

ARCHE – Einleitung & Projektvorstellung

Vorstellung des Projektes Arche

Titel und Eckdaten

Langtitel:	Arch itekturen und Ent wurfsmethodik für selbstoptimierende Regelverfahren in verteilten Energiesystemen
Laufzeit:	36 + 12 Monate (01.07.2018 – 30.06.2022)
Fördergeber:	Projektträger Jülich (PTJ) (im Auftrag des BMWi)
Förderkennzeichen:	03ET1567A



Vorstellung des Projektes Arche

Titel und Eckdaten

Partner:

EASD - EA Systems GmbH - *Dresden*

ESI ITI GmbH *Dresden*

FASA AG *Chemnitz*

GeoEn Energy Technologies GmbH *Berlin*

ifm Software GmbH *Zwickau*

Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltung **IIS** – Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme **EAS** - *Dresden*



ARCHE - Zielstellung

Aktuelles Wetter, Wettervorhersage, Nutzungsprofil, Energiebedarf, Energiekosten



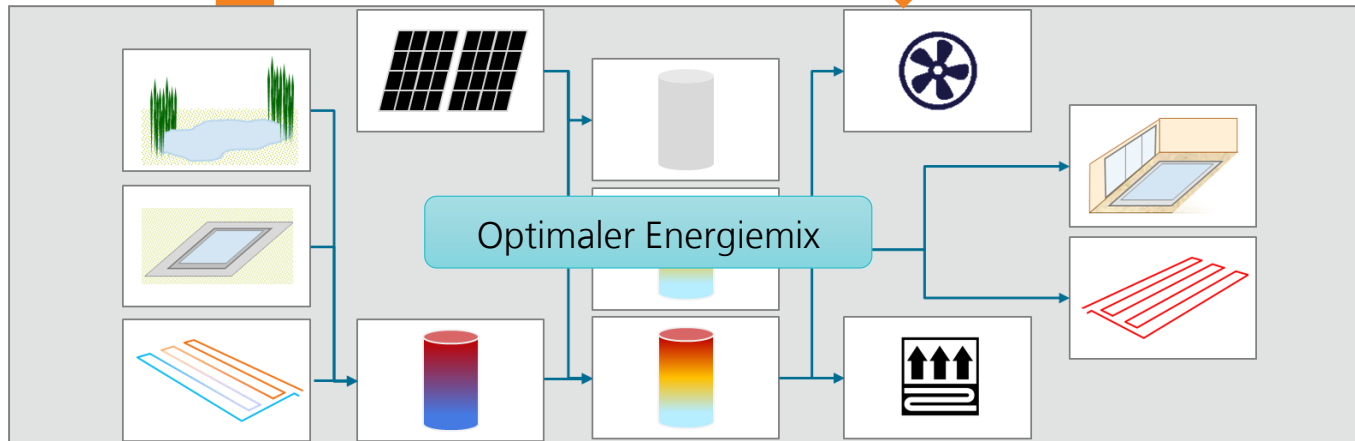
**Automatischer Energieverteilmanager
Smarte Energieregulierung/steuerung
(vorausschauende Energieoptimierung)**



Sensorwerte



Reglerparameter
Führungsgrößen



Stand:

- Insellösungen und etablierte Lösungen
- Kein systematischer Ansatz zum Entwurf von Energiemanagementsystemen

Ziele:

- Einsatz nachnutzbarer, selbstoptimierender Regelverfahren
- Einsatz selbstoptimierender Reglerstrukturen handhabbar gestalten
- Einsatz von Expertensystemen zu Entwurf
- Entwurfsprozess beschleunigen
- Entwurfskosten senken
- Einsatz von neuen Werkzeugen für Simulation und Monitoring

