem Gelände zu tun hat. Auch die Verortung an einer Anlage, einem Gerät oder ähnlichem ist in dieser Gruppe möglich. Eine Lokation ist ein Ort oder ein Objekt, das mit Sensoren überwacht und gegebenenfalls durch Aktoren beeinflusst wird. Innerhalb der Gruppe Lokation sind die Entitäten hierarchisch angeordnet.

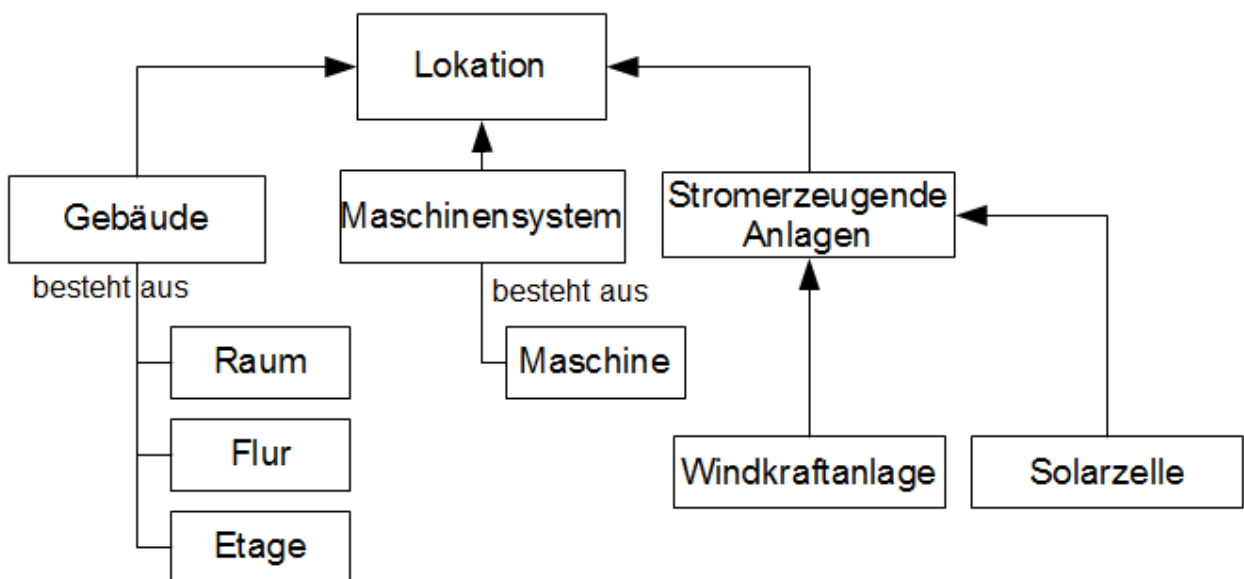


Abbildung 3: Hierarchische Anordnung von Entitäten der Entitätengruppe Lokation

### Entität: Lokation

Beschreibung:

- beschreibt einen Ort als Oberbegriff
- beschreibt einen Ort der Substrukturen (untergeordneten Entitäten) hat.

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- eine Lokation kann ein Gebäude beinhalten

### Entität: Gebäude

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Beschreibung:

- beschreibt ein Gebäude (Bauwerk), indem sich ein Sensor/Aktor befindet
- ist eine Substruktur von Lokation
- hat in der Regel mehrere Etagen
- enthält einen oder mehrere Räume

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- ein Gebäude befindet sich in einer Lokation

## Entität: Raum

Beschreibung:

- beschreibt einen Raum (innerhalb eines Gebäudes auf einer Etage), indem sich ein Sensor/Aktor befindet
- ist eine Substruktur von Gebäude

mögliche Beziehung zu anderen Entitäten:

- ein Raum befindet sich auf einer Etage
- ein Raum kann an einem Flur liegen

## Entität: Etage

Beschreibung:

- beschreibt eine Etage (innerhalb eines Gebäudes), indem sich ein Sensor/Aktor befindet
- ist eine Substruktur von Gebäude

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- eine Etage befindet sich in einem Gebäude

## Entität: Flur

Beschreibung:

- beschreibt einen Flur (innerhalb eines Gebäudes und auf einer Etage), indem sich ein Sensor/Aktor befindet
- ist eine Substruktur von Gebäude

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- ein Flur befindet sich auf einer Etage
- ein Flur beinhaltet einen Sensor
- ein Flur beinhaltet einen Aktor

