

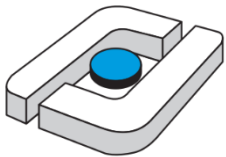
# SIP-basierte P2P-Vernetzung in einer Energie-Community

**M.Sc. Inf. M. Steinheimer<sup>1</sup>**

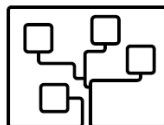
Prof. Dr.-Ing. U. Trick<sup>1</sup>, Dipl.-Ing. (FH) P. Ruhrig<sup>1</sup>, M.Sc. Inf. P. Wacht<sup>1</sup>,  
Prof. Dr.-Ing. R. Tönjes<sup>2</sup>, Dipl.-Inf. (FH) M. Fischer<sup>2</sup>, M.Sc. D. Hölker<sup>2</sup>



**<sup>1</sup>Fachhochschule Frankfurt am Main – University of Applied Sciences**  
**Forschungsgruppe und Labor für Telekommunikationsnetze**  
Kleiststraße 3, 60318 Frankfurt a.M.  
Tel.: 069/1533-3616, E-Mail: [steinheimer@e-technik.org](mailto:steinheimer@e-technik.org)

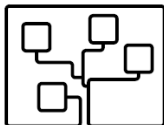


**<sup>2</sup>Hochschule Osnabrück – University of Applied Sciences**  
**Labor für Hochfrequenztechnik und Mobilkommunikation**  
Postfach 1940, 49009 Osnabrück

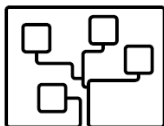
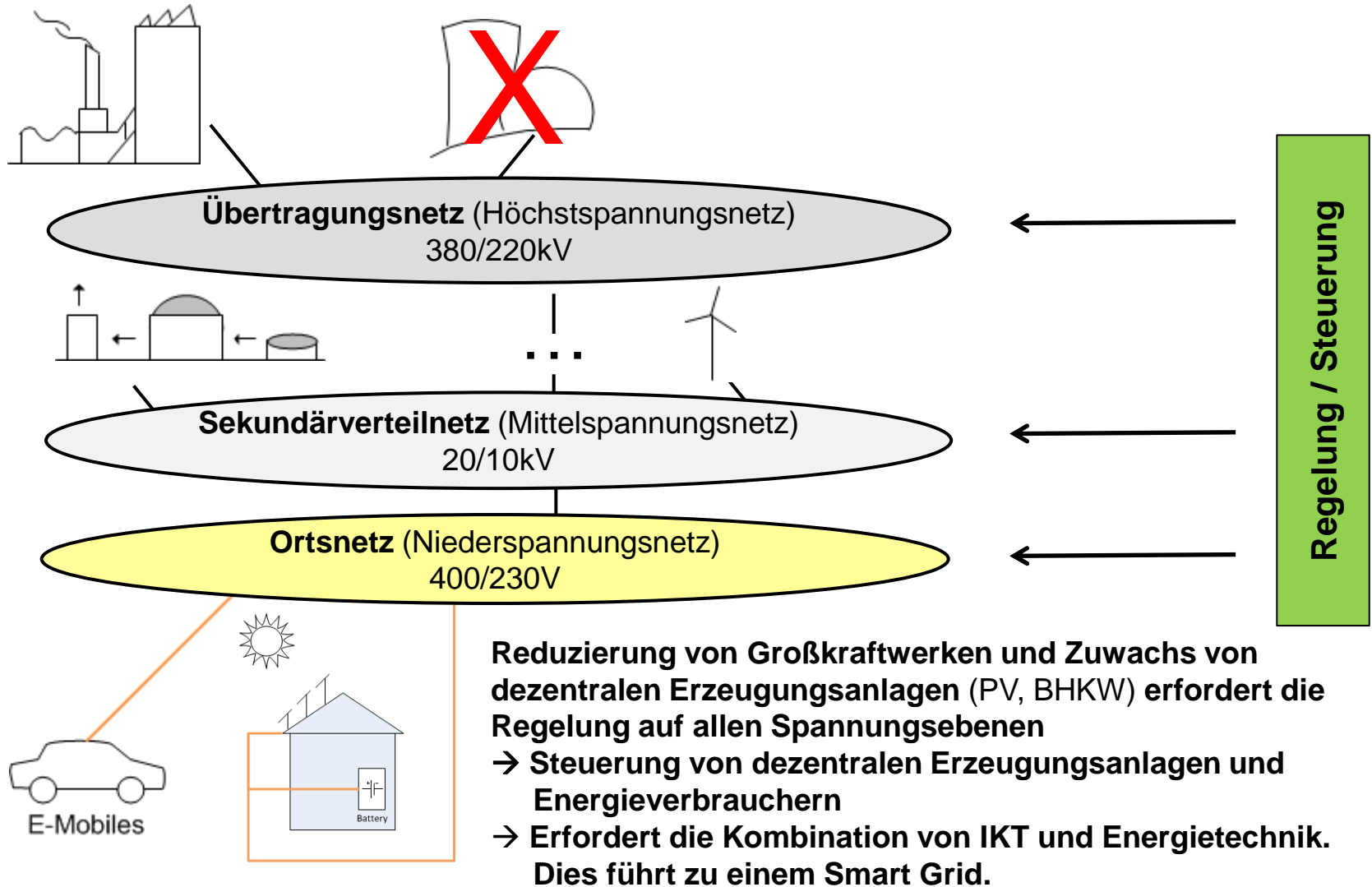