ARCHE - Zielstellung

Aktuelles Wetter, Wettervorhersage, Nutzungsprofil, Energiebedarf, Energiekosten



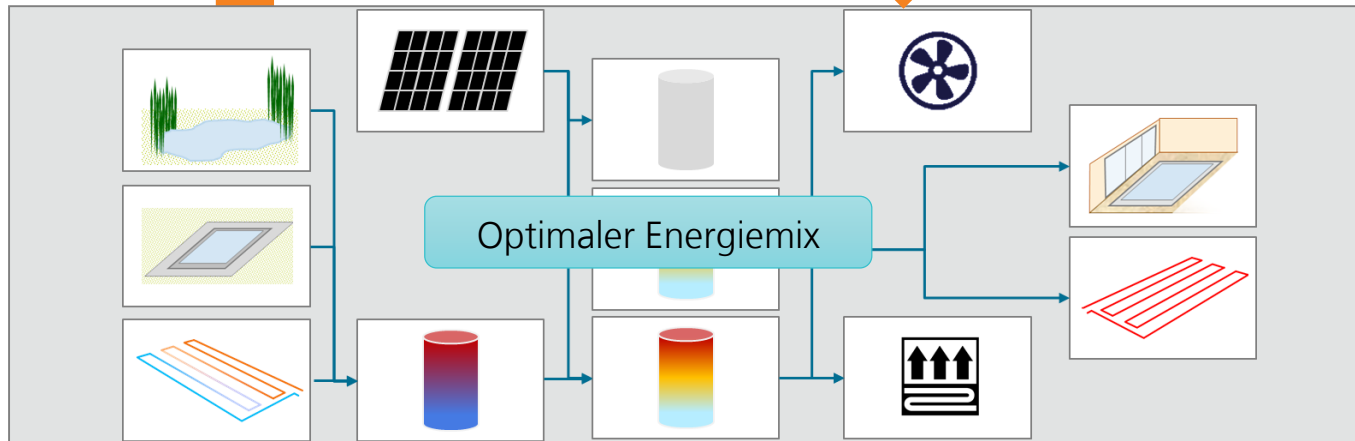
Energieverteilmanager, selbstoptimierende Steuerung, Smarte Energieregulierung/steuerung
vorausschauende Energieoptimierung



Sensorwerte



Reglerparameter
Führungsgrößen



Welche selbstoptimierenden/smarten Regelungsverfahren sind zur Energieeinsparung einsetzbar?

Erzielen diese Verfahren am Demonstrator sichtbare Benefits?

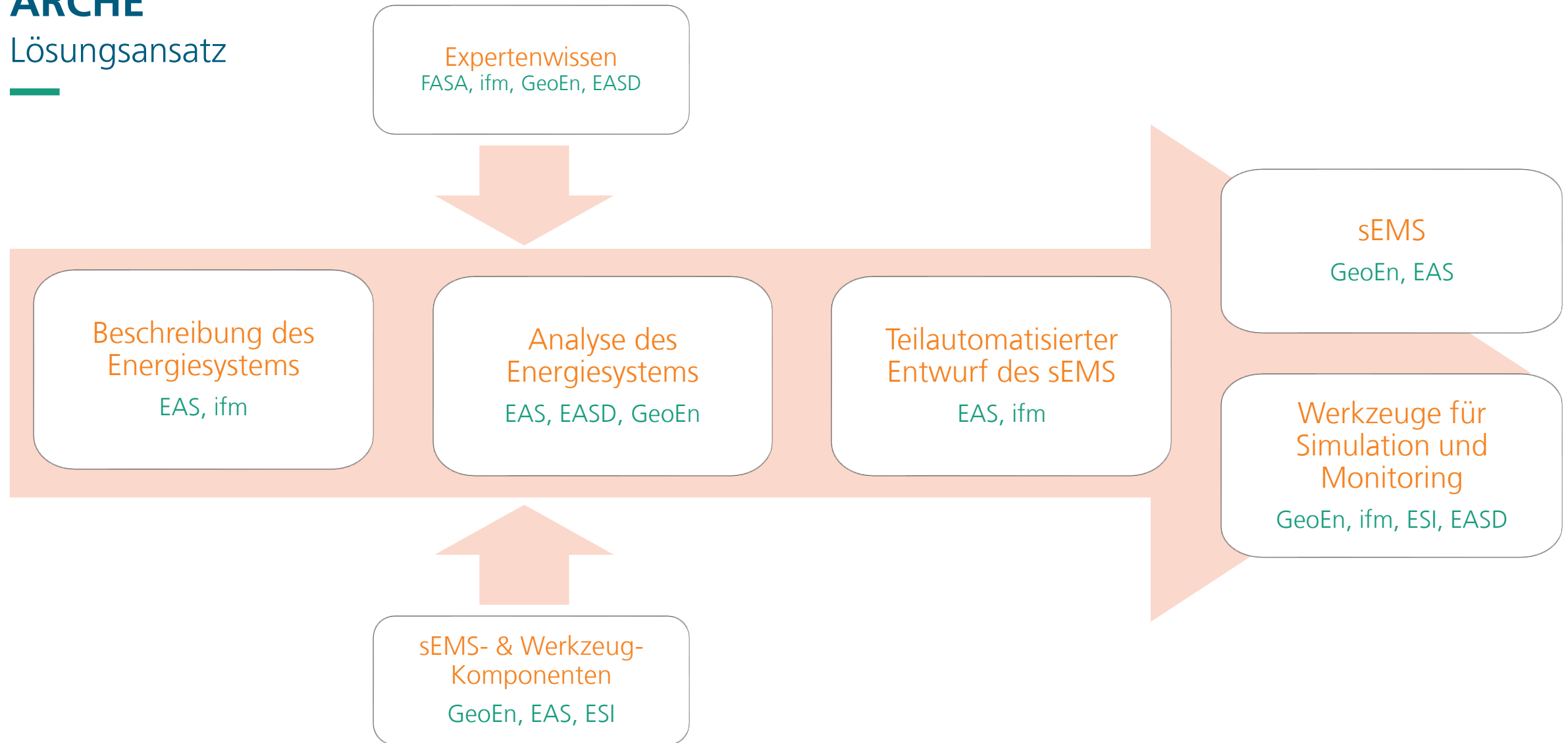
Wie kann das Energiesystem/Gebäude in maschinen-lesbarer Form beschrieben werden?