## Entität: Anlage

Beschreibung:

- beschreibt eine Anlage (Bauwerk oder große, komplexe Maschine), indem sich ein Sensor/Aktor befindet
- insbesondere können stromerzeugende Anlagen (z.B. Solarzellen, Generatoren mit Verbrennungsmotoren, Windgeneratoren) betrachtet werden
- ist eine Substruktur von Lokation

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- ein Sensor befindet sich in einer Anlage
- ein Aktor befindet sich in einer Anlage

## Entität: Maschine

Beschreibung:

- beschreibt eine Maschine (Walzstraße, Kran, Windmühle, ...), indem sich ein Sensor/Aktor befindet
- eine Substruktur von Anlage

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- ein Sensor befindet sich in einer Maschine
- ein Aktor befindet sich in einer Maschine

## Entität: Gerät

Beschreibung:

- beschreibt ein Gerät (Bauwerk oder große, komplexe Maschine), indem sich ein Sensor/Aktor befindet
- eine Substruktur von Lokation

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- ein Sensor befindet sich in einem Gerät

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- ein Akteur befindet sich in einem Gerät

## Entität: Gerätetyp

Beschreibung:

- beschreibt gemeinsame Eigenschaften strukturell gleicher Geräte

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- ein Gerätetyp beschreibt mehrere Geräte

Tabellarische Übersicht der Entitätengruppe Lokation

Bezeichnung	Beschreibung
Lokation	Charakterisiert einen Ort [zu definieren: Substruktur einer Lokation](Verknüpfung mit Nutzer, Sensoren, Lokation)
Gebäude	eine Substruktur von Lokation
Etage	eine Substruktur von Lokation
Flur	eine Substruktur von Lokation
Raum	eine Substruktur von Lokation
Anlage	eine Substruktur von Lokation
Geräte	eine Substruktur von Lokation
Gerätetyp	Charakterisiert eine Klasse von Geräten

## 2.1.4 Gruppe: Messwert

Die Gruppe Messwert beschreibt alle Entitäten, die als Senke für diverse Messwerte eines Sensors gesehen werden können. Ein Messwert kann als ein einzelner Wert oder ein Tupel von mehreren Werten eines Sensors sein.

## Entität: Messwert

Beschreibung:

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- beschreibt ein die Senke für einen Messwert
- Beispiel:
  - Multi-Sensor, der vier Werte als eine Zeichenkette sendet.

messwert := mwid + timestp + senid + mwtupel

mwid := Messwert-ID

timestp := Zeitstempel

senid := Sensor-ID

mwtupel := Messwert-Tupel mit 4 Werten (Beweg., Luftfeuchte, Temp., Luftqualität)

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- ein Sensor liefert einen Messwert
- einem Nutzer gehören n Messwerte

## Entität: Messlinie

Beschreibung:

- beschreibt eine Sammlung verschiedener Arten von Messwerten, die gemäß eines gebuchten Services strukturiert sind. Struktur der Messwertfolge ggf. durch SDL definiert.

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- ein Messwert ist Teil einer Messlinie

## Entität: Messtyp

Beschreibung:

- beschreibt einen Messtyp

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- eine Messlinie ist von einem Messtyp

## Entität: Aktoranforderung

Beschreibung:

- implementiert die Regeln R, gemäß derer die Aktoren gegebene Lokationen beeinflussen

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- gehört zu einem Akteur

Tabellarische Übersicht der Entitätengruppe Messwert

Bezeichnung	Beschreibung
Messwert	Senke für diverse Messwerte (Verknüpfung mit Sensor und Nutzer)
Messlinien	Senke für diverse Messlinien
Messtyp	Charakterisiert einen Messtyp
Aktoranforderung	implementiert die Regeln R, gemäß derer die Akteure ihre Umwelt beeinflussen

## Entscheidungsmatrix / Entscheidungstabelle

Die SensorCloud soll auf diverse Ereignisse unterschiedlich reagieren können. Dabei soll jeweils auf ein oder eine bestimmte Kombination von Ereignissen mit einer oder mehreren zuvor bestimmten Aktionen reagiert werden.