# Agenda

- **Einführung** (Energienetz der Zukunft und dezentrales Energiemanagement)
- **Energiemanagement durch Peer-to-Peer Vernetzung und Energie-Community**
- **Informationsaustausch und verteilte Datenhaltung**
- **Bestandteile des Service Management Frameworks (SMF)**
- **Diensterzeugung und Dienstausführung**
- **Simulation und Test**

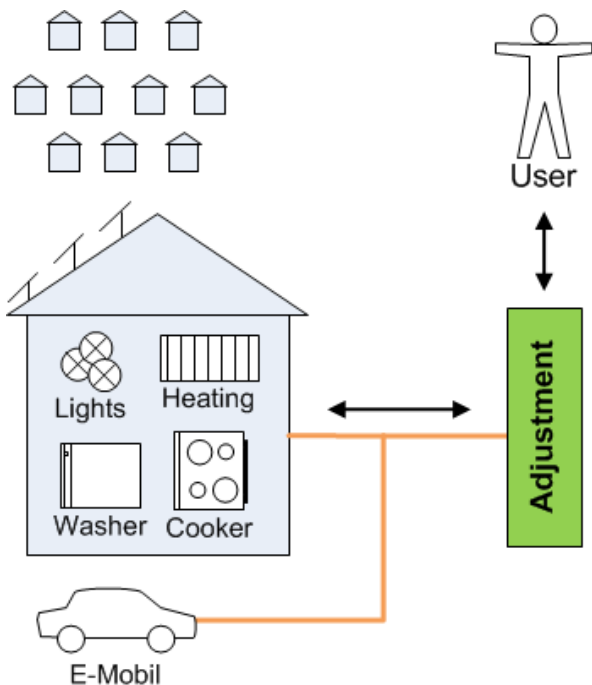


# 1 Einführung – Energienetz in der Zukunft

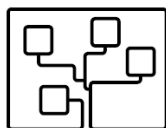


# 1 Einführung – Dezentrales Energiemanagement

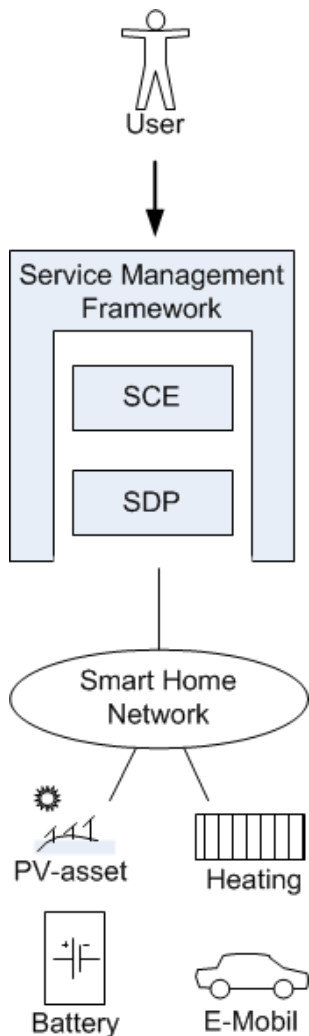
- **Energiemanagement (Ortsnetz) – dezentraler Ansatz**



