



Der [Bundesverband Smart City e.V.](#)

freut sich, Ihnen dieses

Diskussionspapier

unseres Mitglieds Stefan Slembrouck

zum Thema

SMART STREET HUB:

MIT INTEROPERABILITÄT ZU GRÖßERER MARKTNACHFRAGE

präsentieren zu dürfen.

Der nachfolgende Text gibt die persönliche Meinung des Autors wieder und nicht zwangsläufig die des Bundesverband Smart City e.V. und/oder dessen Vorstands und/oder aller seiner Mitglieder.

OPEN SMART STREET HUB – MIT INTEROPERABILITÄT ZU GRÖßERER MARKTNACHFRAGE

Stefan Slembrouck, 29. Mai 2020

EINLEITUNG UND ZUSAMMENFASSUNG

Europa beansprucht eine führende Rolle in der globalen Entwicklung von Smart Cities. Aber auch in den meisten europäischen Smart Cities befindet sich die Entwicklung einer technischen IoT-Infrastruktur noch in einer Phase der Pilotierung von Insellösungen, die häufig proprietär und geschlossen sind.

Die Smart Street beruht auf einer solchen IoT Infrastruktur. Zur Smart Street gehören digitale Lösungen für eine dynamische Steuerung der Straßenbeleuchtung Parken, zur Verbesserung des Verkehrsflusses, Optimierung der Verkehrssicherheit und zur Reduzierung von Luftschadstoffen, zur Erfassung von Wetter- und Straßenzustandsdaten, aber auch zur Bereitstellung eines öffentlichen WLAN-Netzes und in Zukunft zur Unterstützung von Connected Cars und autonomem Fahren. Die Smart Street ist damit der digitalisierte öffentliche Raum der Stadt inklusive öffentlichen Plätzen, Parks Fußgängerzonen u.a.. Hier entscheidet sich, ob die Stadt Sicherheit, Mobilität, Umwelt- und Klimaschutz, Gesundheit und Lebensqualität sicherstellen kann. Und – unter dem Eindruck der Corona-Pandemie: hier entscheidet sich, ob Maßnahmen zum Social Distancing wirksam sind.

Intelligente Straßenbeleuchtung ist ein idealer Ausgangspunkt für den Aufbau einer Smart City IoT: Masten und Strom sind weit verbreitet, sie können die Lösung lokaler Probleme (Dunkelheit, Lichtverschmutzung, Sicherheit, Vandalismus...) in wahrsten Sinne des Wortes unterstützen und bilden das Rückgrat für weitere Smart Street Lösungen, die Zug um Zug realisiert werden können. Smart Streetlighting ist für die Bürger sichtbar und eine flexible und wahrnehmbare Reaktion auf ihre Bedürfnisse und Emotionen. Es gibt eine ganze Reihe marktreifer Lösungen im Bereich Smart Streetlighting und Smart Street, die in Straßenlaternen und Masten integriert und zu einer Smart Street ergänzt werden können. Sie alle leiden jedoch unter der Zurückhaltung des Marktes, bestehend aus Städten und öffentlichen Dienstleistern, Geld in große Rollouts zu investieren. Hauptgründe für diese Blockade sind das Fehlen von Standards, das Fehlen von Multi-Sourcing-Optionen und das fehlende Vertrauen in den Umgang mit Daten.

Die Europäische Union hat vor mehr als 10 Jahren die „Connecting Europe Facility“ (CEF) ins Leben gerufen, um geeignete Prozesse einzurichten und digitale Bausteine für europäische Standards und barrierefreien digitalen Verkehr zwischen den Mitgliedstaaten zu entwickeln. Eines der Ergebnisse war FIWARE („Future Internet **Ware**“) mit Open Source-Modulen für IoT-Plattformen.

Dieses Papier befasst sich mit der Frage, wie die Smart Street Industrie einen auf FIWARE-Modulen basierenden Standard entwickeln kann, der Städten und Unternehmen des öffentlichen Dienstes Multi-Sourcing-Optionen bietet und die Marktnachfrage mit sofortiger Wirkung steigert: den Aufbau eines Open Smart Street Hubs. Er orientiert sich an der Entwicklung des FIWARE-basierten National 5G Energy Hubs für die Integration von Gebäudeautomation und Gebäudeenergiemanagement. Es endet mit einer Skizze für eine Projekt-Roadmap.

1. DAS FEHLEN VON STANDARDS BLOCKIERT DIE MARKTNACHFRAGE

In der Vision einer IoT Smart Street kann alles mit allem verbunden werden, z.B. smarte Straßenbeleuchtung unterschiedlicher Hersteller, Straßenbeleuchtung mit Smart Parking, Umweltsensorik mit Ampelsteuerung und dynamischen Verkehrsschildern. Was wir jedoch auf dem Markt sehen, sind viele Silolösungen sowie das Versprechen, dass sie in Zukunft mit Produkten und Dienstleistungen von Drittanbietern verbunden werden können (in der stillen Erwartung, dass sich Drittanbieter letztendlich an die Anforderungen der eigenen Lösung anpassen oder sich dieser sogar unterordnen werden).

Mit Blick auf die frühe Phase der Produktlebenszyklen möchten Städte IoT-Lösungen vermeiden, die nach einiger Zeit nicht behebbare Qualitätsprobleme aufweisen, mit möglicher Beeinträchtigung verbundener IoT-Lösungen. Oder Lösungen, die hinsichtlich Cybersicherheit nicht auf dem notwendigen Stand gehalten werden, deren Anbieter in wirtschaftliche Schwierigkeiten geraten, nicht mehr zu wettbewerbsfähigen Preisen angeboten werden oder die Datenhoheit der Städte nicht mehr gewährleisten.