Um dies maschinell darzustellen wird der Mechanismus einer Entscheidungsmatrix verwendet. Dieses Modell verfolgt den Ansatz Aktionen von Akteuren regelbasiert zu beschreiben. Eine Entscheidungsmatrix besteht aus:

- Bedingungen
- Aktionen

Eine **Bedingung** kann unterschiedliche Ausprägungen haben:

- ein Messwert, der einen Schwellwert über- oder unterschritten hat
- ein Sensor(-messwert), der seinen Zustand gewechselt hat (z.B. von „aus“ auf „an“)
- ein Benutzer der einen Zustand ändert
- ...

Eine **Aktion** kann ebenfalls unterschiedliche Ausprägungen haben:

- ein oder mehrere Akteure werden gesteuert
- eine Konfiguration wird verändert
- ...

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Beispiel:

Gegeben sind eine Menge von Bedingungen:  $B_0, B_1, \dots, B_n$  und eine Menge von Aktionen  $A_0, A_1, \dots, A'$

Bedingungen	$B_0$	$B_1$	$B_0$ $B_1$	$B_0$ $B_1$ $B_3$ $B_7$
Aktionen	$A_0$	$A_5$	$A_2$ $A_1$	$A_3$

Diese Matrix definiert vier Bedingungen auf die reagiert werden müssen:

Wenn Bedingung  $B_0$  erfüllt ist, dann soll  $A_0$  ausgeführt werden

Wenn Bedingung  $B_1$  erfüllt ist, dann soll  $A_5$  ausgeführt werden

Wenn Bedingung  $B_0$  und  $B_1$  erfüllt sind, dann soll  $A_2$  und  $A_1$  ausgeführt werden

Wenn  $B_0, B_1, B_3$  und  $B_7$  erfüllt sind, dann soll  $A_3$  ausgeführt werden

Die Bedingungen sind „Und“-verknüpft. Für „Oder“-Verknüpfungen müssen weitere Spalten in die Entscheidungsmatrix eingefügt werden. Eine leeres Feld „Bedingung“ beschreibt einen Default Fall, d.h. wenn zur Zeit keinen Bedingung erfüllt ist, dann soll(en) die Aktion(en) die unterhalb des leeren Felds stehen ausgeführt werden.

Bedingungen können zusammengefasst werden und unter neuem Namen wiederverwendet werden.

$$B_0 + B_1 + B_3 + B_7 \Rightarrow B_{10}$$

$B_{10}$  beinhaltet nun die Bedingungen  $B_0, B_1, B_3$  und  $B_7$ .

Beispiel Matrix für die FDBS-Teststrecke

Bedingungen	„Tür auf“	„Tür zu“	„Fenster auf“	
Aktionen	„Roboter begrüßt“ Steckdose->„an“	„Roboter verabschiedet“ Steckdose -> „aus“	„Heizung aus“	

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## 2.1.5 Gruppe: LocationMaster

Der LocationMaster kommuniziert über das Internet mit der SensorCloud.

### Entität: LocationMaster

Beschreibung:

- beschreibt einen LocationMaster eines bestimmten Typs, Hardwareausstattung, Version usw.

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- Sensor ist für LocationMaster registriert
- Aktor ist für LocationMaster registriert
- gehört zu einem Nutzer

### Entität: LocationMasterKonfiguration

Beschreibung:

- beschreibt die Konfiguration (z.B. Kommunikation, ...) eines LocationMasters

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- LocationMaster besitzt eine LocationMasterKonfiguration

### Entität: LocationMasterKomponentenKonfiguration

Beschreibung:

- beschreibt die Konfiguration einer Komponente (z.B. LAN, WLAN, ...) eines LocationMasters

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- LocationMaster besitzt eine LocationMasterKomponentenKonfiguration

### Entität: LocationMasterTopologie

Beschreibung:

- beschreibt den Aufbau des LocationMasters-Netzwerks mit Sensoren und Aktoren

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- Topologie besitzt Sensoren und Aktoren

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- Topologie besitzt LocationMaster

## Entität: Treiber

Beschreibung:

- beschreibt die installierte Treiber für Sensoren und Aktoren auf dem LocationMaster

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- LocationMaster besitzt installierte Treiber

Tabellarische Übersicht der Entitätengruppe LocationMaster

Bezeichnung	Beschreibung
LocationMaster	Charakterisiert einen LocationMaster
LocationMasterKonfiguration	Charakterisiert eine LocationMaster Konfiguration
LMKomponentenKonfiguration	Beschreibt die Konfiguration einer bestimmten Komponente des LM (z.B. LAN/WLAN)
LMTopologie	Beschreibt den Aufbau des LocationMaster Netzwerks mit Sensoren und Aktoren
Treiber	Sensor/Aktor Treiber Vorrat für Auto-Installation

## 2.1.6 Gruppe: Event

Events werden vom LocationMaster erzeugt. Für die Erzeugung eines Events analysiert der LocationMaster Messwerte. Eine Über- oder Unterschreitung oder Erreichung eines im Vorfeld definierten Wertes löst ein Event aus.