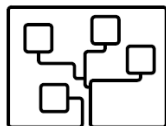
- **Automatische Steuerung von Energieverbrauchern und -Erzeugern innerhalb jedes Haushalts**
- **Tägliche Aktivitäten werden durch Steuerung und Management von Geräten im Haushalt beeinflusst**
  - Erfordert die Einbindung von Benutzern und die Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse
  - Schwer möglich, da Bedürfnisse nicht bekannt
- **Mögliche Lösung: Energiemanagement mittels Mehrwertdiensten**
  - die der Benutzer selbst definieren kann, und
  - durch den Benutzer definierte Randbedingungen (für die Energieoptimierung)



## 2 Service Management Framework (SMF)



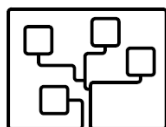
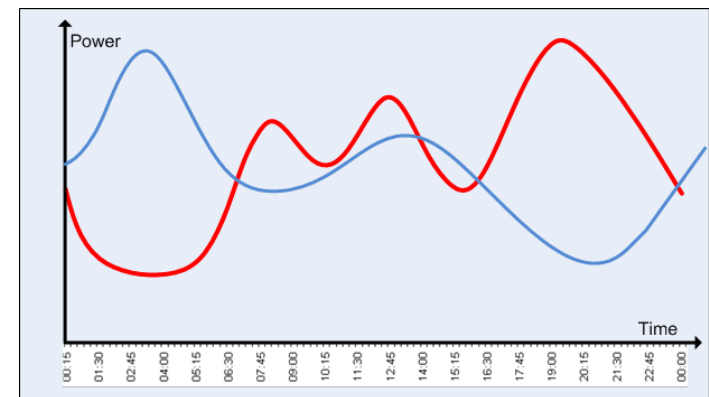
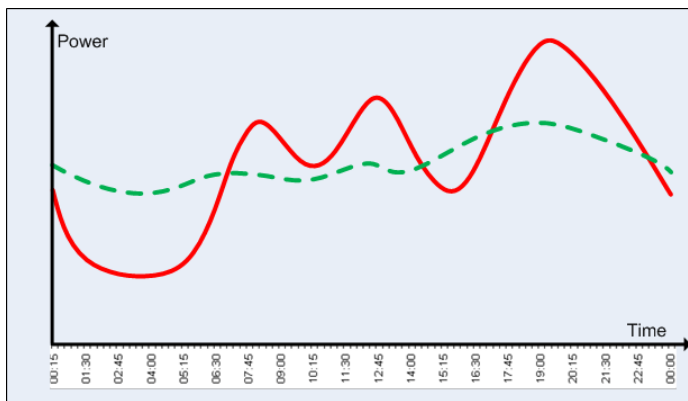
- **Service Management Framework (SCE + SDP)**
  - **Für die Anbindung von verschiedenartigen Kommunikationstechnologien und Geräten**
  - **Interface zu den Geräten** (Steuerung von Geräten, Herstellen der Verbindung zu Geräten)
  - **Zentrale Einheit** (im Smart Home) zur **Steuerung und Konfiguration von Energieerzeugern und -Verbrauchern im Smart Home**
  - **Automatische Dienstopтимierung** (Re-Konfiguration), um Last im Haushalt zu reduzieren und die persönlichen Bedürfnisse des Benutzers zu erfüllen
- **Service Delivery Platform (SDP)**
  - **Für Dienstbereitstellung, Gerätesteuerung und Servicemanagement**
  - **Anbindung von Erzeugern und Verbrauchern**
- **Service Creation Environment (SCE)**
  - **Zur Integration des Benutzers**
  - **Ermöglicht einfache Diensterzeugung** (durch den Benutzer)



