



## Flexi-Sync

Flexible energy system integration using concept development, demonstration and replication



Smart  
Energy  
Systems  
ERA-Net

# Strommarktteilnahme von flexiblen Fernwärmenetzen in Österreich

Christian Fuchs

18.02.2022



# Agenda

- Flexi-Sync Überblick
- Pilotprojekt Maria Laach
- Ziele und Szenarien
- Methode und Implementierung
- Ergebnisse
- Conclusio

# Flexi-Sync Überblick

---

- Motivation

- Starker Ausbau von PV und Wind → Hohe Flexibilität notwendig
- Mehr als 2400 Fernwärme Netzwerke in ländlichen Regionen stehen am Ende ihrer Lebensdauer / sind ineffizient
- Integration von flexiblen Wärme- und Stromgeneratoren in bestehende Systeme kann Wärmenetze erweitern und Lastspitzen vermeiden
- Teilnahme von KWK-Anlagen und Wärmepumpen an Strommärkten können wirtschaftliche Vorteile bringen

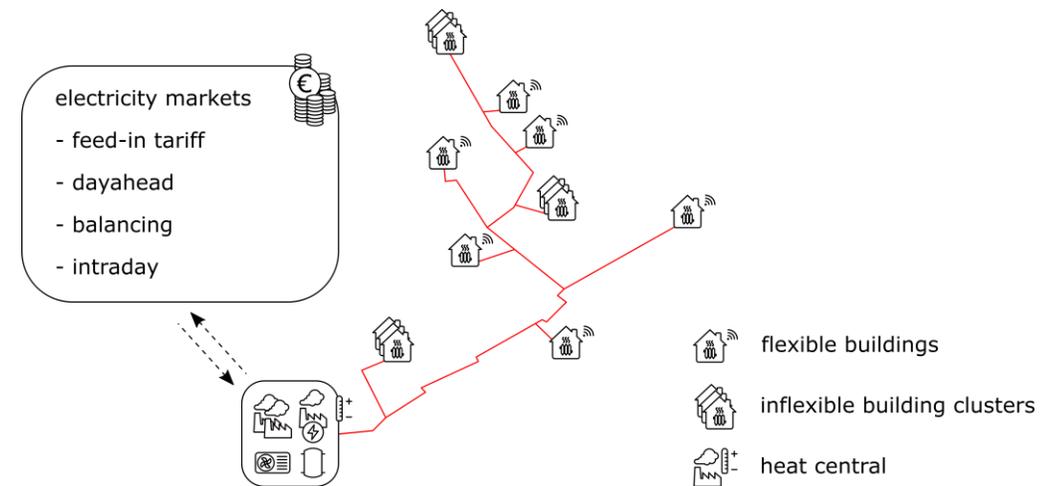
# Pilotprojekt Maria-Laach



- Kleine Gemeinde westlich von Wien
- Repräsentativ für viele Fernwärmenetze in ländlichen Gebieten
- Potential zur Integration von KWK-Anlage, Wärmepumpe und flexiblen Gebäuden
- Fernwärmenetz versorgt 35 Gebäude
- Jährlicher Wärmeverbrauch von rund 2000 MWh
- Erzeugung und Netz
  - 2 Biomassekessel (insgesamt 1,2 MW)
  - 8 m<sup>3</sup> Pufferspeicher, 1,5 km Fernwärmetrasse