### Entität: Event

Beschreibung:

- beschreibt eine Eventmeldung eines Sensors oder Aktors
- kann Typ des Events, Priorität des Events und ähnliche Informationen enthalten

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



- gehört zu einem SensorEvent

## Entität: EventBenachrichtigung

Beschreibung:

- beschreibt die Senke für eine Event-Benachrichtigung und die Art der Benachrichtigung
- Beispiele: Telefon, Signalleuchte, Signalton, Textnachricht, Email, ...

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- wird von einem Event ausgelöst

## Entität: Alarm

Beschreibung:

- beschreibt eine Alarmmeldung, die aufgrund eines Messwerts oder Berechnung des LocationMasters ausgelöst wird

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- gehört zu einem SensorEvent

## Entität: AlarmBenachrichtigung

Beschreibung:

- beschreibt die Senke für eine Alarm-Benachrichtigung und die Art der Benachrichtigung
- Beispiele:  
Telefon, Signalleuchte, Signalton, Textnachricht, Email, ...

mögliche Beziehungen zu anderen Entitäten:

- wird von einem Alarm ausgelöst

Tabellarische Übersicht der Entitätengruppe Event

Bezeichnung	Beschreibung
Alarm	Charakterisiert eine Alarmmeldung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

AlarmBenachrichtigung	Charakterisiert Senken und Arten eines Alarms
Event	Charakterisiert eine Eventmeldung
EventBenachrichtigung	Charakterisiert Senken und Arten eines Events

## 3. Exemplarische Implementierung eines lokalen Schemas

Für eine erste Annäherung an ein konzeptionelles Schema wurden erste Entitäten mit Attributen und Beziehungen versehen. Den Attributen können elementare Datentypen zugewiesen werden, die aber später je nach Datenbankmanagementsystem (DBMS) noch genauer spezifiziert werden müssen, da nicht alle über die gleichen (elementaren) Datentypen verfügen.

Implementiert wurde diese erste Iteration eines lokalen Schemas auf einer Teststrecke, die grob der späteren SensorCloud Plattform entspricht (Sensor/Aktor < - > LocationMaster < - > Cloud).

### Vorüberlegung zur eindeutigen Identifizierung eines Datensatzes

Um einen Datensatz, beispielsweise ein Messwert oder ein Sensor, weltweit eindeutig zu identifizieren oder zu benennen wird der Mechanismus der Universally Unique Identifier (UUID) verwendet. Teile der untersuchten Datenbanken unterstützen UUID auch als eigenständigen elementaren Datentyp. Insgesamt stehen  $2^{122}$  UUIDs zur Verfügung. Eine UUID ist eine 36-stellige hexadezimale Zahl, die zufallsgeneriert erzeugt werden kann. Diese Zahl kann in einigen Versionen beeinflusst werden, indem man ihrer Funktion zur Erzeugung einen Wert übergibt, auf Grund derer sie einen Teil der UUID berechnet. Auch der Unix Zeitstempel (Timestamp) geht in eine zufallsgenerierte UUID ein. Durch den Eingang eines Zeitstempels ist die Eindeutigkeit einer UUID gewährleistet, denn nur wenn zwei UUID zur absolut gleichen Zeit erstellt werden können sie gleich sein. Durch einen weiteren Zufallswert kann aber vermieden werden, dass zwei zum exakt gleichen Zeitpunkt erstellte UUIDs identisch sind.

Es existieren (mindestens) fünf unterschiedliche Versionen der UUID. Im Datenmodell ist die Version 4 vorgesehen, die standardmäßig für alle Java Systeme (im Paket java.util.UUID) und alle Linux Systeme (/proc/sys/kernel/random/uuid) implementiert ist.

