Hochschule Bremen
City University of Applied Sciences

Ein blockchainbasierter lokaler Energiemarkt

Blockchain Autumn School - 15.09.2022

Giacomo Gritzan| Hochschule Bremen

Forschungsgruppe für Rechnernetze und Informationssicherheit (FRI)

Prof. Dr.
Richard Sethmann

Torben Petrow
Medieninformatik B.Sc.

Giacomo Gritzan
Informatik M.Sc.

Michelle Jakobi
Medieninformatik B.Sc.

Sibille Knodel
Informatik M.Sc.

Bastian Fraune
Informatik M.Sc.

Torben Woltjen
Informatik M.Sc.

„Blockchains haben das Potenzial, energiewirtschaftliche Prozesse in nahezu allen Wertschöpfungsstufen zu optimieren und gleichzeitig die steigende Komplexität im zunehmend dezentralen Energiesystem zu bewältigen.“

- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) -

Quelle: https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Blockchain_Energiewirtschaft_10_2017.pdf

Inhalt

1 Projektvorstellung tbiEnergy
2 Konzept eines blockchainbasierten lokalen Energiemarktes
3 Systemarchitektur
3.1 - Architekturüberblick
3.2 - Anlagenstandort
3.3 - AWS Cloud Komponenten
4 Fazit & Ausblick

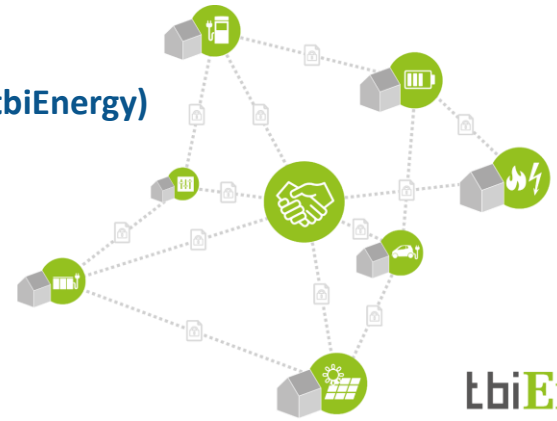
1. Projektvorstellung tbiEnergy

Trusted Blockchains für das offene, intelligente Energienetz der Zukunft (tbiEnergy)

Projektvorstellung tbiEnergy

Trusted Blockchains für das offene, intelligente Energienetz der Zukunft (tbiEnergy)

Projektlaufzeit: 2020 - 2023



Ziele im Rahmen des Projekts

- Konzept lokalen Energiemarkts für das Smart Grid
- Integration Hardwaresicherheit
- Einsatz von DLT-Technologie zur Absicherung der Prozesse

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

2. Konzept eines blockchainbasierten lokalen Energiemarktes

Ein Zukunftskonzept für Energieversorgungsunternehmen

Konzept eines blockchainbasierten lokalen Energiemarktes

Akteure

- EVU - Betreiber des lokalen Energiemarkts.
- Verbraucher - Kunden des EVU die Energie für sich einkaufen.
- Anlagenbetreiber - im Bereich des jeweiligen lokalen Energiemarkts
  - Fluktuierende Erzeuger - Betreiber von PV-Anlagen, Windkraftanlagen
  - Flexible Erzeuger - Kraftwärmekopplung (KWK), Green-Gas2Power
  - Flexible Verbraucher - Wärmepumpen, Elektroautos
  - Speicher - Hausbatterie

Anlagen

- Erzeugungsanlagen - Fluktuierende Erzeuger, Flexible Erzeuger
- Verbrauchsanlagen - Verbraucher oder flexible Verbraucher
- Speicheranlagen - Speicher, flexible Verbraucher

Konzept eines blockchainbasierten lokalen Energiemarktes

Vermarktungsmodelle

- Passive Vermarktung - Langfristige Abnahme der erzeugten Energie durch den EVU mit einer fixen Vergütung.
- Aktive Vermarktung - Auktionsmodell

Aufteilung des Marktes

- Primärmarkt
  - Vermarktung und Einkauf von Energie der Kunden untereinander und das EVU.
- Sekundärmarkt
  - Ausgleich des Bilanzkreislaufs und Speicherung bzw. Umwandlung der Energie aus nicht vermarkteter Energie durch das EVU.