Mit welchen Voraussetzungen und Regeln kann eine Steuerung (teil-)automatisch generiert werden?

Wie lassen sich Steuerungen simulationsbasiert virtuell testen und in Betrieb nehmen?

ARCHE

Lösungsansatz



Demonstratoren im Projekt

4 Demonstratoren



Bürogebäude der
FASA AG Chemnitz



Wohngebäude Zwickau (ifm)



Wohnanlage
Berlin Brehmestraße



Wohnanlage Berlin Pankow

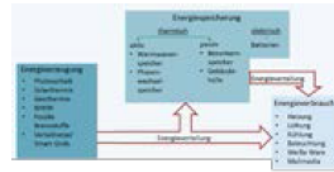
ARCHE

Lösungsansatz

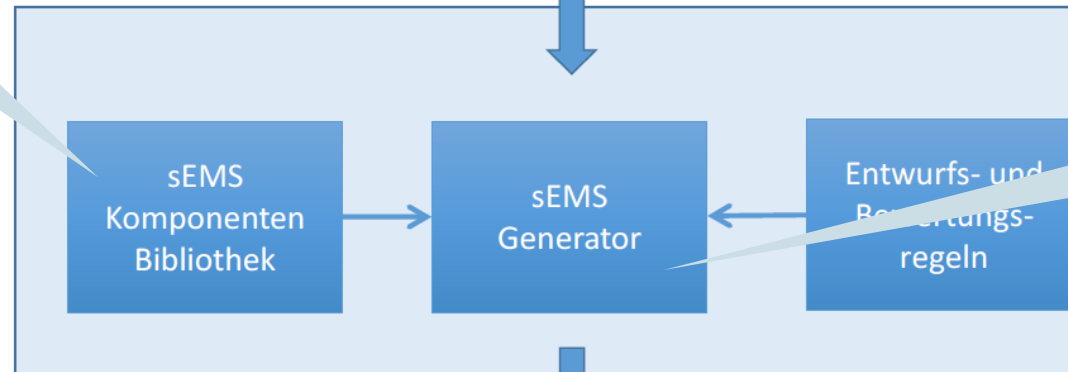
- Reinforcement Learning
- MPC
- Selbstl. Lastprognose