[Quelle: Wikipedia: UUID <sup>1</sup>]

*Hinweis: Aufbau der Attributnamen*

*Jedes Attribut beginnt mit einem Großbuchstaben entsprechend dem Entitätsnamen (Aktor -> A, Sensor -> S, etc). Werden über ein Attribut Beziehungen zu anderen Entitäten hergestellt („Foreign Key“ / „Fremdschlüssel“ in relationalen Datenbank Management Systemen) so wird sowohl die derzeitige Entität berücksichtigt als auch die zu referenzierende.*

<sup>1</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Universally\\_Unique\\_Identifier](http://de.wikipedia.org/wiki/Universally_Unique_Identifier)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Beispiel: Entität *Aktor* besitzt Attribut *AATypID* aus Entität *AktorTyp* => *Aktor-AktorTypID*.

## 3.1 Entitäten mit Attributen und deren Datentypen

### 3.1.1 Aktor

A <sub>k</sub>	AID	ABez	ARID	APos	ADatEintritt	AAProID	ANID
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar	varchar	varchar	long / BigInt	varchar	varchar

AID	<p>Aktor-ID</p> <p>Eindeutige (weltweite) Identifikationsnummer für einen real existierenden Aktor</p> <p>Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID</p> <p>Wertebereich: UUID</p>
ABez	<p>Aktor Bezeichnung</p> <p>Name eines Aktors, kann vom Hersteller oder von einem Nutzer vergeben werden</p> <p>Datentyp: Zeichenkette varchar</p>
ARID	<p>Aktor Raum ID</p> <p>Beziehung zu einem Raum (RID)-&gt; In welchem Raum befindet sich der Aktor?</p> <p>Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID</p> <p>Wertebereich: UUID / vorhandene Raum ID</p>
APos	<p>Aktor Position</p> <p>Im Klartext beschriebene Position eines Aktors</p> <p>Bsp: „an der Decke“ / „am rechten Fenster“ / „rechte Steckdose“</p> <p>Datentyp: Zeichenkette varchar</p>
ADatEintritt	<p>Aktor Datum Eintritt</p> <p>Wann wurde der Aktor am Gateway angemeldet / gekoppelt?</p> <p>Datentyp: Datum Timestmp / long / BigInt</p>
AAProID	<p>Aktor Produkt ID</p> <p>Verknüpfung zu einem Sensorprodukt</p> <p>Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID</p> <p>Wertebereich: UUID / vorhandene AktorProdukt ID</p>
ANID	<p>Aktor Nutzer ID</p> <p>Verknüpfung zu Nutzer des Aktors</p> <p>Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID</p> <p>Wertebereich: UUID / vorhandene Nutzer ID</p>

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## 3.1.2 Aktortyp

A <sub>k</sub>	ATypID	ATypBez
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar

ATypID	Aktor Typ ID Eindeutige (weltweite) Identifikationsnummer für einen Typ von Aktoren Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID
ATypBez	Aktortyp Bezeichnung Typ eines Aktors, z.B. Roboter, Schaltsteckdose, etc Datentyp: Zeichenkette varchar

## 3.1.3 Aktorprodukt

A <sub>k</sub>	AProID	AProHerst	AProStrasse	AProPLZ	AProOrt
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar	varchar	int	varchar
A <sub>k</sub>	AProLand		AProATyp		
Dt <sub>k</sub>	varchar		varchar		

AProID	Aktorprodukt ID Eindeutige (weltweite) Identifikationsnummer für einen Typ von Aktoren Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID
AProHerst	Aktor Produkt Hersteller Hersteller des Sensorprodukts Datentyp: Zeichenkette varchar
AProStrasse	Aktorprodukt Straße Straße des Herstellers des Produkts Datentyp: Zeichenkette varchar
AProPLZ	Aktorprodukt Postleitzahl Postleitzahl des Herstellers Datentyp: ganze Zahl int Wertebereich: 5-stellige Zahl / Postleitzahl
AProOrt	Aktorprodukt Ort Ort des Herstellers Datentyp: Zeichenkette varchar
AProLand	Aktorprodukt Land Land des Herstellers Datentyp: Zeichenkette

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

	varchar
AProATyp	Aktorprodukt Aktortyp Aktortyp des Actorprodukts Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID / vorhandene ActorProdukt ID

### 3.1.4 Aktoranforderung

A <sub>k</sub>	AAnfID	AAnfTimestp	AAnfAID	AAnfbef	AAnfZ
Dt <sub>k</sub>	varchar	long / timestamp	varchar	varchar	int