Konzept eines blockchainbasierten lokalen Energiemarktes

Abbildung der Marktprozesse

- Marktprozesse werden per Smart Contract auf der Blockchain abgebildet
  - Verwaltung der teilnehmenden Anlagen
  - Abbildung des Auktions-Mechanismus
    - Angebote
    - Bieten
    - Zuschlag
  - Erfassung der Erzeugung und Verbrauchsdaten

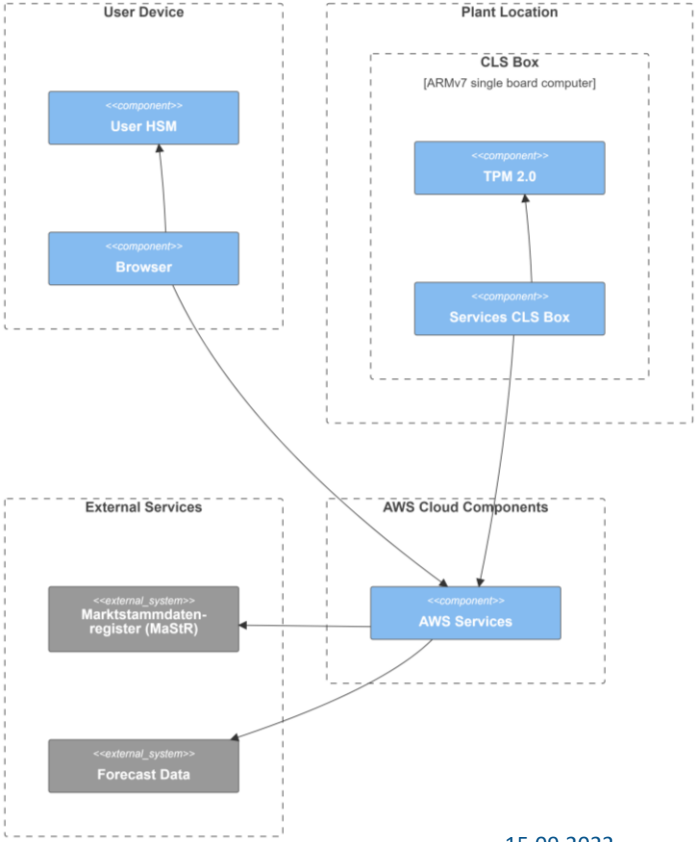
3. Systemarchitektur

Eine Übersicht über die Systemarchitektur

Systemarchitektur

3.1 - Architekturüberblick

- Anlagenstandort (Plant Location)
  - CLS Box (ARMv7 based single board computer)
    - Trusted Platform Module (TPM) 2.0
    - CLS Box Services
- AWS Cloud Komponenten
  - AWS Service
    - RESTful Microservices
    - Blockchain Nodes
- Externe Services
  - Marktstammdatenregister (MaStR)
  - Prognosedaten des EVUs
- User Device
  - User Hardware Sicherheits Modul (HSM)