- EnergyNode
- Energie-Verteilmanager
- Vorlauftemp.regelung

Struktur des Energiesystems
- Template basiert -

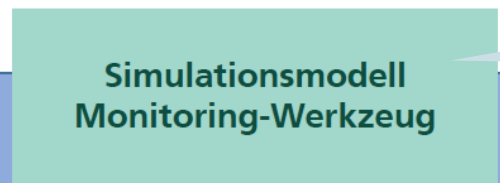
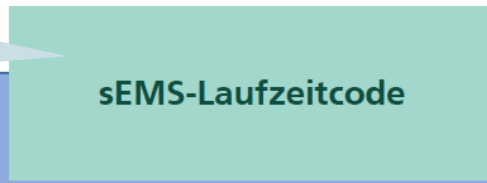


Template Bibliothek



Wissensbasis

Best Practice Bibliothek



- Semantische Technologien für Gebäudeenergiesysteme

- Expertensysteme im Gebäude

- CONSIM - Testsuite

ARCHE

EAS Schwerpunkte

- **Aufnahme der Prozesse zum Entwurf des Steuerungssystems der Projektpartner**
 - Aufstellung der BPMN Modelle für ifm, FASA, EASD
 - Auswertung des Requirements zum Steuerungsentwurf
- **Beschreibung des Energiesystems**
 - BRICK – Ontologie
 - Arbeiten zur automatisierten Erzeugung von BRICK aus Zeichnungen/Anforderungslisten
- **Aufbau eines Expertensystems zum (teil-)automatischen Entwurf des Automatisierungssystems**
 - Erstellung von Funktionsbausteinlisten aus Systembeschreibungen
- **Weiterentwicklung eines Handlungsempfehlungs-/Expertensystems zur energieeffizienten Nutzerführung im Gebäude**
- **sEMS – Komponenten Entwicklung**
 - Analyse von Verfahren zur Steuerung von Gebäudeenergiesystemen
 - KI / RL – Künstliche Intelligenz / Reinforcement Learning
 - MPC - modellprädiktive Regelungsverfahren
 - Implementierung eines prototypischen Energieverteilmanagers als MPC und RL Funktion
 - Implementierung einer intelligenten Vorlauftemperaturregelung als RL
 - Integration in das Handlungsempfehlungssystem bei Partner FASA
 - Implementierung eines Einzelraumreglers mit MPC Funktionalität

Abschlussworkshop FMI4BIM und ARCHE

Agenda Tag 2

- **09:00 Uhr Beginn**
 - Kurzvorstellung des Projekts ARCHE
 - KI in der Gebäudeautomatisierung - Anwendungen von Reinforcement Learning sowie Modellprädiktive Regelung zur Wärmeerzeugung *Chenzi Huang, Fabian Paschke, Stephan Seidel (Fraunhofer IIS/EAS)*
 - Semantische Technologien für das Monitoring des TGA-Betriebs: Herausforderungen und Ansätze *Andreas Wilde (Fraunhofer IIS/EAS)*
- **10:40 -11:00 Uhr Pause**
 - Pitch-Vortrag der Firma alware GmbH: Energetische Dimensionierung von Gebäuden für die CO2-Einsparung *Christian Martiny, Andreas Lahme (alware GmbH)*
 - Expertensysteme im Gebäude – *Andreas Wilde, Hervé Pruvost (Fraunhofer IIS/EAS)*
 - CONSIM-Testsuite - Konsistente Entwicklung von Regelungssystemen am Simulationsmodell *Martin Leuschke (EASD)*
 - Lastprognose- und strommarktorientierte Anlagensteuerung von Wohngebäuden *Prof. Michael Rath, Alexander Meeder (Fraunhofer, GeoEn)*
 - Lessons Learned & Ausblick *Stephan Seidel (Fraunhofer IIS/EAS)*
- **13:00 Uhr Imbiss & Ende**