In Reaktion darauf fordert eine wachsende Zahl europäischer Länder und Städte Open-Source-Lösungen und werden Open-Source-Lösungen in öffentlich finanzierten Entwicklungsprojekte vorausgesetzt („Public Money – Public Code“). Mit dem richtigen Framework sehen wir dies als vielversprechenden Ansatz, umso mehr als Zwischenschritte oder Hybridlösungen mit offenen und privaten Modulen nicht ausgeschlossen werden (siehe hierzu Kapitel 7).

2. FIWARE ZUR AUFHEBUNG DER MARKTBLOCKADE

Die Herausforderung für die Branche für Smart Streetlighting und Smart Street Lösungen besteht darin, bei den Entscheidern genügend Vertrauen aufzubauen, dass sie sich mit smarten Infrastrukturprojekten nicht in riskante Abhängigkeiten hinsichtlich einzelner Technologien und Anbieter begeben.

Wir gehen davon aus, dass die Marktnachfrage nicht erst mit perfekt integrierten Lösungen in die Gänge kommt, sondern bereits durch ein glaubwürdiges Engagement der Branche zur Schaffung von Kompatibilität und Interoperabilität ihrer Lösungen stimuliert werden kann. Dazu gehört eine Roadmap zur Erhöhung der Kompatibilität von Anbietern mit ähnlichen Lösungen und Referenzen von funktionierenden Installationen mit mehreren Anbietern. Wir glauben, dass FIWARE mit seinem Baukasten aus quelloffenen (Open Source) Bausteinen und als normativer Rahmen der Schlüssel zu diesem Engagement ist.

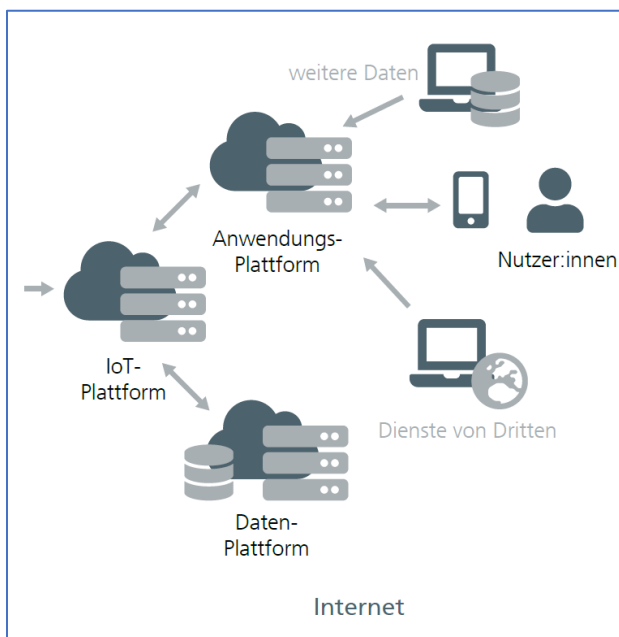
FIWARE ist eine 2012 von der Europäischen Union ins Leben gerufene Initiative zur Beseitigung bestehender technischer und wirtschaftlicher Hindernisse, die die effektive Nutzung interessanter Daten behindern, mit dem Ziel, den IoT-Markt zu beschleunigen. Diese Initiative wird auch als "Connecting Europe Facility Program" (CEF) bezeichnet und hat bisher Bausteine wie "eArchiving", "Big Data Test

Infrastructure", "Context Broker", "eDelivery", "eID", "eInvoicing", "eSignature", "Translation", "European Blockchain Services Infrastructure" und "Once Only Principle" geliefert¹.

Wir gehen davon aus, dass intelligente Infrastrukturlösungen standardmäßig „powered by FIWARE“ oder zumindest „FIWARE ready“ sein sollten, um Vertrauen in die Industrie aufzubauen. Das schließt nicht aus, dass künftig auch Lösungen ohne offene Quellcodes ausgewählt werden, aber diese müssen auf andere Weise ausreichende Offenheit und Transparenz gewährleisten und sich damit an Open Source Lösungen messen lassen. Gründe für die Bevorzugung einer nicht quell-offenen Lösungen können darin liegen, dass FIWARE-basierte Open Source-Entwicklungen noch nicht ausgereift genug sind, dass sie von einer zu kleinen Entwicklergemeinschaft unterstützt werden oder dass die Portabilität von Lösung A zu Lösung B in Bezug auf Kosten und Risiko überschaubar ist oder die Gesamtbetriebskosten höher ausfallen als für eine sogenannt proprietäre Lösung. Der Maßstab wird aber Open Source sein mit Blick auf Unabhängigkeit und Flexibilität!

In den nächsten Schritten werden wir den „FIWARE-Pfad“ hin zur Interoperabilität von Smart Lighting und Smart Street Lösungen genauer untersuchen.

3. HERAUSFORDERUNGEN DER INTEROPERABILITÄT



Quelle: Kompetenzzentrum Öffentliche IT, Impuls zu Safety, Security und Privacy im Internet der Dinge, <https://www.oeffentliche-it.de/>

Die Abbildung links zeigt eine typische Architektur einer Smart City Landschaft. Die Digitalisierung einer Stadt entwickelt sich gegenwärtig über ein Patchwork digitaler Lösungen mit einer Vielzahl von Datenquellen, Datenmanagement- und -anwendungsplattformen sowie diverser Integrationsebenen. Intelligent wird die Stadt jedoch erst, wenn sich diese „Patches“ sinnvoll miteinander verbinden, bzw. interoperabel werden.