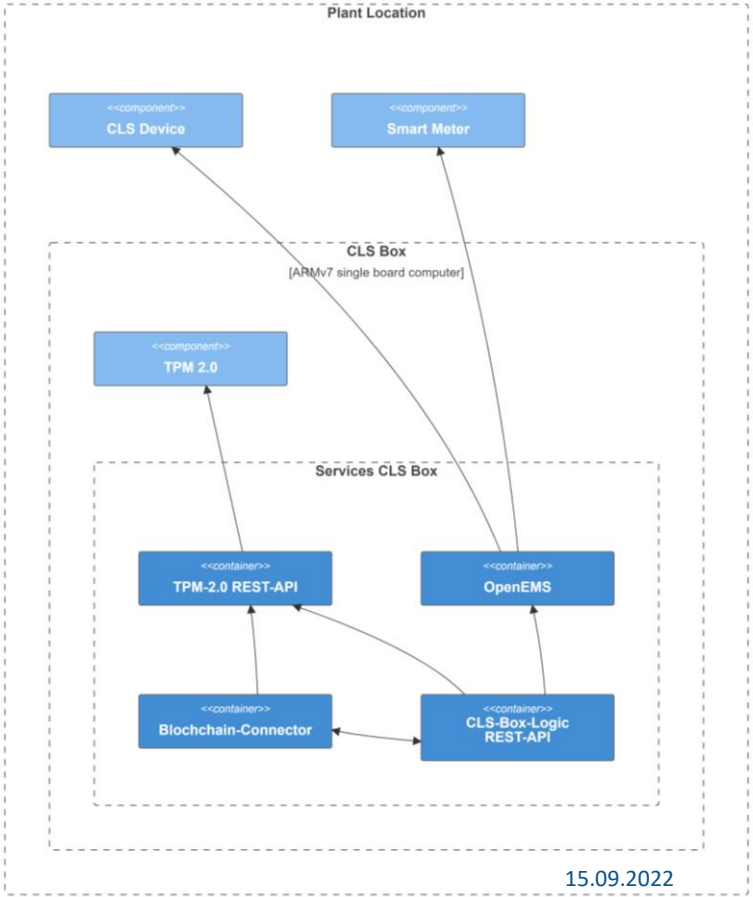


Systemarchitektur

3.2 - Anlagenstandort (Plant Location)

Alle Dienste laufen als Docker Services und kommunizieren in einem separaten Docker Netzwerk auf einem ARMv7 based single board computer (CLS Box).

- CLS-Box-Logic - REST-API
  - Kontrollkomponente der CLS-Box
- TPM-2.0 - REST-API
  - Verwaltung des Schlüsselmaterials
  - Signierung der Transaktionen
- Blockchain-Connector
  - Bindeglied zwischen CLS-Box und Blockchain
- OpenEMS
  - Aggregator für die Daten von CLS-Devices und Smart Metern



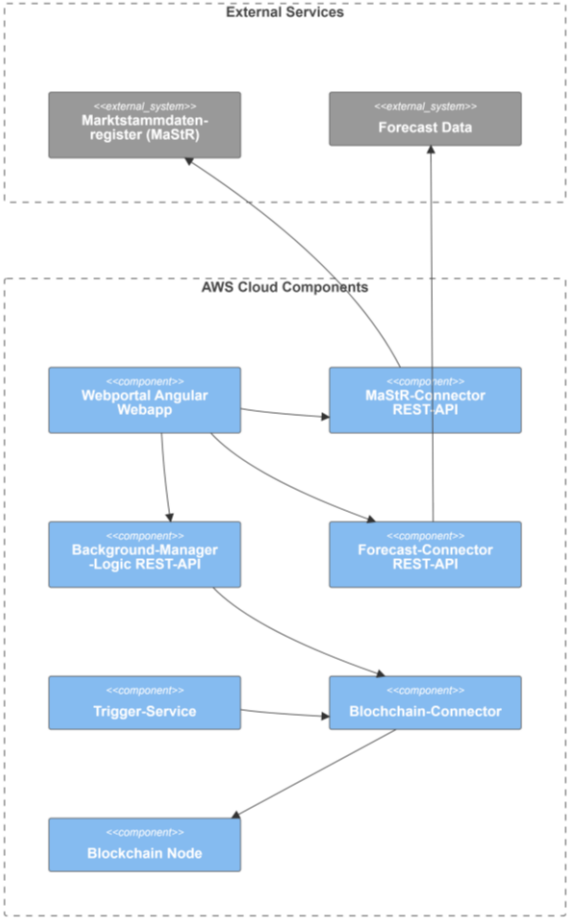
Systemarchitektur

3.3 - AWS Cloud Komponenten - MaStR-Connector

- Verwendet die im Markstammdatenregister (MaStR) erfassten Anlageninformationen und Daten zugehörigen Akteure
- Fortlaufende Aktualisierung der Daten über den SOAP Webdienst

Vorteile

- Vermeidung der doppelten Erfassung der Anlagendaten
- Unabhängige Verfügbarkeit
- Möglichkeit zum Abruf aller Anlagen eines Marktakteurs
- Erfassung zusätzlicher Anlagentypen wie z.B. Wärmepumpen



