

# Das Energy Smart Home Lab

## Das intelligente Haus der Zukunft

Reallabor – Forschen – Wohnen



## Das Reallabor Energy Smart Home Lab

Das Energy Smart Home Lab (ESHL) ist ein Reallabor auf dem Gelände des KIT und wurde im Rahmen der Projekte MeRegioMobil (2009-2011), iZeus (2012-2014) und grid-control (2015-2018) unter der Federführung von Prof. Dr. Schmeck und Kolleg:innen des AIFB, IAI und IEH aufgebaut und erweitert. Dabei kombiniert das ESHL – das intelligente Haus der Zukunft – die Bereiche Wohnen (Smart Home), Verkehr (Elektromobilität) und Energie (Smart Grid), um die bestmögliche Nutzung erneuerbarer Energiequellen zu ermöglichen und gleichzeitig den Wohnkomfort zu steigern.

### Ausstattung

Beim ESHL handelt es sich um eine vollausgestattete und moderne Wohnung, die zwei Schlafzimmer, ein Wohnzimmer und eine offene Küche umfasst. Des Weiteren besitzt es eine eigene Photovoltaikanlage auf dem Dach, ein Blockheizkraftwerk, einen Heimspeicher, eine Wärmepumpe und alle üblichen Haushaltsgeräte. Durch das Energy Management System und die Mess- und Sensorsysteme des Smart Homes sind die Geräte miteinander verbunden und mit den Energielieferanten vernetzt. Dabei lassen sich alle Geräte durch das Panel des Energy Management Systems steuern und überwachen.



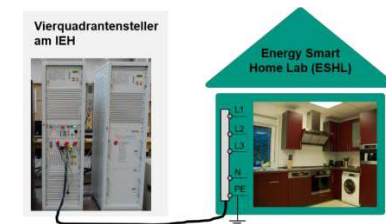
- A: Energy Management Panel
- B: Intelligente el. Geräte
- C: Heizsystem: Warmwasserspeicher mit el. Heizwiderstand, Mikro-BHKW und Wärmepumpe
- D: Hybrides Batteriespeichersystem
- E: Energy Management System
- F: Solarwechselrichter
- G: Photovoltaikanlage
- H: Ladestation für Elektrofahrzeug
- I: Photovoltaiksimulator
- J: Netznachbildung

Quelle: Eigene Darstellung (IIP)

## Forschungsthemen

### Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH):

Statt am öffentlichen Niederspannungsnetz kann das ESHL auch von einem Vierquadrantensteller (4QS) (siehe Bild), einer steuerbaren dreiphasigen Spannungsquelle, versorgt werden. So kann das Verhalten des ESHL sowie der dort installierten Komponenten in extremen Netzsituationen untersucht werden. Folgende Themen bilden die Schwerpunkte unserer Forschung:



Quelle: Eigene Darstellung (IEH)

### Optimierung der Geräteeinsätze

Mit dem ESHL lässt sich das Maß der Netzdienlichkeit (grid support coefficient) für Smart Homes und dessen Netzzrückwirkungen erforschen. Ziel der Optimierung kann ein minimaler CO<sub>2</sub>-Ausstoß, eine hohe Eigenverbrauchsquote oder flexible Netzdienstleistungen abhängig vom aktuellen Netzzustand sein. Durch das optimierte Zusammenspiel der einzelnen Geräte (Batteriespeicher etc.) im Hintergrund, werden die Bewohner nicht in ihren Tagesabläufen gestört und können die verbrauchte Leistung auf dem bereitgestellten Interface verfolgen.

### Auswirkungen großer Netzfrequenzschwankungen

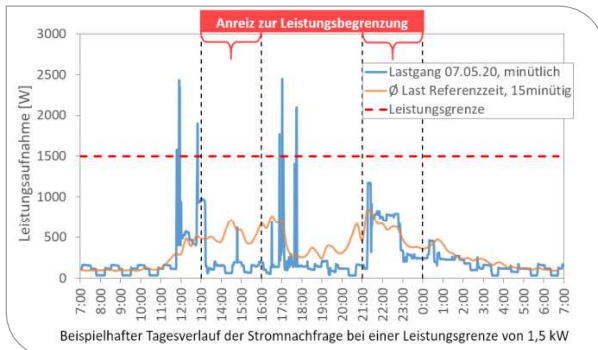
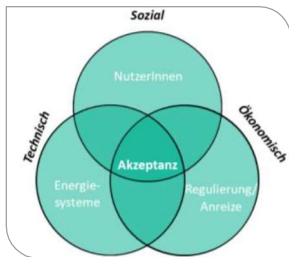
Im Zuge der durch die Energiewende sinkenden Momentanreserve im Stromnetz steigen Schwankungen der Netzfrequenz. Im Extremfall könnte ein Erreichen der aktuellen Netzabschaltgrenzen 47,5 Hz / 52,5 Hz zu einem europaweiten Blackout führen. Es stellt sich somit die Frage, ob auch ein Netzbetrieb mit größerer Frequenzspreizung möglich ist. Erste Untersuchungen am ESHL erforschen, welche Einschränkungen hier für den Betrieb klassischer Haushaltsverbraucher (z. B. Waschmaschine) gelten.