# 3 Koordinierte Optimierung von Haushalten

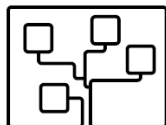
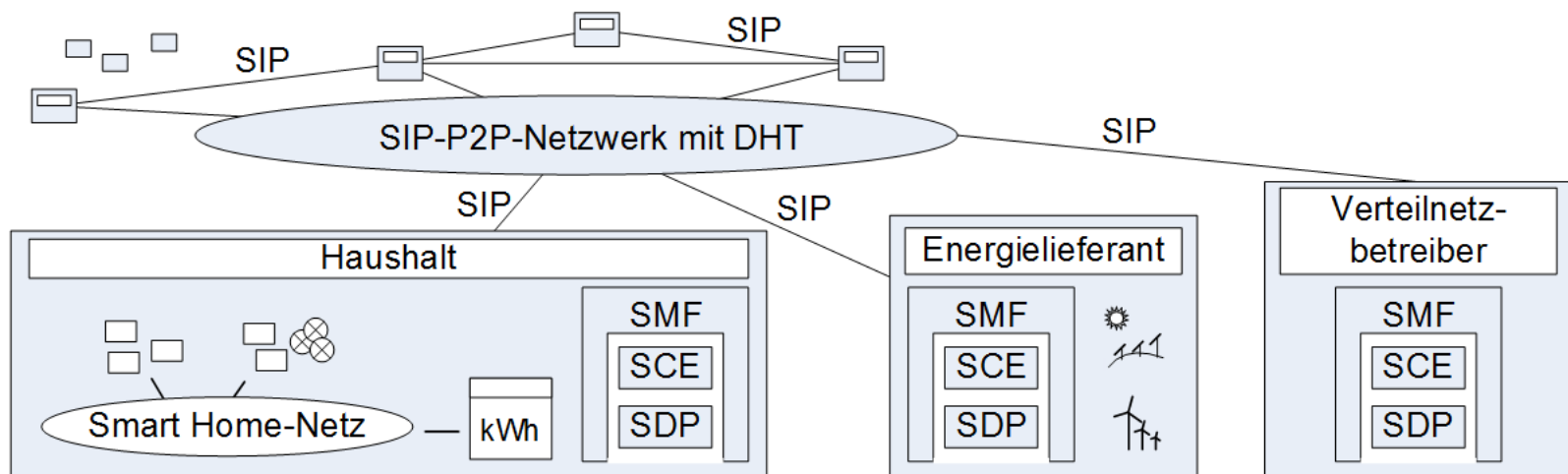
- **Die Optimierung des Energieverbrauchs** (durch optimale Lastverschiebung) **reduziert die Last in Haushalten** (Begrenzung von Lastspitzen durch Einsatz von Batteriespeichern)
- **Optimierung von einzelnen Haushalten ist nicht effektiv** (da nur wenig Einfluss auf das Netz)
- **Unkoordinierte Optimierung einzelner Haushalte kann negative Effekte hervorrufen** (z.B. nur Verschieben statt Eliminieren von Lastspitzen)

→ Daher gleichzeitige Optimierung von Haushalten nötig

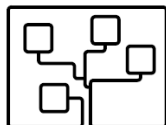
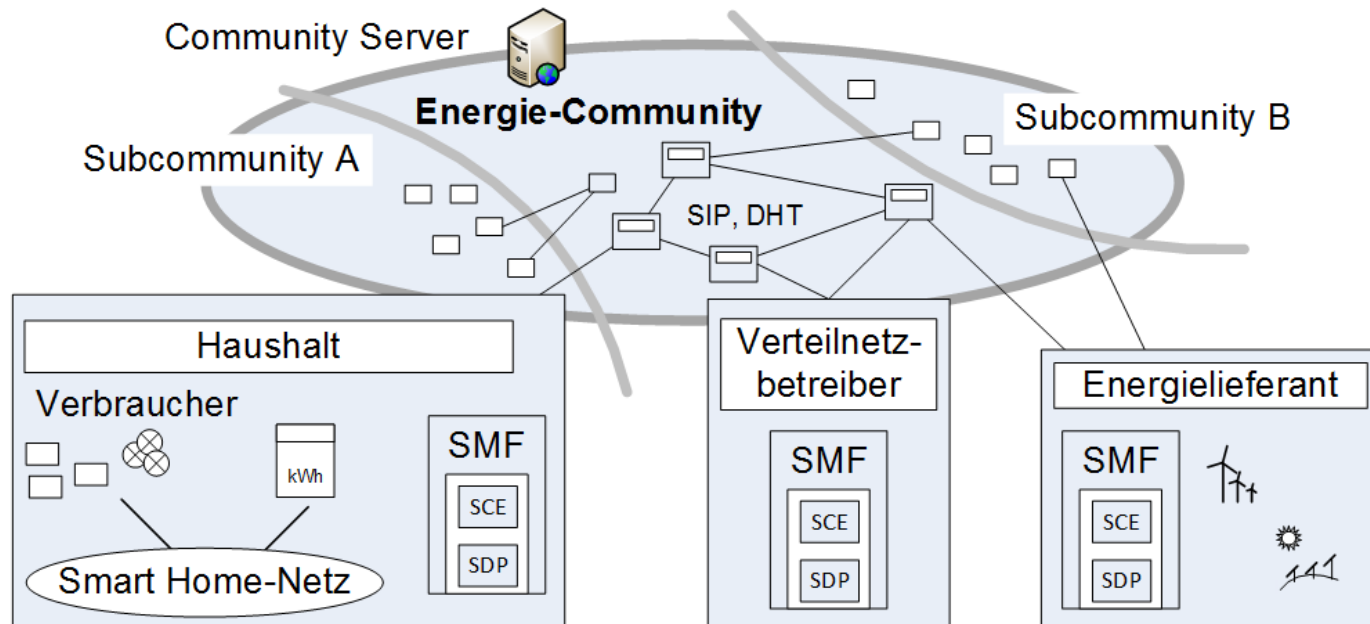