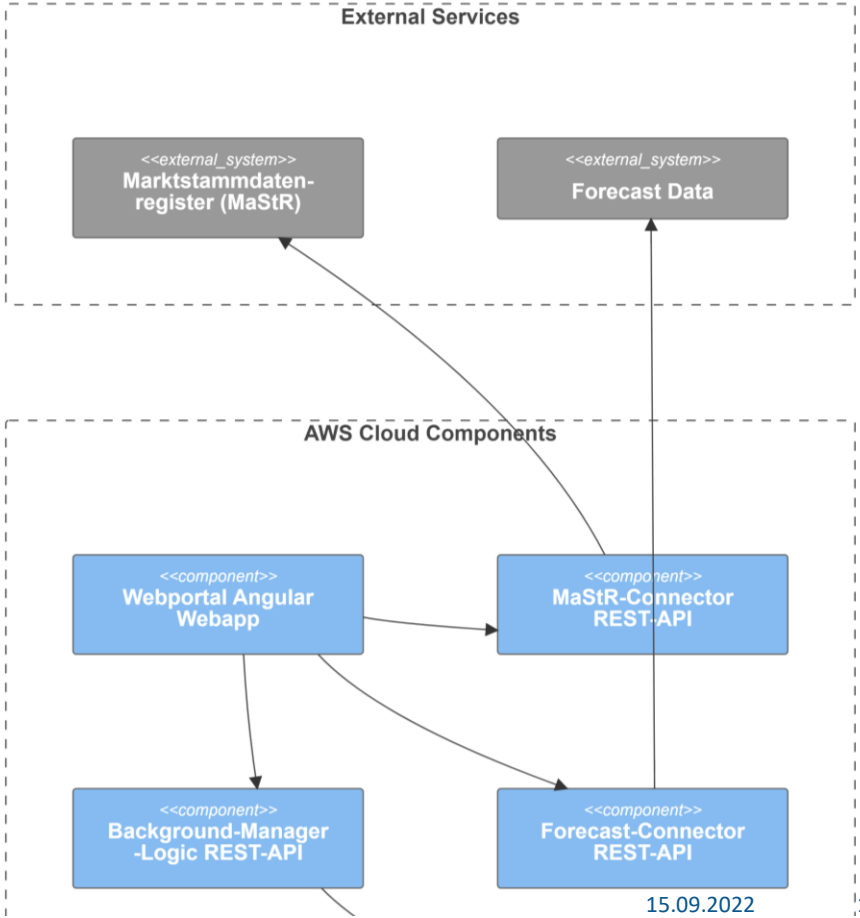
Systemarchitektur

3.3 - AWS Cloud Komponenten - MaStR-Connector

- Verwendet die im Markstammdatenregister (MaStR) erfassten Anlageninformationen und Daten zugehörigen Akteure
- Fortlaufende Aktualisierung der Daten über den SOAP Webdienst

Vorteile

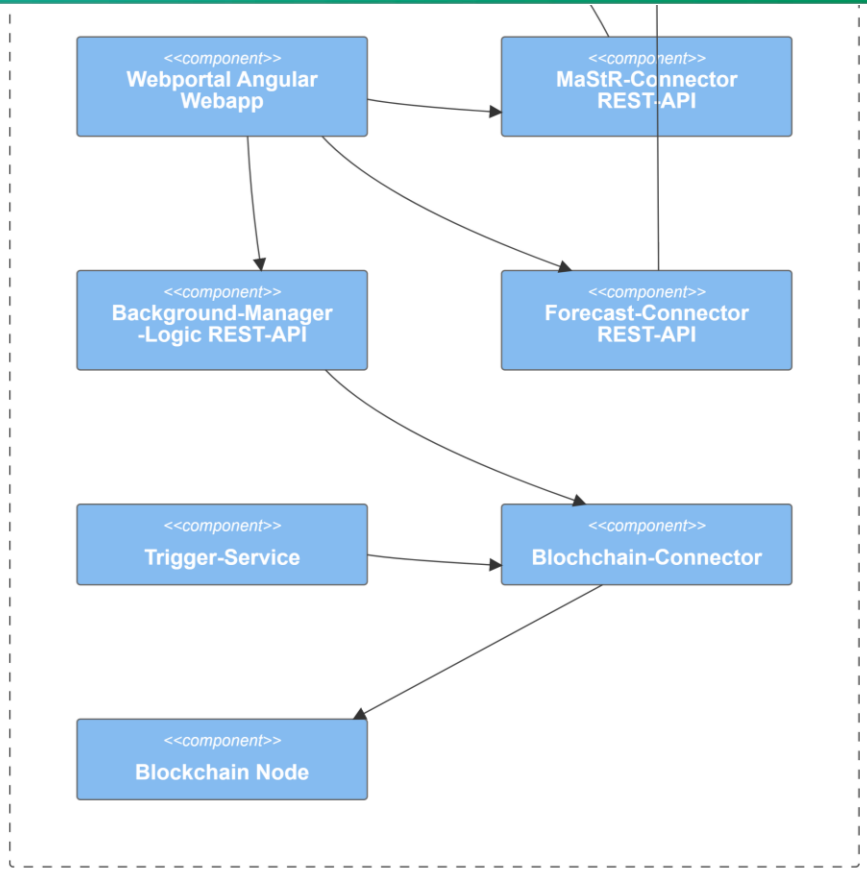
- Vermeidung der doppelten Erfassung der Anlagendaten
- Unabhängige Verfügbarkeit
- Möglichkeit zum Abruf aller Anlagen eines Marktakteurs
- Erfassung zusätzlicher Anlagentypen wie z.B. Wärmepumpen