Eine Herausforderung besteht darin, eine offene Architektur zu entwickeln, die es Städten und ihren Servicepartnern ermöglicht, einzelne Module mit überschaubarem Aufwand hinzuzufügen und zu ersetzen und gleichzeitig das IoT zu vergrößern und zu verstärken.

Eine weitere Herausforderung ist ressourcenorientiert: Wie können Städte bereits installierte Geräte und verfügbare Daten in zusätzlichen Diensten und neuen Ausschreibungen

verwenden, um Kosten zu senken und die Wartungseffizienz sicherzustellen? Wie kann verhindert werden, dass für ein Gerät, bzw. ein Device, das von mehreren Plattformen erfasst wird, auch mehrfache Managementkosten anfallen? Denn diese Abbildung macht deutlich, dass eine IoT-Dateninfrastruktur nicht von einer einzelnen Datenplattform, sondern von einer integrierten Architektur von Modulen aktiviert wird.

¹ <https://ec.europa.eu/cefdigital/wiki/display/CEFDIGITAL/Building+Blocks>

Die dritte Herausforderung liegt bei den Anbietern: Sie müssen ihre Kernkompetenz verstehen und ihr Angebot auf ein Modul oder eine begrenzte Anzahl von Modulen beschränken und sich als Teil eines Ökosystems verstehen, in dem Partnerschaften der Normalfall sind. Heute dominiert noch das Denken in linearen Wertschöpfungsketten mit statischen Kunden-Lieferanten-Beziehungen und dem Wettbewerber als ewigem Feind. Das digitale Ökosystem dynamisiert dieses Modell: in einer Stadt ist man mit seiner Lösung in der Datenarchitektur „unter“ der Lösung eines anderen Anbieters, in einer anderen Stadt „darüber“. Und vor allem stärken wir als Anbieter das Vertrauen unserer Kunden in den IoT Markt nur, wenn wir die Lösungen unserer Wettbewerber nicht schlechtreden, sondern im Gegenteil deren Leistungen bei aller Differenzierung ganz offen wertschätzen.

Eine interoperable Smart Street-Lösung muss problemlos in eine Architektur ähnlich der Illustration, in einen Open Smart Street Hub integrierbar sein. In den folgenden Kapiteln wird die Frage behandelt, wie eine solche Anpassung an den europäischen Standard FIWARE entwickelt werden kann. Das Verständnis dieser Herausforderungen und der intensive Austausch mit den Kunden darüber ist der erste Schritt, um mehr Vertrauen im Markt zu erreichen!

4. NATIONAL 5G ENERGY HUB – BENCHMARK EINER INTEGRATIONSPLATTFORM

Im Forschungsprojekt National 5G Energy Hub (<https://n5geh.de>) wird eine Open Source Plattform als „System der Systeme“ entwickelt, welche die Integration von Standards auf Geräte-, Datenübertragungs-, IoT-Management- und zentraler Datenmanagement-Ebene ermöglicht, somit die Integration von Lösungen für die Automatisierung von Energiesystemen und zur Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz. Die integrierten Open-Source-Module sind der Orion Context Broker und das NGSI-Dateninterface von FIWARE. Die Plattform ist “empowered by FIWARE”².

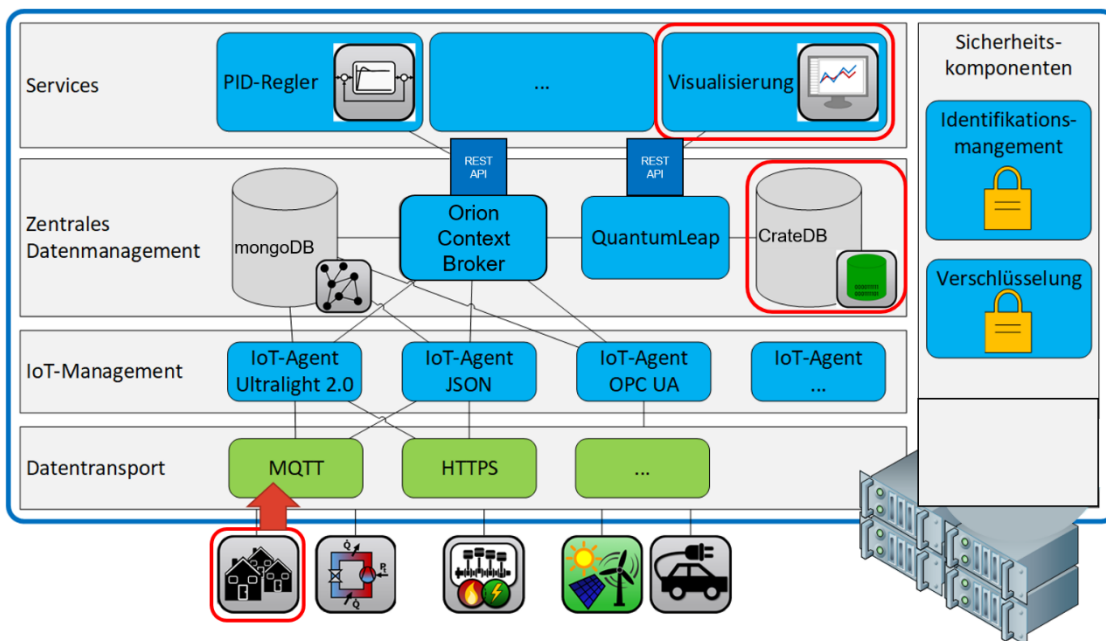


Abbildung: Präsentation des E.ON Energieforschungszentrums vom 3. März 2020: Integration und Erweiterung eines bestehenden Systems für die Automatisierung von Energiesystemen