AAnfID	Aktoranforderung ID Eindeutige (weltweite) Identifikationsnummer für eine Aktoranforderung Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID
AAnfTimestp	Aktoranforderung Timestamp Zeitstempel, an dem die Aktoranforderung eingetroffen Datentyp: Datum Timestmp / long / BigInt
AAnfAID	Aktoranforderung Actor ID Actor ID des Actors der von Anforderung betroffen ist Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID / vorhandene Actor ID
AAnfbef	Aktoranforderung Befehl Anforderung/Befehl an einen Actor. Befehl muss der SensorCloud bekannt sein. Befehl kann beispielsweise sein „Drehe links“, „Fahre vorwärts“, „Ein“, „Aus“, etc. Datentyp: Zeichenkette varchar
AAnfZ	Aktoranforderung Zustand Zustand der Aktoranforderung. Mögliche Zustände: Zustand 0 := Aktoranforderung wurde noch nicht ausgeführt Zustand 1 := Aktoranforderung wird gerade ausgeführt Zustand 2 := Aktoranforderung wurde erfolgreich ausgeführt Zustand-1 := Fehlerzustand, manueller Eingriff/Entscheidung erforderlich Datentyp: ganze Zahl int Wertebereich: {0,1,2,-1}

### 3.1.5 Gebaeude

A <sub>k</sub>	GID	GStrasse	GPLZ	GOrt	GLand	GEtagen
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar	int	varchar	varchar	int

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

GID	Gebäude ID Eindeutige (weltweite) Identifikationsnummer für ein Gebäude Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID
GStrasse	Gebäude Straße Straße in der das Gebäude steht Datentyp: Zeichenkette varchar
GPLZ	Gebäude Postleitzahl Postleitzahl des Gebäudes Datentyp: ganze Zahl int Wertebereich: 5-stellige Zahl / Postleitzahl
GOrt	Gebäude Ort Ort des Gebäudes Datentyp: Zeichenkette varchar
GLand	Gebäude Land Land in dem das Gebäude steht Datentyp: Zeichenkette varchar
GEtagen	Gebäude Etagen Anzahl der Etagen des Gebäudes Datentyp: ganze Zahl Int

### 3.1.6 Messwert

A <sub>k</sub>	MWID	MWTimestp	MWSenID	MWTupel
Dt <sub>k</sub>	varchar	long / BigInt	varchar	varchar

MWID	Messwert ID Eindeutige (weltweite) Identifikationsnummer für einen Messwert Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID
MWTimestp	Messwert Timestamp Zeitstempel des Messwerts / Zeitpunkt der Messung Datentyp: Datum Timestamp / long / BigInt
MWSenID	Messwert Sensor ID Verknüpfung des Messwerts mit einem Sensor über ID Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID / vorhandene Sensor ID
MWTupel	Messwert Tupel

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

	Tatsächlicher Messwert(e) eines Sensors, kann durch eine SDL (Ontologie) maschinell interpretiert werden Datentyp: Zeichenkette varchar
--	---

### 3.1.7 Nutzerstammdaten

A <sub>k</sub>	NID	NName	NVorname	NFirma	NStrasse	NPLZ
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar	varchar	varchar	varchar	int

A <sub>k</sub>	NOrt	NLand	NTelefon	NEMail	NDatEintritt
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar	varchar	varchar	long / BigInt

NID	Nutzer ID Eindeutige (weltweite) Identifikationsnummer für einen Nutzer der SensorCloud Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID
NName	Nutzer Name Nachname eines Nutzers Datentyp: Zeichenkette varchar
NVorname	Nutzer Vorname Vorname eines Nutzers der SensorCloud Datentyp: Zeichenkette varchar
NFirma	Nutzer Firma Firmenzugehörigkeit eines Nutzers (wenn vorhanden) Datentyp: Zeichenkette varchar
NStrasse	Nutzer Straße Straße eines Nutzers der SensorCloud Datentyp: Zeichenkette varchar
NPLZ	Nutzer Postleitzahl Postleitzahl eines Nutzers der SensorCloud Datentyp: ganze Zahl int Wertebereich: 5-stellige Postleitzahl
NOrt	Nutzer Ort Ort eines Nutzers der SensorCloud Datentyp: Zeichenkette varchar
NLand	Nutzer Land Land eines Nutzers der SensorCloud Datentyp: Zeichenkette varchar