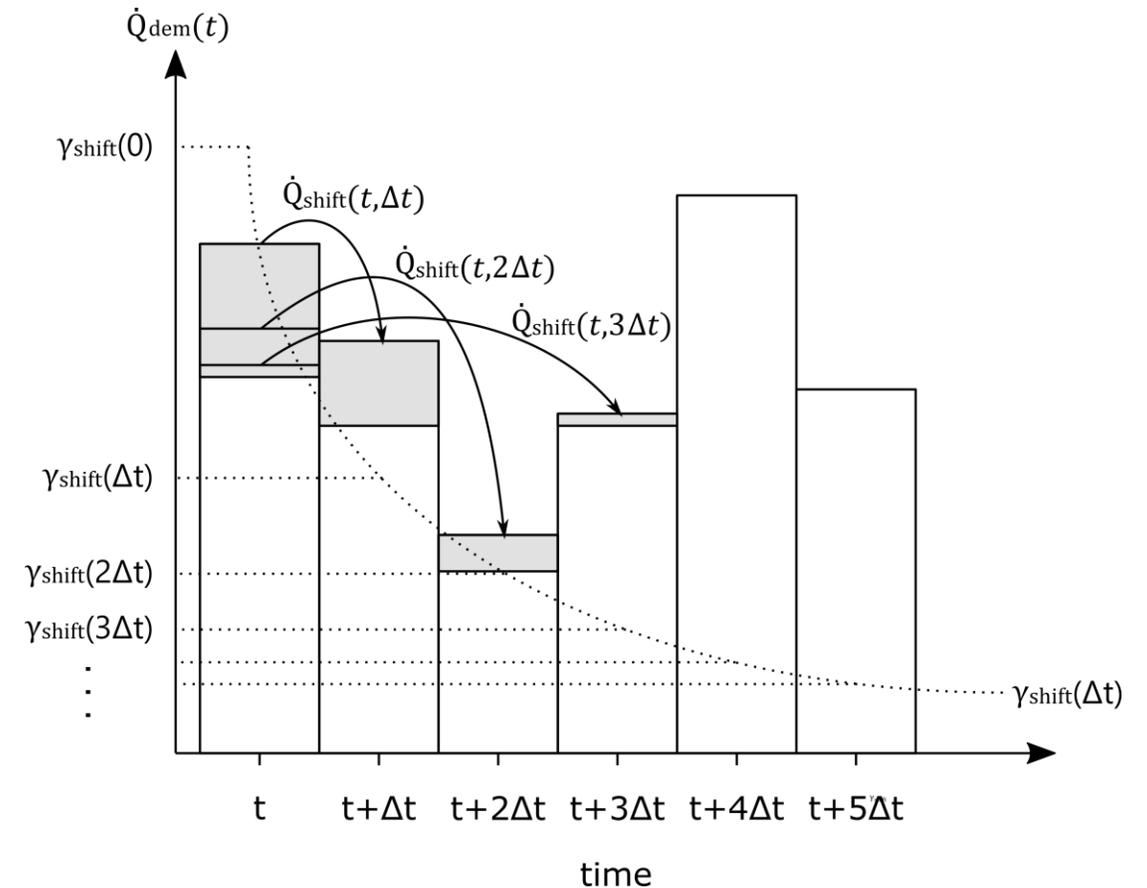
# Ziele und Szenarien

- Abschätzen des wirtschaftlichen Potentials von KWK-Anlage und Wärmepumpe mit und ohne Teilnahme am Strommarkt (Spot- und Regelenergiemarkt)
- Szenarien
  - Keine Marktteilnahme (Referenzfall)
  - Kauf und Verkauf von Strom am Spotmarkt
  - Angebot von positiver und negativer sekundärer Regelenergie
  - Gleichzeitige Teilnahme am Spotmarkt und Regelenergiemarkt
- Flexible Gebäude
  - 6 Gebäude sind Teil eines automatisierten Steuerungssystems und können anhand von Fahrplänen Wärme beziehen
  - Die restlichen Gebäude werden als unflexible thermische Last angenommen
- Analyse des Verhaltens der installierten Biomasse-Boiler bei Anschluss einer KWK-Anlage oder einer Wärmepumpe