² <https://www.fiware.org/developers/catalogue/>

Daraus lassen sich folgende Ebenen der Interoperabilität erkennen:

- **SERVICE LEVEL - Smart City Dashboard:** Wettbewerbliche Silolösungen können Daten über eine standardisierte Schnittstelle (z. B. NGSi von FIWARE³) an ein Smart Street Dashboard senden;
- **APPLIKATIONSEBENE,** z.B. für das Streetlighting Management: Wettbewerbliche Lösungen mit unterschiedlichen Hardware- und Kommunikationsprotokollen können über ein einziges zentrales Datenmanagement (CMS) unter Verwendung desselben Datenübertragungsprotokolls (z. B. TALQ⁴) verwaltet werden;
- **IOT MANAGEMENT LEVEL** - Serviceorientierte Architektur (SOA): Plattformarchitektur als Standard für den plattformunabhängigen Datenaustausch, wie er bereits in Industrieautomationsprozessen verwendet wird (z. B. OPC UA⁵);
- **DATENÜBERTRAGUNG / ÜBERTRAGUNGSEBENE** - Offenes Nachrichtenprotokoll: Übertragung von telemetrischen Daten in Form von Nachrichten zwischen Geräten, die eine Automatisierung ermöglichen (z. B. MQTT⁶, HTTPS);
- **GERÄTE / GATEWAY-EBENE** - Infrastruktur-Automatisierungs- und Steuerungsnetzwerk: Gateway zur Ermöglichung der Interoperabilität und Kommunikation mit verschiedenen Feldbussystemen und -protokollen, wie sie bereits in intelligenten Gebäuden (z. B. BACnet⁷) verwendet werden;
- **FELDBUSSYSTEME:** Hardwarekomponenten (Sensor-Aktor-Controller) sind ausgestattet mit Modulen, die die direkte Kommunikation mit anderen Hardwarekomponenten über SPS-, Ethernet- oder Mobilkommunikationsnetzwerken ermöglichen, wie sie bereits in Netzwerken von Smart Buildings (z. B. LONMark⁸, KNX⁹) verwendet werden.

Die Herausforderungen und Lösungsansätze zur Schaffung von Interoperabilität in der Gebäudeautomation werden sehr anschaulich in einem Leitfaden beschrieben, der gemeinsam von der Berliner Senatsverwaltung und der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin verfasst wurde.¹⁰

Werfen wir einen Blick auf die FIWARE-Bausteine. Was liefern sie und wie können sie verwendet werden, um einen Open Smart Street Hub zu bauen, der die Entwicklung des National 5G-Energie-Hubs benchmarkt?

5. FIWARE

FIWARE ist ein kuratiertes **Framework aus Open Source-Plattformkomponenten** für eine schnellere Entwicklung intelligenter Lösungen. Hierzu werden Komponenten miteinander kombiniert, welche die Verbindung zum IoT mit dem Context Information Management und Big Data-Diensten in der Cloud¹¹ ermöglichen. Bis heute wurden rund 750 Mio. EUR in FIWARE investiert, davon rund 60% aus europäischen Mitteln. Die **FIWARE FOUNDATION** ist eine gemeinnützige Organisation, die anteilig Ressourcen zur Umsetzung der FIWARE-Mission bereitstellt, indem sie die FIWARE-Technologien sowie

³ https://fiware-datamodels.readthedocs.io/en/latest/ngsi-ld_howto/index.html

⁴ <https://www.talq-consortium.org/>

⁵ https://de.wikipedia.org/wiki/OPC_Unified_Architecture

⁶ <https://de.wikipedia.org/wiki/MQTT>

⁷ <http://www.bacnet.org/>

⁸ <https://www.lonmark.org/lon-technology/guidelines/>

⁹ <https://www.knx.de/>

¹⁰ https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/nachhaltiges_bauen/download/gebäudeautomation/Leitfaden_GA_Maerz_2018.pdf

¹¹ <https://www.fiware.org/about-us/>

die Aktivitäten der FIWARE-Community fördert, erweitert, schützt und validiert. Die FIWARE FOUNDATION hat derzeit mehr als 300 Mitglieder aus über 35 Ländern (auch außerhalb Europas)¹².

Somit können wir unter FIWARE einerseits einen Set von digitalen Bausteinen verstehen, zum anderen die Vision (den normativen Rahmen) einer offenen Dateninfrastruktur, welche die Einbindung unzähliger großer und kleiner Softwareunternehmen in die Entwicklung einer standardisierten IoT Landschaft ermöglicht und die Datensouveränität der Städte und Regionen unterstützt. In diesem Sinne ist FIWARE Rahmen und Voraussetzung für die Smart-City-made-in-Europe.

