

EDGE-AGENTEN UND DATENINTERMEDIÄRE ALS ENABLER FÜR FLEXIBLE ENERGIESYSTEME

Lukas GNAM¹, Christoph FABIANEK², Christoph KLIKOVITS³, Clemens GNAUER

Einleitung

Die zunehmende Dezentralisierung der Energieversorgung und der wachsende Anteil erneuerbarer Energien führen zu höheren Anforderungen an die Flexibilisierung von Verbrauch und Erzeugung. Haushalte mit Photovoltaikanlagen, Batteriespeichern oder steuerbaren Verbrauchern bieten hierfür ein bislang unzureichend genutztes Potenzial [1]. Um dieses systematisch zu erschließen, sind standardisierte und sichere Kommunikationsschnittstellen zwischen lokalen Energiesystemen und zentralen Marktakteuren erforderlich.

Diese Arbeit stellt eine Architektur vor, die Haushalte über einen lokal installierten Edge-Agenten in Flexibilitätsmärkte integriert. Der Agent fungiert als Kommunikationsschnittstelle zwischen technischer Geräteebe und Aggregator, kommuniziert über eine standardisierte API-Schnittstelle und gesicherte HTTPS-Verbindungen mit der zentralen Steuerinstanz eines Aggregators und interagiert lokal über Protokolle wie Modbus mit Geräten, etwa einem Wechselrichter.

Zur Wahrung von Datensouveränität und rechtlicher Transparenz wird die Architektur um einen Datenintermediär ergänzt, welcher die Freigabe der APIs zwischen Aggregator und Haushalt prüft und vertraglich festhält. Dadurch wird ein möglicher Ansatz evaluiert, der als vertrauenswürdige und skalierbare Grundlage für die automatisierte Integration in zukünftige Flexibilitätsmärkte dienen kann.

Architektur und Systemkonzept

Die vorgestellte Architektur (Abbildung 1) basiert auf einer dezentralen Kommunikationsstruktur, die eine sichere Einbindung von Haushalten in Flexibilitätsmärkten ermöglicht. Kernkomponente ist der Edge-Agent, der lokal im Haushalt installiert wird und zwischen Geräten und Aggregatorplattform vermittelt. Der Agent nutzt eine standardisierte API-Schnittstelle und HTTPS-Kommunikation für eine verschlüsselte und authentifizierte Datenübertragung.

Lokale Energiegeräte – etwa PV-Anlagen, Batteriespeicher oder Wärmepumpen – werden über etablierte Protokolle wie Modbus oder Sunspec angebunden. So kann der Agent Messdaten erfassen, Steuerbefehle empfangen und lokale Steuerlogik ausführen. Vergleichbare Edge-Computing-Konzepte im Gebäudemanagement zeigen das Potenzial lokaler Datenverarbeitung für Effizienz und Sicherheit [2]. Die Architektur trennt klar zwischen Geräteintegration und externer Kommunikation und wahrt so Datenschutz und Systemsicherheit.

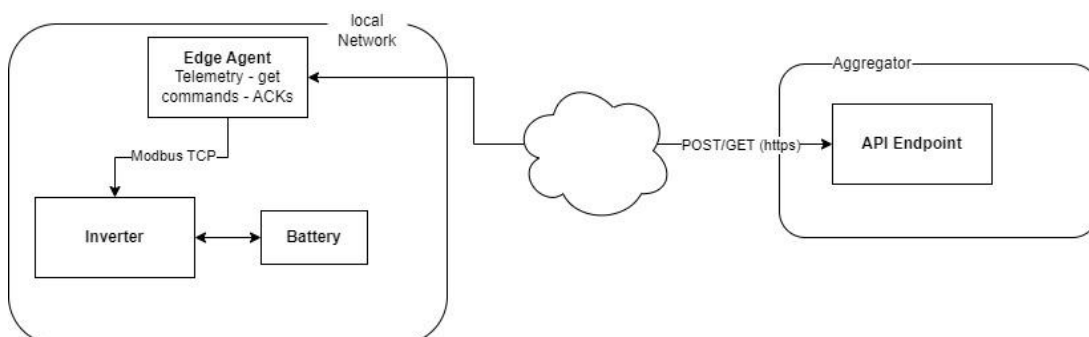


Abbildung 1: Beispielhafte Systemarchitektur.