# Methode und Implementierung

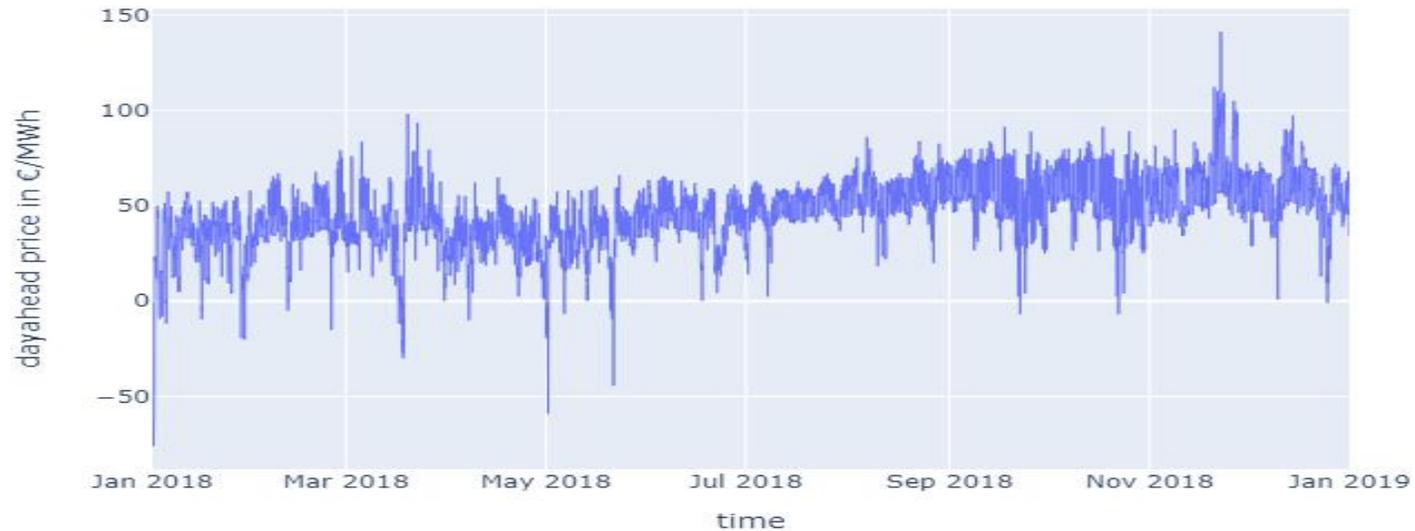
- Simulationsmodell (Gemischt ganzzahlige lineare Optimierung)
- Abbildung von Generatoren, flexiblen Gebäuden und Strommärkten
- Berechnung des wirtschaftlichen Potentials auf Basis von 2018
  
- Flexible Gebäude
  - Zentralisierte Steuerung des Wärmeverbrauchs ermöglicht Verschiebung von Lastspitzen
  - Marktteilnahme → Last kann auf Zeiten mit günstigen Strompreisen verschoben werden



# Ergebnisse

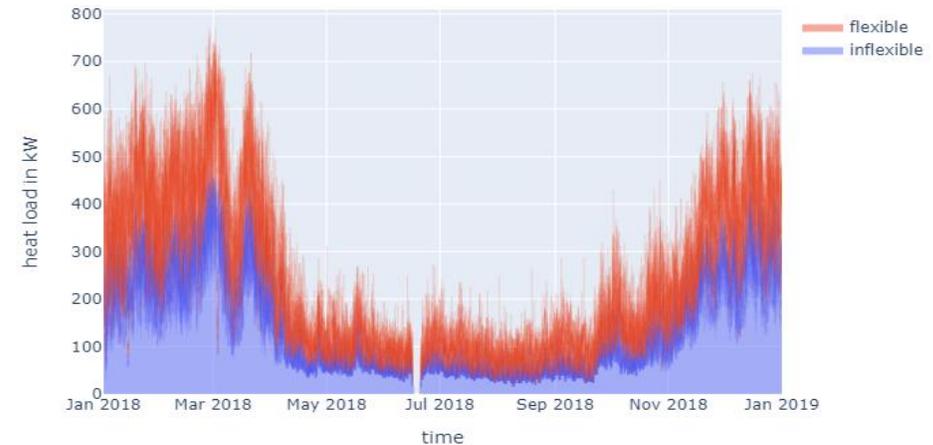
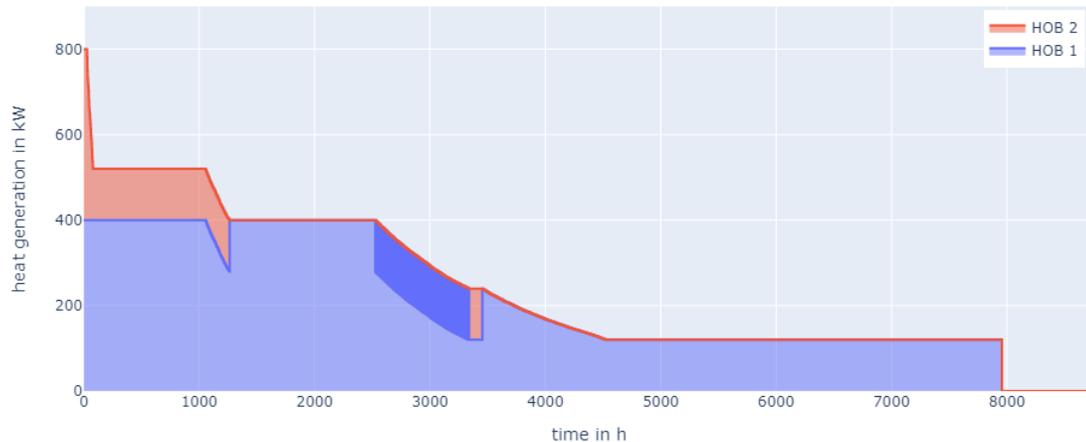
- **Auswertung**