In Europa sehen wir inzwischen, dass öffentliche Ausschreibungen für Lösungen in den Bereichen Smart Streetlighting und Smart Street immer öfter mindestens den Status „FIWARE ready“ fordern.¹³

5.1. CONTEXT BROKER

FIWARE selbst ist keine Plattform. Es handelt sich um ein kuratiertes Framework aus Open Source-Softwarekomponenten, die zusammen und mit anderen Elementen von Drittanbietern zusammengestellt werden können, um „powered by FIWARE“-Plattformen zu erstellen. In dieser Hinsicht unterstützt FIWARE die schnellere, einfachere und kostengünstigere Entwicklung intelligenter Lösungen.¹⁴

Die Kernkomponente jeder „Powered by FIWARE“-Plattform ist der sogenannte **Context Broker**, der die FIWARE NGSI-API unterstützt, eine einfache jedoch leistungsstarke API zum Sammeln, Verwalten und Bereitstellen von Kontextinformationen bzw. zum Zugang zu Kontextinformationen. Die FIWARE NGSI-API ermöglicht die Integration von FIWARE-Plattformkomponenten und stellt deren Interoperabilität sowie Portabilität (Replizierbarkeit) für verschiedene „Powered by FIWARE“-Plattformen sicher.

Ein **Context Broker** kann Informationen aus anderen Systemen oder Kontexten sammeln und in einen übergeordneten Kontext vermitteln oder übersetzen. Er kann Informationen aus dem Energiekontext (dargestellt in einer "Energie-Ontologie" wie z. B. CIM¹⁵), aus Verkehr, Umgebung usw. abrufen, wodurch der neue Metakontext "Straße" erstellt wird. Das macht verständlich, dass Kontexte schnell sehr komplex und ambivalent werden können. Wir können auch verstehen, dass jeder Kontext seine spezifische Semantik, Beziehungen, Funktionen, Taxonomien usw. benötigt. Wir brauchen daher eine Vielzahl von Sprachen und Metasprachen, um ein System aufzubauen, das wir aus verschiedenen User-Perspektiven verstehen und auf bestimmte Ziele ausrichten können.

Was aber bedeutet *Kontext* und warum sind Kontextdaten bzw. Kontextinformationen für die Entwicklung eines IoT so wichtig?

Datenanalysen, insbesondere KI-gesteuerte Datenanalysen, basieren auf Mustererkennung, Taxonomie und semantischen Netzwerken.

¹² Ein gutes Intro liefert auch das Paper "Expanding the Scope of CEF Digital to the Smart Energy Domain – Leveraging on the CEF Context Broker and the SAREF Ontology to implement Smart Energy use cases" von FIWARE im vorliegenden Paper auch weiter diskutiert wird [im Weiteren zitiert unter „Expanding“].

¹³ Valencia:

[https://www.valencia.es/contratacion/xcontratacion.nsf/vLicitacionesTodas/F37450C3B0B89AC5C12581BF002C68D8/\\$file/PLIEGOS%20T%C3%89CNICOS.CAS_firmado.pdf](https://www.valencia.es/contratacion/xcontratacion.nsf/vLicitacionesTodas/F37450C3B0B89AC5C12581BF002C68D8/$file/PLIEGOS%20T%C3%89CNICOS.CAS_firmado.pdf)

APEGR: https://www.apegr.org/images/descargas/ESMARTCITY/PliegosPILOTO_HTAJAR_eSmartCity.pdf

¹⁴ „Expanding“, Seite 10

¹⁵ Common Information Model, an IEC standard developed by the electrical industry

Die **Mustererkennung** betrifft das gleichzeitige Auftreten von Daten, Instanzen oder Vorfällen, z. B.: Eine hohe Anzahl von Transportmitteln auf der Straße korreliert mit einer hohen Anzahl von Menschen auf der Straße.

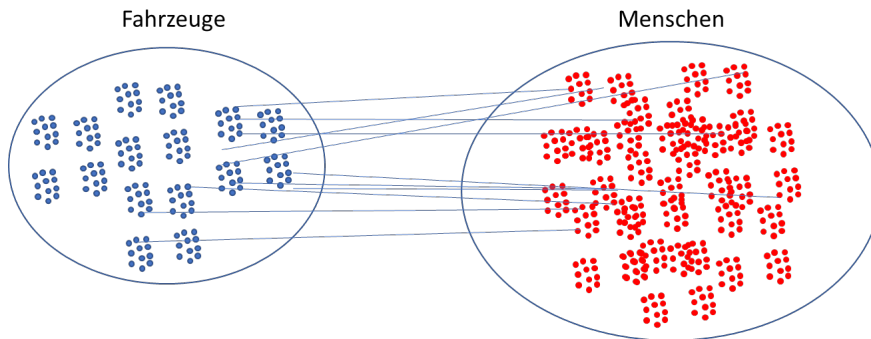


Abb.: ein Muster in Form einer Korrelation

Eine **Taxonomie** ist z.B. ein hierarchisches Netzwerk von Konzepten, Beispiel:

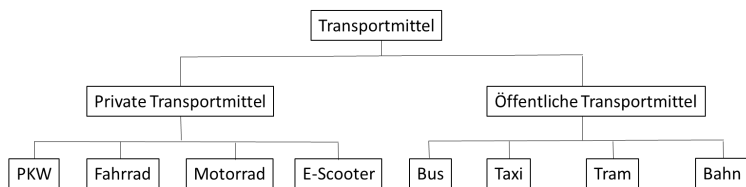


Abb.: eine Taxonomie

Die **Semantik** repräsentiert die Beziehungen identifizierter Objekte

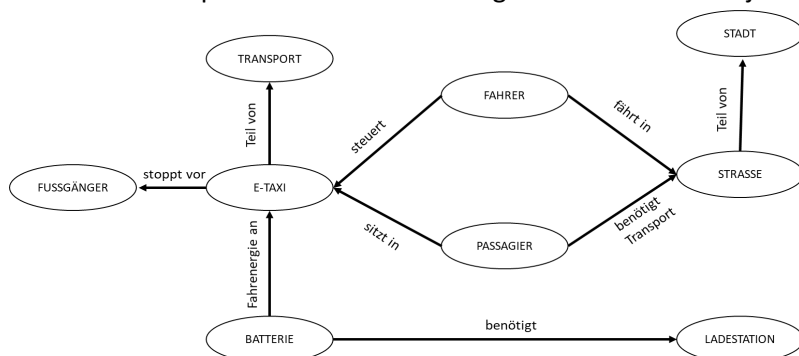


Abb.: ein semantisches Netzwerk

Semantische Netzwerke werden auch Ontologien genannt: die Beschreibung von Wissen als System von Objekten, Beziehungen und Instanzen. Eine Instanz ist ein Objekt zu einem Zeitpunkt in einer bestimmten Situation, z. B. ein 3 Jahre altes Taxi mit Winterreifen (das ist das identische Taxi fünf Jahre später im Sommer mit Sommerreifen). Noch interessanter ist der ontologische Perspektivismus: Die Perspektive, in der ich als Passagier (User A) ein Taxi rufe, unterscheidet sich von der Perspektive eines Taxifahrers (User B), der einen Passagier sucht, oder von einem Fußgänger (User C), der eine Straße vor einem sich nähernden Taxi überquert. **Daten werden nur als Teil eines Systems, als Teil eines Kontexts zu Informationen.** Ein Kontext kann ein Produkt mehrerer anderer Kontexte sein, z.B. ist in einer Straße

mit Energie, Verkehr, Luft, Menschen, wildlebenden Tieren usw. das Internet der Dinge (IoT) ein akkumuliertes System von Systemen oder Kontexten. Wir erwarten, dass ein IoT neue Beziehungen zwischen Dingen aufdeckt, bzw. erzeugt und darüber die Umwelt sicherer und effizienter steuert bzw. die Lebensqualität erhöht. In einem IoT müssen sich Dinge und Beziehungen aus verschiedenen Sektoren und Domänen sowie von verschiedenen Anbietern verbinden.

Aus diesem Grund kann ein Context Broker Syntax und Semantik (Struktur und Informationen) bereitstellen und Schnittstellen für ein IoT öffnen, während dies bei einer einzelnen Sprache oder einem einzelnen Protokoll nicht der Fall ist.

Ein Context Broker muss jedoch auf einer bestimmten Ontologie aufbauen, die festlegt, welche Informationen aus welchem Kontext zu welchem Zweck relevant sind: es handelt sich um eine **normative Arbeit**, die entscheidet zwischen „wertvoll“ und „nicht wertvoll“. Dies bedeutet, dass das Internet der Dinge nicht ohne ein bestimmtes Ziel aufgebaut werden kann, es verbindet nicht alles mit allem, erst recht nicht automatisch und ohne Aufwand. Eine Schlussfolgerung ist deshalb, dass Interoperabilität im Rahmen eines bestimmten Projektes mit einem spezifischen Business Case oder Value Case entwickelt (und getestet) werden muss.

Eine Ontologie des Context Brokers ist SAREF – die Smart Appliances Reference (Referenzmodell für Smarte Geräte).

5.2. SAREF – SMART APPLIANCES REFERENCE

Die SAREF-Ontologie ist ein Konsensmodell, das den Abgleich vorhandener Assets (Standards / Protokolle / Datenmodelle / etc.) Im Bereich von Smarten Geräten erleichtert. Die SAREF-Ontologie ist ETSI¹⁶-zertifiziert und bietet Bausteine, welche die Trennung und Rekombination der verschiedenen Teile der Ontologie je nach Anforderung ermöglichen. Es ist das semantische Kernmodell für Smarte Geräte, das die Datenelemente enthält, die in mehr als einer Domäne verwendet werden.¹⁷

Da die Daten Smarter Geräte in mehreren Domänen verwendet werden können oder aus mehreren Domänen stammen, sind bestimmte Datenelemente für eine bestimmte Domäne möglicherweise nicht in SAREF definiert. Um diese zusätzlichen Datenelemente verarbeiten und einer bestimmten Domäne ein semantisches Modell zur Verfügung stellen zu können, das alle Anforderungen dieser Domäne erfüllt, besteht die Möglichkeit, Erweiterungen für SAREF zu erstellen.¹⁸

Beispielsweise sind die Sektoren Energie, Umwelt und Gebäude jetzt Teil der normativen Arbeit, und **SAREF4ENER soll die (derzeit) fehlende Interoperabilität zwischen proprietären Lösungen ermöglichen**, die von verschiedenen Konsortien im Bereich Smart Home entwickelt wurden.

Die Integration der Energiedomäne in den Context Broker erfolgte über eine SAREF-Erweiterung mit dem (für elektrische Verteilnetze relevanten) CIM-Informationsmodell und basierend auf dem Standardprotokoll IEC 61850.

¹⁶ <https://www.etsi.org/>

¹⁷ „Expanding“ Seite 32f.