ARCHE – Fazit & Ausblick

ARCHE

Erreichte Ziele

- Eine **Entwurfs-, Test- und Inbetriebnahmeumgebung** für sEMS, die im Projekt für die sEMS Untersuchung dient als auch für die virtuelle sEMS Inbetriebnahme verwendet wird
- **Nachnutzbarer Reglerkomponenten** für smarte (KI) Energiemanagementsysteme, die für mehrere verschiedene Gebäude- und Nutzungstypen angewendet werden kann
- **Expertenregeln** für sEMS-Entwurf, die aus der Komponentenbibliothek gebildet werden können
- **Best-Practice-Regeln und KnowHow** für die Auswahl der passenden KI-sEMS-Architektur für den jeweiligen technischen Anwendungsfall
- Dokumentierte **Anwendungs- und Einsatzfälle** von Energiemanagementsystemen an den Demonstratoren.

Fazit

Lessons learned (1)

- **Sonstige Projektbegleitende Faktoren**
 - Mitarbeiter-/Studentengewinnung wird schwieriger
 - Corona Pandemie behinderte auch Forschungsprojekte
- **Analyse der Prozesse während des Steuerungsentwurfs**
 - Nichts ist so heterogen wie der Steuerungsentwurf für Gebäudesteuerungen (jeder Systemintegrator, jedes Gebäude ist ein Unikat)
 - In der Branche ist verschiedenste Software und Hardware im Einsatz
 - Entwurfsablauf unterscheidet sich teils deutlich
 - Konsolidierung & Vereinheitlichung von Schnittstellen notwendig
- **Notwendige Voraussetzungen müssen geschaffen werden**
 - BIM Technologien
 - Gemeinsame Schnittstellen nicht nur von Steuerungskomponenten sondern auch von Entwurfswerkzeugen
 - Digitalisierung des Entwurfsprozesses

Fazit

Lessons learned (2)

- **Beschreibung des Energiesystems**

- Ontologien (BRICK, ...) derzeit noch nicht leistungsfähig genug, um sowohl Struktur des ES als auch die Struktur & Funktion der Steuerung abzubilden
- Einsatz verschiedener Ontologien notwendig → weitere Standardisierung/Konsolidierung

- **Expertensystem zum Steuerungsentwurf**

- Nur so gut wie die abgebildeten Expertenregeln (Aufnahme sehr zeitaufwendig)
- Expertenwissen teils KnowHow geschützt
- Spannungsfeld: Uniformität vs. Individualität (→ jedes Gebäude Unikat)

- **Handlungsempfehlungssystem**

- Empfehlungen sind kein Zwang → Umsetzung nicht garantiert
- Benefit der Handlung sollte beziffert werden können
- Open-Loop Charakter stellt selbsttätiges Lernen und Optimieren vor Herausforderungen

Fazit

Lessons learned (3)

- **RL als Energiesystemsteuerung**

- leistungsfähiger als Standardlösungen
- benötigt Modellbildung und Simulation (spielendes Lernen) → Teuer!
- Lernen im realen Betrieb notwendig zur Adaption (langwierig)
- Übergang von Simulation zu Realität ist noch immer komplex

- **Simulationsbasierter Steuerungsentwurf**

- Baubranche sehr langsam bei Umsetzen neuer Entwurfsmethoden; andere Branchen sind viel weiter
 - Beteiligte Firmen an Bauprojekten zu klein und zu viele
 - Projekte zu divers; wenig Skalierung möglich
 - Simulations-/Optimierungs-/Entwurfs-Budgets zu knapp oder nicht innerhalb der HOAI nicht darstellbar
 - Simulation zu teuer
- Meist wird nur Gutfall bzw. Sollverhalten simuliert → Fehlersimulation notwendig
- → Entwicklung einer Methodik/Workflow zum Entwurfs von fehlerresistenten Steuerungen