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

NTelefon	Nutzer Telefon Telefonnummer eines Nutzers der SensorCloud Datentyp: Zeichenkette varchar Wertebereich: nur Ziffern und vordefinierte Zeichenkette ("Tel:", "Mobil:", etc)
NEMail	Nutzer Email Email Adresse eines Nutzers der SensorCloud Datentyp: Zeichenkette varchar Wertebereich: Adresse muss @ und . enthalten
NDatEintritt	Nutzer Datum Eintritt Zeitpunkt des Beitretens des Nutzers zur SensorCloud Datentyp: Datum Timestamp / long / BigInt

### 3.1.8 Raum

A <sub>k</sub>	RID	RNr	RGID	REtage
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar	varchar	int

RID	Raum ID Nummer eines Raums Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID
RNr	Raumnummer Bezeichnung eines Raums (Bsp: ZW7-17) Datentyp: Zeichenkette varchar
RGID	Raum Gebäude ID Verknüpfung eines Raums zu einem Gebäude Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID / vorhandene Gebäude ID
REtage	Raum Etage Etage des Raums Datentyp: ganze Zahl int

### 3.1.9 Sensor

A <sub>k</sub>	SenID	SenBez	SenRID	SenPos	SenDatEintritt	SenProID	SenNID
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar	varchar	varchar	long / Bigint	varchar	varchar

SenID	Sensor ID Eindeutige (weltweite) Identifikationsnummer für einen real existierenden Sensor
-------	---

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



	Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID
SenBez	Sensor Bezeichnung Name eines Sensors, kann vom Hersteller oder von einem Nutzer vergeben werden Datentyp: Zeichenkette varchar
SenRID	Sensor Raum ID Beziehung zu einem Raum (RID)-> In welchem Raum befindet sich der Sensor? Datentyp: ganze Zahl int Wertebereich: UUID / vorhandene Raum ID
SenPos	Sensor Position Im Klartext beschriebene Position eines Sensors Datentyp: Zeichenkette varchar
SenDatEintritt	Sensor Datum Eintritt Wann wurde der Sensor am Gateway angemeldet / gekoppelt? Datentyp: Datum Timestamp / long / BigInt
SenProID	Sensor Produkt ID Verknüpfung zu einem Sensorprodukt Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID / vorhandene SensorProdukt ID
SenNID	Sensor Nutzer ID Verknüpfung zu Nutzer des Sensors Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID / vorhandene Nutzer ID

### 3.1.10 Sensorprodukt

A <sub>k</sub>	SenProID	SenProHerst	SenProStrasse	SenProPLZ	SenProOrt
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar	varchar	int	varchar

A <sub>k</sub>	SenProLand	SenProSenTypID
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar

SenProID	Sensorprodukt ID Eindeutige (weltweite) Identifikationsnummer für einen Typ von Sensoren Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID
SenProHerst	Sensor Produkt Hersteller

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

	Hersteller des Sensorprodukts Datentyp: Zeichenkette varchar
SenProStrasse	Sensorprodukt Straße Straße des Herstellers des Produkts Datentyp: Zeichenkette varchar
SenProPLZ	Sensorprodukt Postleitzahl Postleitzahl des Herstellers Datentyp: ganze Zahl int Wertebereich: 5-stellige Zahl / Postleitzahl
SenProOrt	Sensorprodukt Ort Ort des Herstellers Datentyp: Zeichenkette varchar
SenProLand	Sensorprodukt Land Land des Herstellers Datentyp: Zeichenkette varchar
SenProSenTypID	Sensorprodukt Sensortyp ID Sensortyp des Sensorprodukts Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID / vorhandene SensorTyp ID

### 3.1.11 Sensortyp

A <sub>k</sub>	SenTypID	SenTypBez
Dt <sub>k</sub>	varchar	varchar

SenTypID	Sensor Typ ID Eindeutige (weltweite) Identifikationsnummer für einen Typ von Sensoren Datentyp: Zeichenkette mit mindest Länge 36 varchar / UUID Wertebereich: UUID
SenTypBez	Sensortyp Bezeichnung Typ eines Sensors, z.B. Temperatur, Luftgüte, VisionSensor, SmartMeter, etc Datentyp: Zeichenkette varchar

## 3.2 Entity-Relationship-Diagramm (ERD) des exemplarischen lokalen Schemas

Aus den Entitäten des exemplarischen Schemas lässt sich nun ein ERD folgern. In diesem sind die

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Relationen und deren Kardinalitäten angeben. Bei der Darstellung wurde versucht semantisch zusammengehörende Entitäten auch möglichst zusammengehörend darzustellen. Die Färbung des ERDs folgt aus den Entitätengruppen des Entitätenmodells.