# 4 Peer-to-Peer Vernetzung und Energie-Community

- **Gleichzeitige Optimierung von Haushalten erfordert Vernetzung von Haushalten** (die Informationen über Energieverbrauch austauschen)
- **SMF stellt Funktionalität zur P2P-Vernetzung von Haushalten bereit** (anonymisiert, verschlüsselt)
- **P2P, da keine zentrale Stelle zur Steuerung integriert ist**
- **Peers repräsentieren Haushalte, Energielieferanten und Verteilnetzbetreiber**
- **SMF stellt Dienst / Algorithmus zur Lastoptimierung in Haushalten bereit** (unter Berücksichtigung der Energieinformationen aller Haushalte), **um z.B. Lastkurve in Region zu glätten**

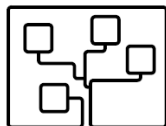
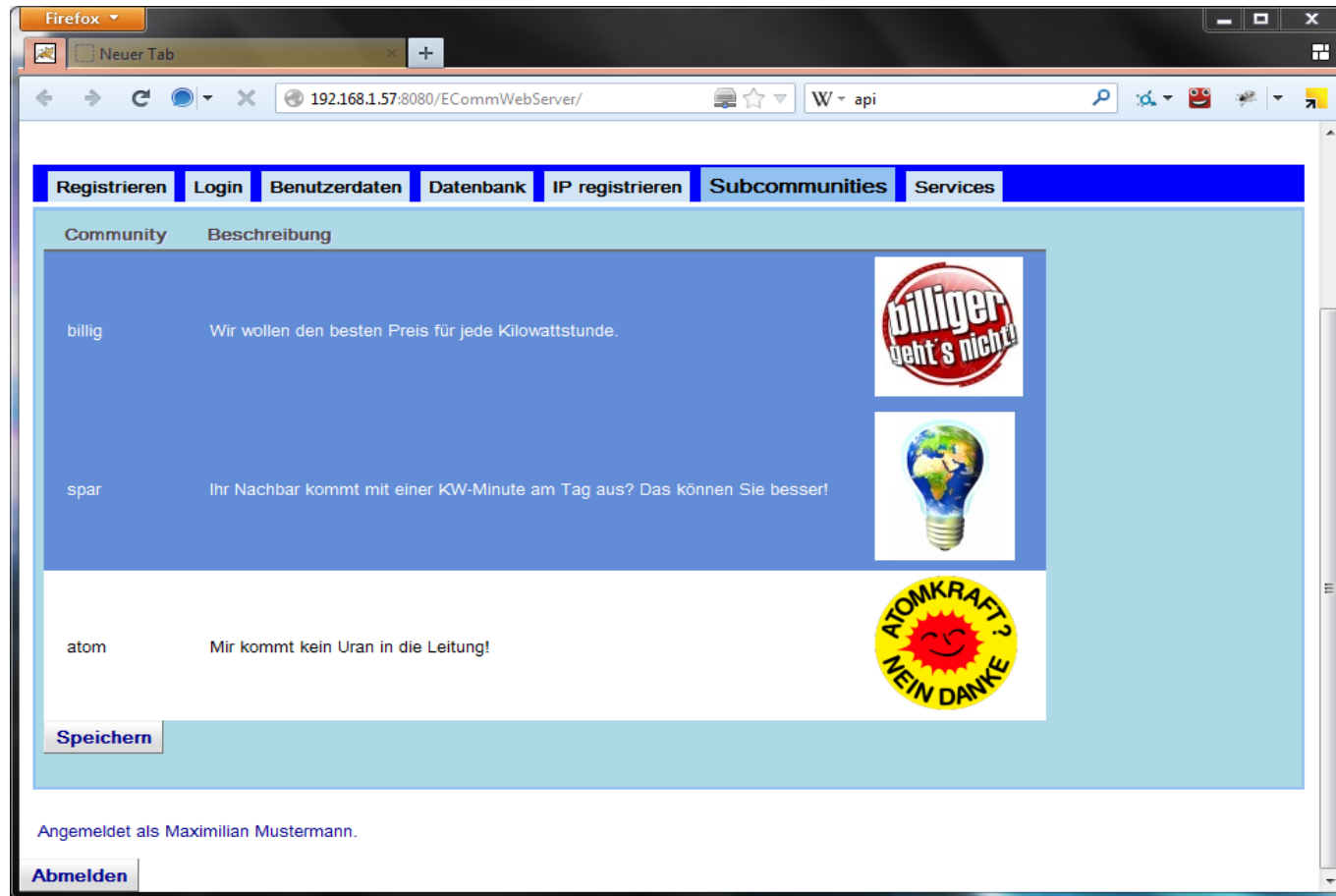