Ausblick

Vision zum simulationsbasierten Entwurf von resilienten Steuerungen

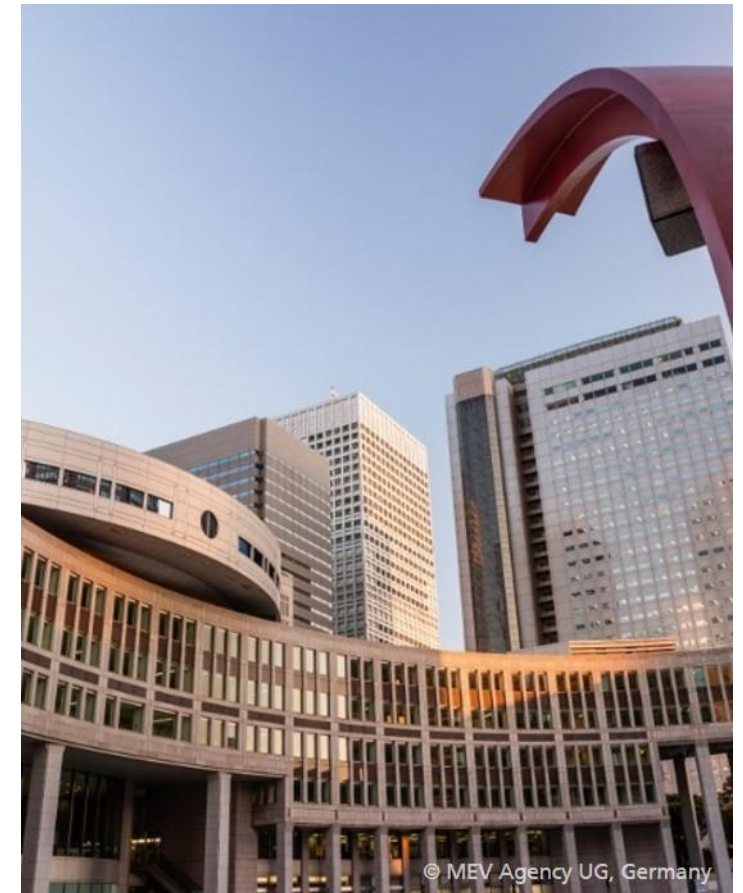
- **Unterstützung des Planers, Erstellers und Betreibers**
 - ausfallsicherer Betrieb lokaler Energiesysteme
 - hoher Anteil erneuerbarer Energiequellen
- **Reduktion von Invest- und Betriebskosten**
 - Minimierung von Redundanz im Energiesystem
- Verbindung von **Ressourceneffizienz** und **Versorgungssicherheit** unter unsicheren Umgebungsbedingungen
 - Bewertung und Erhöhung der Resilienz
 - systematische Instrumentierung, Systembeobachtung und Diagnose
 - Adaptives Energiemanagement, Zustandsbeobachtung, vorausschauende Wartung an Fehlerszenarien.



Ausblick

Vision

- Welche **Fehlerfälle** und **-szenarien** können in der ES-Architektur auftreten?
- Wie **propagiert** sich ein Fehler durch das System?
- Wann, wo und wie ist der Fehler **beobachtbar**?
- Welche **Instrumentierung** benötigt ein System, um hierfür beobachtbar zu sein?
- Wie schnell erholt sich ein System nach dem Fehlerfall (**Resilienz**)?
- Wie muss ein Anlagenoperator **informiert** werden, wie handeln, um Fehlerfälle zu vermeiden oder schnell zu beseitigen?
- Welche **Architekturen** garantieren eine optimale **Versorgungssicherheit** und Resilienz für die betrachtete Versorgungsaufgabe?
- Welche Auswirkungen haben **nicht entdeckte Fehler** auf Stabilität, Effizienz und Lebensdauer des Systems?



Danksagung des Konsortiums

- Das ARCHE Konsortium dankt
 - Dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) für die Förderung des Projektes unter dem FKZ 03ET1567A
 - Dem Projektträger Jülich (PTJ) für die problemlose Projektbegleitung in technischen und organisatorischen Fragen und der kostenneutralen Verlängerung



 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz


Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Kontakt

Dipl.-Ing Stephan Seidel
Projektleiter / wiss. Mitarbeiter
Automatisierungs- und Regelungssysteme
Tel. +49 351 45691-385
stephan.seidel@eas.iis.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS
Münchener Straße 16
01187 Dresden
www.eas.iis.fraunhofer.de

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

ARCHE



Backup