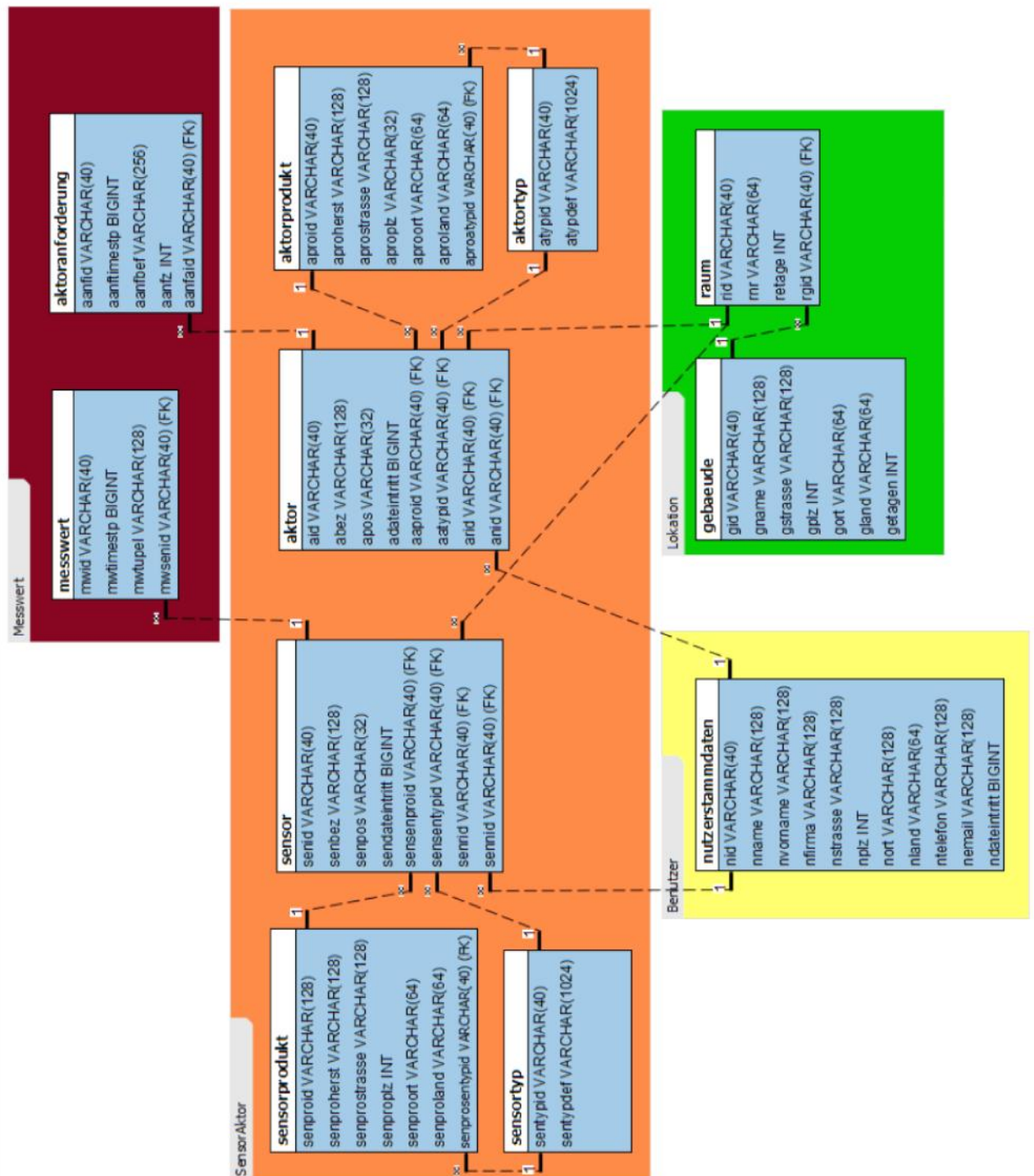


Abbildung 4: Entity-Relationship-Diagramm (ERD)