Systemarchitektur

3.3 - AWS Cloud Komponenten - Background-Manager-Logic

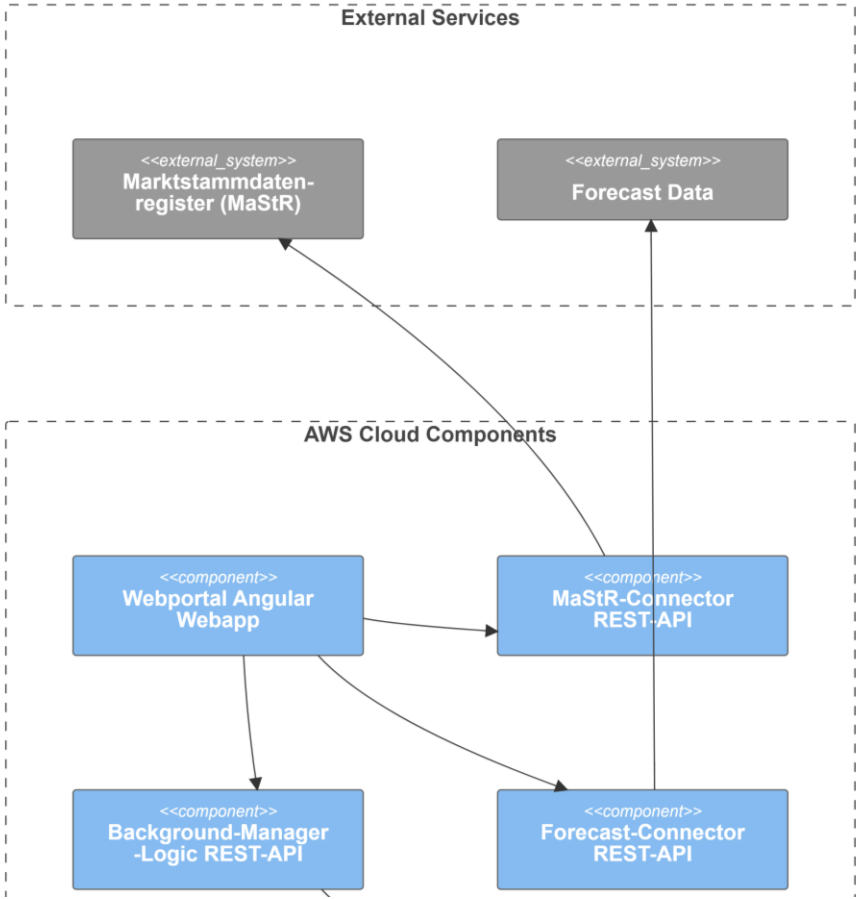
- Bildet die Managementfunktionen der Microservice Architektur ab wie z. B.
  - Hinzufügen CLS-Box, Anlagen und Meter
- Abstraktion der Smart-Contracts in konkreten REST Routen
- Ermöglicht die indirekte Kommunikation zwischen Webportal und den einzelnen CLS-Boxen