¹⁸ a.a.O

5.3. NEUE SAREF ERWEITERUNGEN

SAREF kann weiter auf andere Domänen ausgedehnt werden, wie z.B. Smart Streetlighting und Smart Street. Zu diesem Zweck müssen die Anforderungen an ein erstes semantisches Modell untersucht werden:

- Sammeln von Anforderungen, Anwendungsfällen und Identifikation vorhandener Quellen (z. B. Standards, Datenmodelle, Ontologien usw.) aus den relevanten Domänen, um die Anforderungen für ein anfängliches semantisches Modell für jede Domäne basierend auf mindestens 2 Anwendungsfällen und vorhandene Datenmodelle zu bestimmen;
- Bestimmung der Erstellung einer SAREF Erweiterung für jede der oben genannten Domänen basierend auf den Anforderungen;
- Bereitstellung einer Benutzeroberfläche für die Geräterwiedergabe, die Datenmodelle basierend auf der SAREF-Erweiterung für Smart Streetlighting interpretiert und generiert.

Für die Straßenbeleuchtung hat das TM Forum¹⁹ ein (erstes) Datenmodell entwickelt: **StreetlightingModel**, das auf Github und auf der FIWARE-Website veröffentlicht wird. Dieses Modell definiert Konzepte, Begriffe, Status usw. im Bereich öffentlicher Beleuchtung.

Mit Hilfe einer SAREF-Erweiterung kann eine **semantische (sinnvolle) Verbindung** zu einer Domain hergestellt werden

5.4. NGS-LD – CROSS-CUTTING CONTEXT INFORMATIONSMANAGEMENT

Um einen (nahezu) Echtzeitzugriff auf Informationen aus vielen verschiedenen Quellen zu ermöglichen und das Auffinden und Austauschen von Informationen mit offenen Datenbanken, mobilen Apps und IoT-Plattformen zu erleichtern, können wir auf FIWARE NGS-LD aufbauen. NGS-LD ist eine Version von NGS, der Next Generation Service Interface des FIWARE Context Broker, erweitert um Linked Data (LD) in Zusammenarbeit mit JSON-LD.

NGS ist eine offene Programmierschnittstelle, die die **strukturelle Verbindung** zwischen verschiedenen Softwareprogrammen (cross-context) ermöglicht.

5.5. SCHLUSSFOLGERUNG SAREF - NGS

Mit SAREF und NGS-LD bietet der Context Broker zwei leistungsstarke Tools, die es Softwareprogrammen ermöglichen, mit anderen Softwareprogrammen eine Verbindung herzustellen und daraus aussagekräftige Informationen zu extrahieren. Diese Informationen können dann mit Informationen aus anderen Domänen oder Anwendungen verbunden / integriert werden.

Der National 5G Energy Hub ist schließlich das Ergebnis einer solchen Integration auf der Basis des Context Brokers / SAREF / NGS im Bereich Gebäudeenergie. Es kann daher als Benchmark für die Entwicklung einer **offenen und integrierten Smart Street Architektur** – den Open Smart Street Hub - zur Interoperabilität von Smart Streetlighting und Smart Street Lösungen verwendet werden.

Beim Benchmarking des National 5G Energy Hub können wir also davon ausgehen, dass durch die Entwicklung einer SAREF-Erweiterung für Smart Streetlighting und Smart Street und die Verbindung der Software über NGS-LD mit dem Context Broker ein **Open Smart Street Hub** aufgebaut und somit **die erste Stufe einer effizienten Interoperabilität** zwischen verschiedenen Smart Streetlighting und Smart Street Lösungen erreicht wird.

¹⁹ <https://www.tmforum.org/about-tm-forum/>

6. OPEN SOURCE

Eine Open-Source-Infrastruktur garantiert maximale Transparenz und Nachverfolgbarkeit hinsichtlich dessen, „was mit den Daten einer Stadt passiert“. Sie unterstützt wesentlich die erwünschte Datensouveränität, die Städte ihrerseits sicherstellen müssen, um das Vertrauen ihrer Bürger in die Smart City, bzw. Vertrauen für die Stadt des 21. Jahrhunderts aufzubauen. Open Source ermöglicht es einer Stadt, einen angemessenen Anteil (einen „fair share“) an der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wertschöpfung zu erhalten, die durch datengesteuerte Lösungen geschaffen werden.²⁰

Open Source ermöglicht es Städten, Behörden und öffentlichen Unternehmen, Ausschreibungen für Entwicklungen und Anpassungen durchzuführen, an denen sich auch lokale Softwareunternehmen beteiligen können, womit der lokale digitale Talentpool und natürlich die lokale Wertschöpfung gestärkt wird.

Open Source-Lösungen können auch unter Berücksichtigung der Gesamtbetriebskosten erheblich kostengünstiger sein als proprietäre Lösungen. Die FIWARE-Community besteht derzeit aus rund 5000 Programmierern weltweit. FIWARE ist inzwischen eine Partnerschaft mit der Linux Foundation eingegangen und gemeinsam bieten sie eine mächtige globale Community auf, die (immer öfter) den großen Technologieunternehmen das Wasser reichen kann.

Open Source ermöglicht die Entwicklung von Smart-City-Software, die im europäischen Wertesystem einer offenen und freien Gesellschaft mit maximalem Respekt für individuelle Freiheit und Selbstbestimmung verwurzelt ist und für viele andere Länder auch außerhalb des europäischen Raums attraktiv ist. Open Source ist ein normativer Rahmen, der wesentlich zur Umsetzung der Vision einer europäischen Smart City beiträgt, die im europäischen Wertesystem verankert ist.