- Die Resultate ergeben sich aus dem Vergleich mit dem Referenzszenario
- Alle Szenarien werden für eine KWK-Anlage und eine Wärmepumpe berechnet
- Die Ersparnisse zeigen das Einsparungspotential bei idealen Bedingungen
- Datenbasis Jahr 2018



# Referenzfall

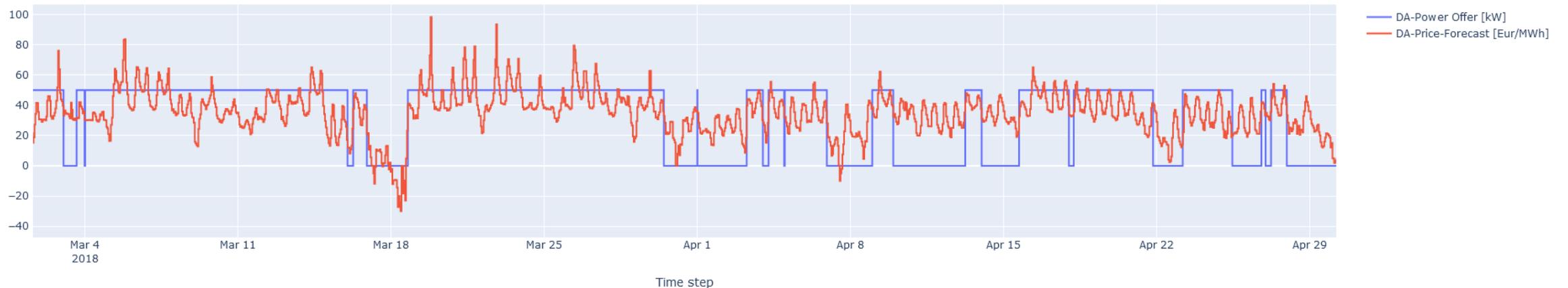
- Bessere Auslastung / Effizienz der Biomasse Boiler durch flexible Gebäude
- Startvorgänge können um 16% reduziert werden
- System ist bereits sehr flexibler -> nur geringe Einsparungen von 1% (wegen höherer Boiler-Effi)
- Die jährlichen Kosten belaufen sich damit auf ca. 65 000€/a



# Spotmarkt

- KWK

- Sind die Strommarktpreise hoch genug, wird die KWK-Anlage eher verwendet als die Biomasse-Boiler
- Das ist der Fall, wenn der Strompreis 126% des Biomasse-Preises beträgt
- Die Teilnahme am Spotmarkt führt zu einer potentiellen Kostenreduktion von 13% oder 9000 €/a



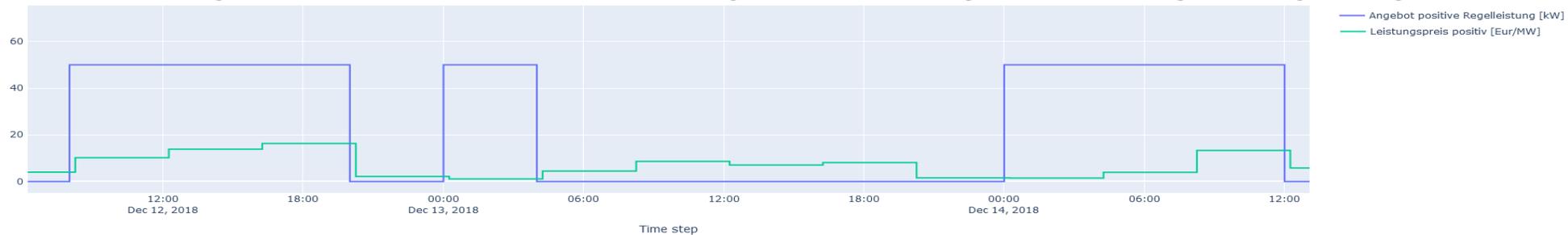
- Wärmepumpe

- Die Wärmepumpe kann ebenfalls schwankende Preise am Spotmarkt nutzen (entsprechende Prognosen vorausgesetzt)
- Im Gegensatz zur KWK-Anlage, ist die Wärmepumpe fast das ganze Jahr aktiv, ausgenommen der Zeiten, in den der Strom teurer ist als die Biomasse
- Mit idealen Prognosen können die Gesamtkosten um 41% oder 27 000€/a reduziert werden