Systemarchitektur

3.3 - AWS Cloud Komponenten - Forecast-Connector

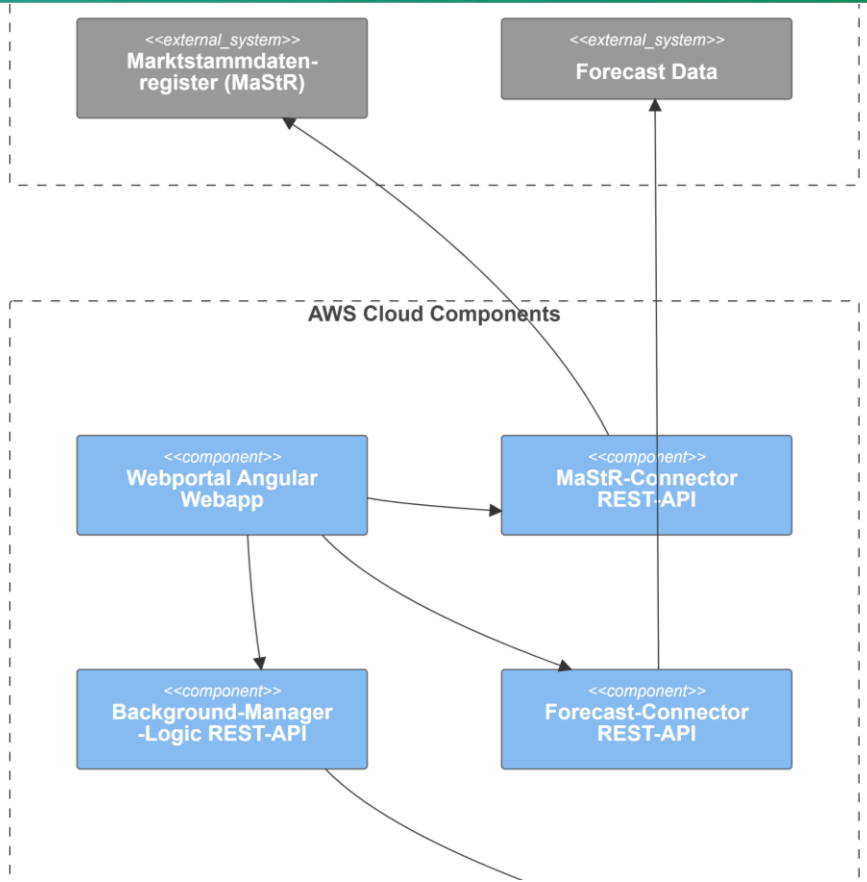
- Bereitstellung von Prognosen für
  - Verbraucher wie z. B. Haushaltskunden, Wärmepumpen und Elektroautos
  - Energieerzeugungsmengen von z. B. Photovoltaikanlagen oder anderer im MaStR erfasster Anlagen
- Integration von Prognosedaten des Projektpartners SWT
- Nutzung bei den folgenden Prozessen
  - Einstellung von Angeboten
  - Erwerb angebotener Energie
  - Bilanzkreislauf



Systemarchitektur

3.3 - AWS Cloud Komponenten - Webportal

- Angular Web App
- Bindet die per OpenAPI generierten Clients der Microservices ein
- Einsatz der JSON Web Token (JWT)
  - AWS Cognito
  - User HSM (Fido 2) als zweiter Faktor



4. Fazit & Ausblick

Fazit & Ausblick

Fazit

- Entwicklung eines Konzepts für einen blockchainbasierten lokalen Energiemarkt
- Integration von Hardwaresicherheit
  - CLS Box (TPM 2.0) -> Signierung der Transaktion
  - User Device (User HSM) -> 2 Faktor Authentifizierung Webportal
- Entwicklung eines Demonstrators

Ausblick

- Evaluierung des Demonstrators im Feldtests im Rahmen des Forschungsprojekts
- Forschung wie Interoperabilität konsortialer Blockchains im Energienetz

Hochschule Bremen
City University of Applied Sciences

Vielen Dank!

Hochschule Bremen
Flughafenallee 10
28199 Bremen

giacomo.gritzan@hs-bremen.de
www.fri.hs-bremen.de