¹ Hochschule für Angewandte Wissenschaften Burgenland GmbH, Campus 1, 7000 Eisenstadt, lukas.gnam@hochschule-burgenland.at

² DID Daten-Intermediär-Dienste FlexCo, Treustraße 52, 1200 Wien

³ Forschung Burgenland GmbH, Campus 1, 7000 Eisenstadt

Erweiterung durch einen Datenintermediär

Zur Erhöhung von Transparenz, Rechtssicherheit und Datensouveränität wird die Architektur um einen Datenintermediär erweitert (Abbildung 2). Dieser vermittelt zwischen Aggregator und Haushalt in der dargestellten Architektur. Die lokale API wird erst nach Prüfung der vertraglichen Bedingungen durch den Datenintermediär für den Aggregator freigeschaltet. Eine konkrete Abfrage erfolgt somit erst nach Prüfung, wobei die Daten auch direkt zwischen Haushalt und Aggregator übermittelt werden können.

Ähnliche softwarebasierte Orchestrierungsansätze werden bereits im Kontext automatisierter Flexibilitätsaggregatoren untersucht [3]. Der hier vorgestellte Ansatz erweitert diese Konzepte um eine datensouveräne Autorisierungsebene und adressiert folgende Herausforderungen:

- **Datensouveränität:** Der Haushalt behält die Kontrolle über seine Daten, da Zugriffe nur nach Freigabe durch den Intermediär erfolgen.
- **Vertrauensbildung:** Die Trennung zwischen Steuerung (Edge-Agent) und Autorisierung (Intermediär) stärkt das Vertrauen zwischen Aggregatoren und Endkund:innen.
- **Rechtssicherheit:** Die automatisierte Prüfung der Vertragsbeziehungen schafft eine klare rechtliche Grundlage für Daten- und Steuerprozesse.

Ausblick

Die Kombination aus Edge-Agenten und Datenintermediär bietet eine modulare und interoperable Grundlage für zukünftige Flexibilitätsplattformen. Durch die funktionale Trennung von Steuerung, Aggregation und Datenfreigabe lässt sich das Konzept sowohl in bestehenden Infrastrukturen als auch in neuen Marktmodellen implementieren.

Zukünftige Arbeiten konzentrieren sich auf die prototypische Umsetzung und Praxiserprobung, um die Leistungsfähigkeit, Skalierbarkeit und Nutzerakzeptanz zu evaluieren. Dabei sollen auch OpenADR als standardisiertes Kommunikationsprotokoll für Demand-Response-Anwendungen sowie MQTT 5 als leichtgewichtiges Messaging-Protokoll für Echtzeit-Datenaustausch in Edge- und Cloud-Umgebungen [4] integriert und im Hinblick auf Interoperabilität, Effizienz und Sicherheit bewertet werden.

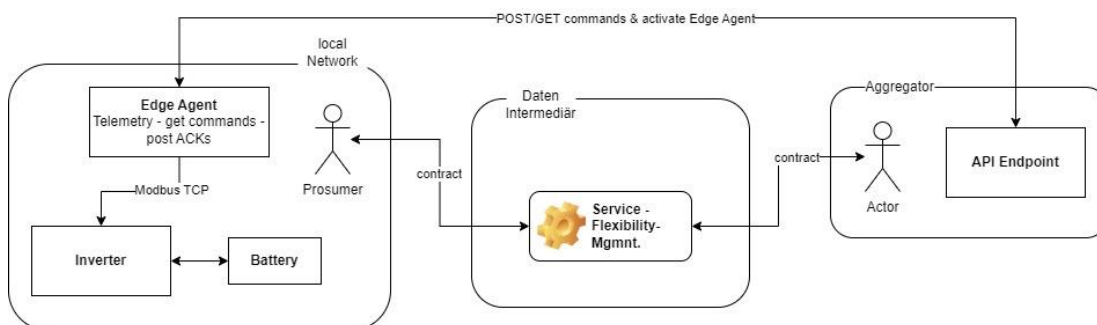


Abbildung 2: Arbeitsschritte zur API-Freigabe durch Datenintermediär.

Referenzen

- [1] J. Le Dréau, et al., "Developing energy flexibility in clusters of buildings: A critical analysis of barriers from planning to operation," *Energy and Buildings*, vol. 298, p. 113608, 2023, DOI:10.1016/j.enbuild.2023.113608.
- [2] S. Márquez-Sánchez, et al., "Enhancing Building Energy Management: Adaptive Edge Computing for Optimized Efficiency and Inhabitant Comfort," *Electronics*, vol. 12, no. 19, p. 4179, 2023, DOI: 10.3390/electronics12194179.
- [3] R. Sharma, et al., "An Automatic Aggregator of Power Flexibility in Smart Buildings Using Software-Based Orchestration," *Sensors*, vol. 21, no. 3, p. 867, 2021, DOI:10.3390/s21030867
- [4] Parejo, A., García, S., Personal, E., Guerrero, J. I., García, A., & Leon, C. (2021). OpenADR and Agreement Audit Architecture for a Complete Cycle of a Flexibility Solution. *Sensors*, 21(4), 1204. <https://doi.org/10.3390/s21041204>