## Forschungsthemen

### Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP), Lehrstuhl für Energiewirtschaft:

Der Weg hin zu einem Energiemix dominiert durch die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen erfordert eine umfassende Umstrukturierung des Energiesystems. Zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit fällt der Flexibilisierung der Nachfrage hierbei eine große Bedeutung hinsichtlich dem damit verbundenen Lastmanagement zu.

Der Paradigmenwechsel weg von flexibler Erzeugung, hin zum flexiblen Verbrauch erfordert passende Stromtarife und Anreizstrukturen im Haushaltssektor. Diese neuartigen Stromtarife und Anreizstrukturen werden innerhalb unserer Forschung entwickelt und im Rahmen von Wohnphasen im ESHL praxisnah getestet. Von leistungs-basierten Tarifen bis hin zum Setzen nicht-ökonomischer Anreize im Sinne von *moral nudges* wird ein interdisziplinärer Ansatz zwischen techno-ökonomischer und Verhaltensforschung verfolgt.



Quelle: Eigene Darstellung (IIP)

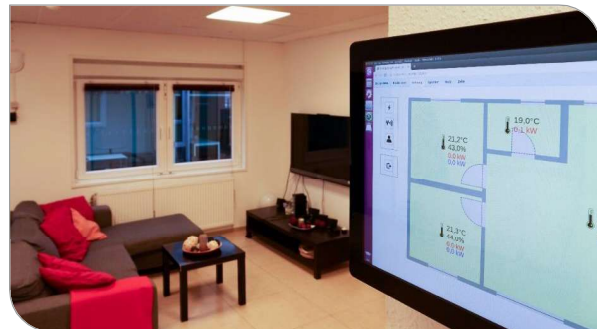
## Nehmen Sie an einer Wohnphase teil



### Haben Sie Interesse an einer Wohnphase im ESHL?

Möchten Sie in einer modernen Wohnung auf dem Campus-Süd des KIT wohnen und an einem innovativen und interessanten Forschungsprojekt mitwirken?

In der mehrwöchigen/-monatigen Wohnphase im ESHL bekommen Sie detaillierte Einblicke in die Energiewende und können zukunftsorientierte Lösungsansätze und Wohnkonzepte praxisnah erleben. In der gesamten Zeit werden Sie durch Forschende des KIT betreut, mit welchen Sie in Online-Umfragen und Interviews Ihre Erfahrungen und Ihr Feedback teilen können. Darüber hinaus erhalten Sie in der experimentellen Phase Ihrer Wohnphase Nachrichten, in denen diverse Anreize auf ökologischer, ökonomischer oder sozialer Basis gestellt werden, um Ihren Stromverbrauch optimal anzupassen. Während der Wohnphase werden anonymisiert Daten (bspw. Energieverbrauchsdaten) erhoben, gespeichert und später im wissenschaftlichen Kontext verwendet. Wir freuen uns immer Bewohnerinnen und Bewohner für das ESHL. Falls Sie Fragen haben oder an einer Wohnphase interessiert sind, stehen wir (IIP) Ihnen gerne als Ansprechpersonen zur Verfügung.



## Ansprechpersonen

- Felicitas Müller und Johanna Geis-Schroer (IEH)  
E-Mail: [felicitas.mueller@kit.edu](mailto:felicitas.mueller@kit.edu)  
[johanna.geisschroer@kit.edu](mailto:johanna.geisschroer@kit.edu)
- Leandra Scharnhorst und Thorben Sandmeier (IIP)  
E-Mail: [leandra.scharnhorst@kit.edu](mailto:leandra.scharnhorst@kit.edu)  
[thorben.sandmeier@kit.edu](mailto:thorben.sandmeier@kit.edu)

## Kontakt

### Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Engesserstraße 11, Gebäude 30.36 (Campus Süd)  
76131 Karlsruhe  
[www.ieh.kit.edu](http://www.ieh.kit.edu)

### Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP), Lehrstuhl für Energiewirtschaft

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Hertzstraße 16, Gebäude 06.33 (Campus West)  
76187 Karlsruhe  
[www.iip.kit.edu](http://www.iip.kit.edu)

### Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Hertzstraße 16, Gebäude 06.33 (Campus West)  
76187 Karlsruhe  
[www.iai.kit.edu](http://www.iai.kit.edu)

## Herausgeber

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Präsident Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka  
Kaiserstraße 12  
76131 Karlsruhe  
[www.kit.edu](http://www.kit.edu)  
Karlsruhe © KIT 2021