In Italien wird für öffentliche Dienstleister die Entwicklung und Verwendung von Open-Source-Software gefordert. In Deutschland ist der Einsatz von Open Source Software Voraussetzung für die Bewerbung bei Smart City Förderprojekten („public money - public code“)²¹

Der Context Broker ist eine Open Source Entwicklung. Dies bedeutet, dass jeder qualifizierte Programmierer die Software gemäß den Regeln von Github²² modifizieren kann. Somit unterstützt das beschriebene Szenario zur Schaffung von Interoperabilität mit Hilfe von FIWARE die Anforderung „public money – public code“ vollumfänglich.

Der Context Broker kann jedoch auch proprietäre Lösungen integrieren. Dies ermöglicht es Benutzern, sich für ein eigenes (dynamisches) Gleichgewicht zwischen Open Source und proprietären Lösungen zu entscheiden und kann bereits getätigte Investitionen über Gateways oder auf Anwendungsebene

²⁰ Vgl. hierzu die Argumentation des FIWARE gestützten Open Source Frameworks Synchronicity: <https://synchronicity-iot.eu/>. Synchronicity hat im Rahmen eines H2020 Projektes eine ausführliche Referenzarchitektur für ein IoT Smart City entwickelt, die als weitere Grundlage für den Aufbau eines Open Smart Street Hub herangezogen werden kann: https://synchronicity-iot.eu/wp-content/uploads/2020/02/SynchroniCity_D4.5.pdf

²¹ <https://www.smart-cities-made-in.de/>

²² <https://github.com/>

umfassen. Die Diskussionen darüber, ob eine solche Hybridlösung die Datensouveränität einer Stadt gewährleisten kann, laufen jedoch auseinander.

Der Open Smart Street Hub versteht sich in diesem Sinne als ein Open Source System, das sowohl Open Source wie proprietäre Lösungen integrieren kann.

7. SCHRITTE ZUM AUFBAU EINES OPEN SMART STREET HUBS

Eine Roadmap für den Aufbau eines Open Smart Street Hubs kann wie folgt aussehen:

- (1) Projektbeschreibung
- (2) Einschätzung der Personenjahre – (FIWARE schätzt, dass von ihrer Seite 1 Personenjahr erforderlich ist)
- (3) Untersuchung von Standardprotokollen für Smart Streetlighting zur Einschätzung des erforderlichen Anpassungsaufwandes, z.B. Datenmodelle von TALQ und TM Forum
- (4) Budgetplanung
- (5) Recherche von Förderprogrammen und möglicher Industriepartner für die Kofinanzierung
- (6) Gewinnung kommunaler Partner für Feldversuche
- (7) Erstellung eines Zeitplans
- (8) Aufbau eines Projektkonsortiums und Einrichtung eines Lenkungsausschusses
- (9) LOIs erstellen und unterzeichnen
- (10) Förderanträge stellen
- (11) Projekt starten

8. SCHLUSSFOLGERUNG

Die Eingangsfrage dieses Papers lautete: Können wir mit schneller Wirkung genug Vertrauen in die Branche von Smart Streetlighting und Smart Street Lösungen schaffen, damit Städte und kommunale Organisationen Ausschreibungen für den umfangreichen Einsatz dieser Lösungen durchführen können?

Der Autor ist davon überzeugt, dass dies mit dem Bau eines Open Smart Street Hubs der Fall ist. Wir brauchen jedoch führende Smart Cities in Deutschland im Projektteam oder seinem Lenkungsausschuss, um sicherzustellen, dass Formulierungen, Module und Lösungen vollständig den Erwartungen der Städte und ihrer Dienstleister entsprechen.

Wir wollen aber nicht unerwähnt lassen, dass es auch kritische Ansichten über die aktuelle Leistungsfähigkeit der FIWARE-Module gibt. Da Open Source jedoch nicht „bereits perfekt“ bedeutet, sondern „offen für Verbesserungen“, laden wir die Community ein, gemeinsam das geeignete Open-Source-Smart-Street-Framework zu erstellen, einschließlich Verbesserungen der FIWARE-Bausteine, falls erforderlich. Wir müssen bestehende Standards weiterentwickeln, nicht neue Standards schaffen!

9. DANK

Ich möchte **Jörg Schneck** von VS Lighting Solutions meinen aufrichtigen Dank aussprechen, der Mitinitiator dieser Projektidee war und bereits seit vielen Jahren am Thema Interoperabilität im Bereich Smart Streetlighting arbeitet. Ich bedanke mich für die Unterstützung durch das Team des E.ON-Energieforschungszentrums der RWTH Aachen, insbesondere **Antonello Monti, Thomas Storek, Marc Baranski, Maliheh Haghgoo, Alberto Dognini, Stephan Groß** und ein großes Dankeschön an **Ulrich Ahle** sehr, der CEO der FIWARE Foundation und **Gianluca Dianese**, stellvertretender Vorsitzender des FIWARE Smart Energy Support Committee.

Ich möchte mich auch bei **Paolo Nesi** und **Nicóla Montola** von der Universität Florenz bedanken, bei **Wolfgang Bernecker** von FutureAct, dem langjährigen anerkannten Lichtexperten, **Jürgen Meister** von OFFIS e.V. Institut für Informatik und **Guy Lejeune** von Lacroix City für das Sparring der Idee und das Lektorat dieses Papers.