# Sekundärer Regelenenergiemarkt

- KWK

- Das Angebot von positiver sekundärer Regelenenergie mit einer KWK-Anlage ist gemäß Simulation nicht wirtschaftlich
- Die Kostenreduktion beläuft sich auf lediglich 1%
- Der Grund dafür sind die hohen Standby Zeiten, in denen die Biomasse Boiler übernehmen müssen
- Die Auslastung von nur 180 Vollaststunden rechtfertigt die Verwendung der KWK-Anlage für Regelenenergie nicht



- Wärmepumpe

- Die Wärmepumpe kann negative Regelenenergie beziehen
- Das Angebot bietet Einsparungspotential von 7,4%
- Der Hauptgrund für das bessere Abschneiden der Wärmepumpe ist die vergleichsweise geringe Preis von negativer Regelenenergie und ein verringerter Netztarif
- Allerdings kann auch die Wärmepumpe nur 500 Vollaststunden betrieben werden

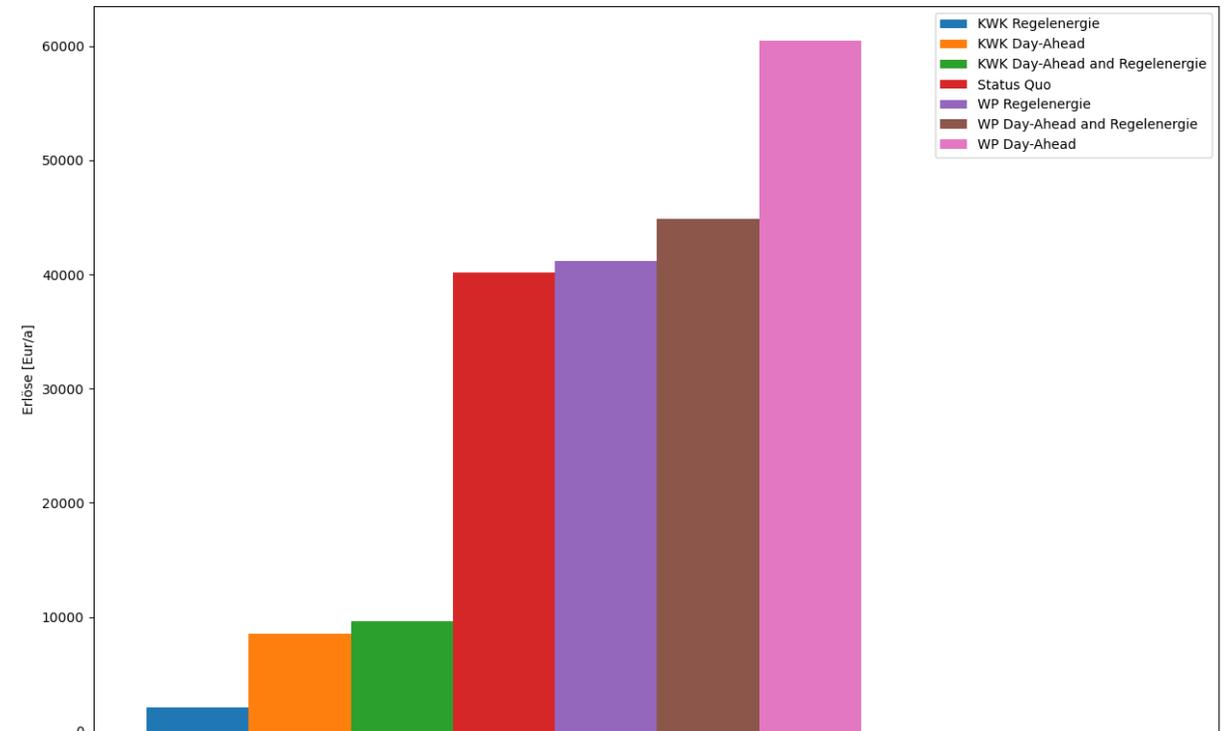
# Spotmarkt und Regelenergiemarkt

- KWK
  - Die gleichzeitige Teilnahme an beiden Märkten bietet ein ähnlich hohes Einsparungspotential wie die reine Spotmarkt-Teilnahme
  - Kosten können um 13,7% oder 9500 €/a reduziert werden
  - Allerdings stammt nur ein kleiner Teil der Einnahmen aus dem Regelenergieangebot
  - Auch hier bewirkt der Einsatz von flexiblen Gebäuden lediglich eine Kostenreduktion von 1%
- Wärmepumpe
  - Das Verhalten der Wärmepumpe ähnelt dem Szenario mit reiner Spotmarktteilnahme
  - Auch hier können mit idealen Prognosen die Gesamtkosten um 41% oder 27 000€/a reduziert werden
  - Die Kostenreduktion stammt hier fast ausschließlich von der Spotmarktteilnahme



# Conclusio

- Hauptaussagen
  - Flexible Gebäuden haben für dieses Wärmenetz nur einen geringen Nutzen
    - Der Hauptgrund ist, dass das System an sich bereits flexibel genug ist
    - Lastverschiebung bietet nur Vorteile, wenn Spitzenlasten ein Problem darstellen
    - Die vorhandenen Kosteneinsparungen sind bedingt durch bessere Effizienz der Boiler und verringerter Anfahrkosten
  - Die Stromvermarktung am Spotmarkt ist für KWK-Anlage und Wärmepumpe die beste Option
  - Das Angebot von Regelenergie schränkt die Kapazität der Anlagen zu sehr ein und verhindert eine sinnvolle Wärmeerzeugung





# Disclaimer

The content and views expressed in this material are those of the authors and do not necessarily reflect the views or opinion of the ERA-Net SES initiative. Any reference given does not necessarily imply the endorsement by ERA-Net SES.

## About ERA-Net Smart Energy Systems | [www.eranet-smartenergysystems.eu](http://www.eranet-smartenergysystems.eu)

ERA-Net Smart Energy Systems (ERA-Net SES) is a transnational joint programming platform of 30 national and regional funding partners for initiating co-creation and promoting energy system innovation. The network of owners and managers of national and regional public funding programs along the innovation chain provides a sustainable and service oriented joint programming platform to finance projects in thematic areas like Smart Power Grids, Regional and Local Energy Systems, Heating and Cooling Networks, Digital Energy and Smart Services, etc.

Co-creating with partners that help to understand the needs of relevant stakeholders, we team up with intermediaries to provide an innovation eco-system supporting consortia for research, innovation, technical development, piloting and demonstration activities. These co-operations pave the way towards implementation in real-life environments and market introduction.

Beyond that, ERA-Net SES provides a Knowledge Community, involving key demo projects and experts from all over Europe, to facilitate learning between projects and programs from the local level up to the European level.

# Funding Partners



Smart  
Energy  
Systems  
ERA-Net



This initiative has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreements no. 646039 and no. 775970.



ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I  
ENERGETSKU UČINKOVITOST



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT  
AND INNOVATION OFFICE  
HUNGARY



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA



Ministry of Energy  
www.energy.gov.it



MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD



CDTI Centro para el  
Desarrollo Tecnológico  
Industrial



The Research Council  
of Norway



Regione  
Lombardia



MINISTÈRE  
DE L'ENVIRONNEMENT,  
DE L'ÉNERGIE  
ET DE LA MER



eUDP  
Energiteknologisk udvikling og demonstration



BUSINESS  
FINLAND



PTJ  
Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich



The National Centre  
for Research and Development



MINISTERUL EDUCAȚIEI  
NAȚIONALE



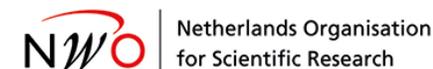
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



uefiscdi



seaI SUSTAINABLE  
ENERGY AUTHORITY  
OF IRELAND



NWO Netherlands Organisation  
for Scientific Research



Wallonie  
énergie  
SPW



Scottish Enterprise



FLANDERS  
INNOVATION &  
ENTREPRENEURSHIP



Flanders  
State of the Art



klima+  
energie  
fonds



TÜBİTAK



UNIVERSITĀTE  
LATVIEŠU



Swedish  
Energy Agency



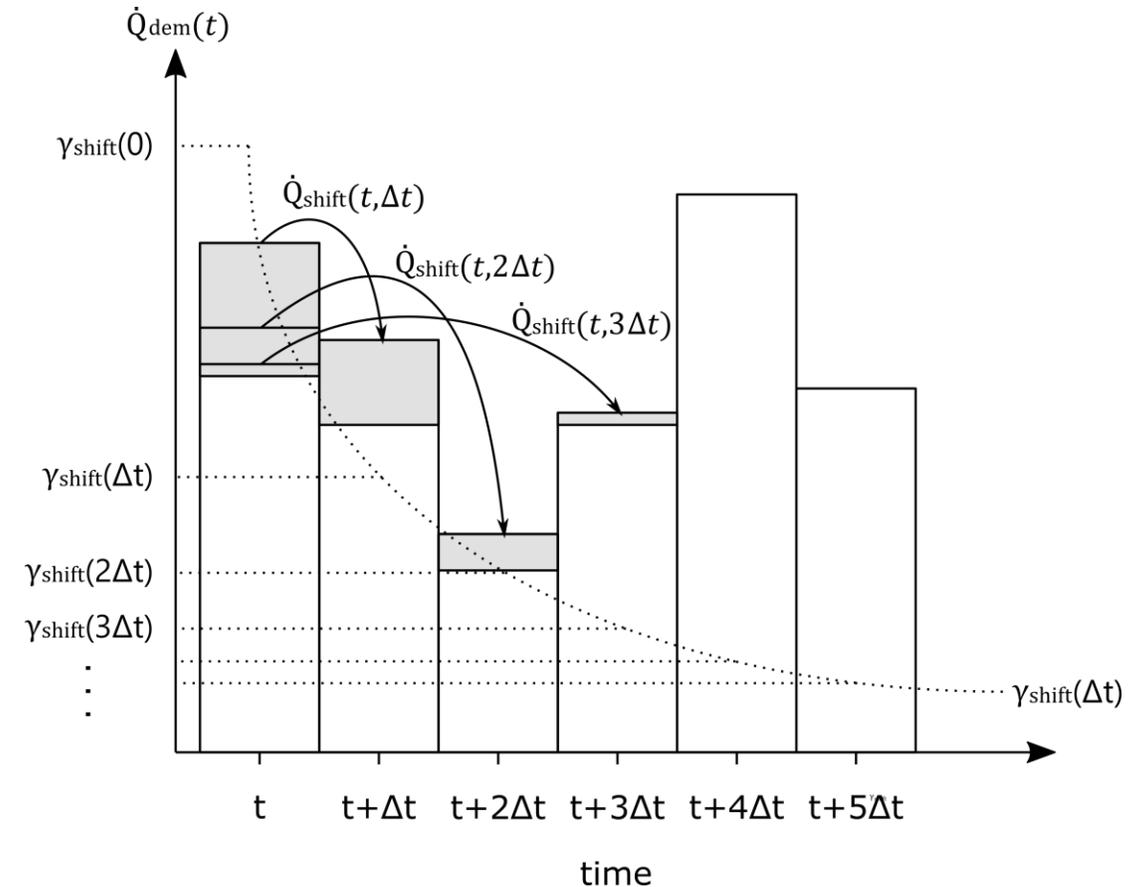
Innovation Fund Denmark



REPUBLIC OF SLOVENIA  
MINISTRY OF INFRASTRUCTURE

# Modeling flexible buildings

- Shiftable heat demand
- $\dot{Q}_{\text{shift}}(t, \Delta t) \leq \dot{Q}_{\text{dem}}(t) * \gamma_{\text{shift}}(\Delta t) \quad \forall \Delta t \in \Delta T$
- Shift equilibrium
- $\sum_{\Delta t \in \Delta T} \dot{Q}_{\text{shift}}(t, \Delta t) = \dot{Q}_{\text{dem}}(t)$
- Peak-Load can be reduced, therefore often limiting the use of second boiler



# Methode und Implementierung

- Optimierungsmodell mittels MILP (Mixed Integer Linear Programming)
  - Simulation von Generatoren, flexiblen Gebäuden und Strommärkten
  - Berechnung der laufenden Kosten für das Jahr 2018 für alle Use-Cases
  - Architektur mittels PYOMO Framework und einen IBM CPLEX solver