- **Mögliche Schwierigkeiten** (für Vernetzung und Optimierung):
  - **Fehlender Mechanismus zur Bildung des P2P-Netzwerks**
  - **Anwender verfolgen unterschiedliche Ziele für eine Optimierung** (z.B. Kostensenkung, Bezug ausschließlich „grüner Energie“, bestmögliche Vergütung für Einspeisung)
- **P2P-Ansatz erweitert um Community-Mechanismen** (SMF bietet Funktionalität um Energie-Community beizutreten und somit P2P-Netzwerk zu bilden)

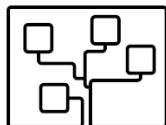
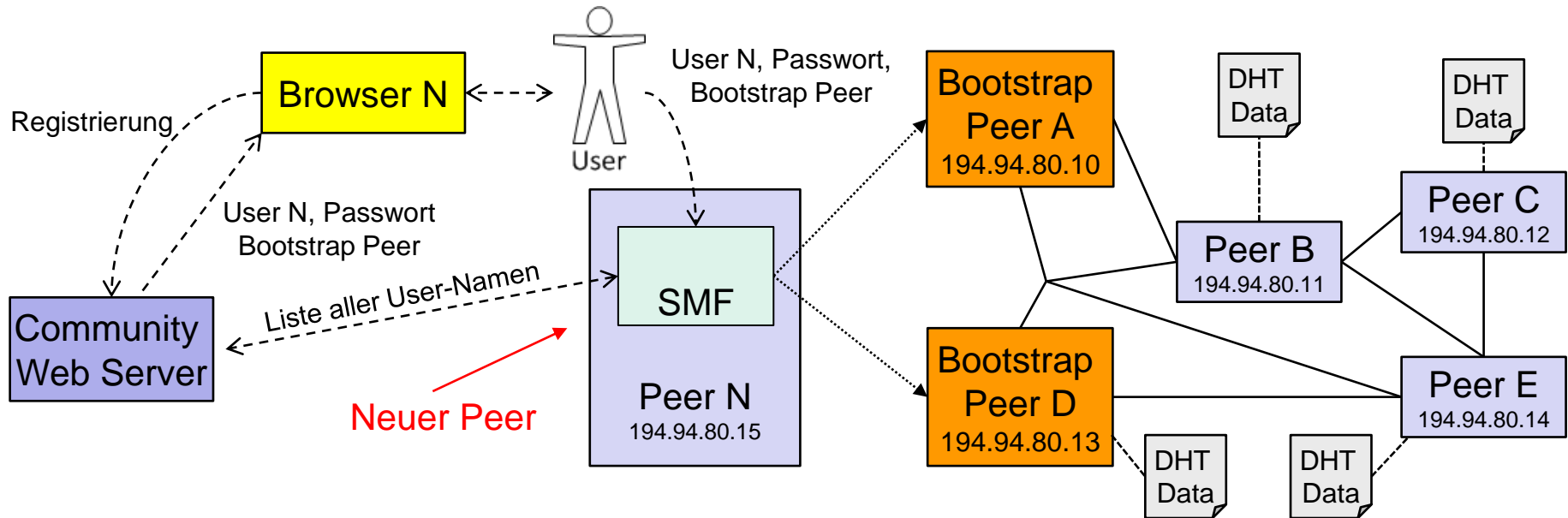




- Beitritt zur Energie-Community (über Community Website)

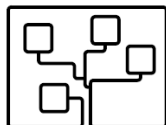
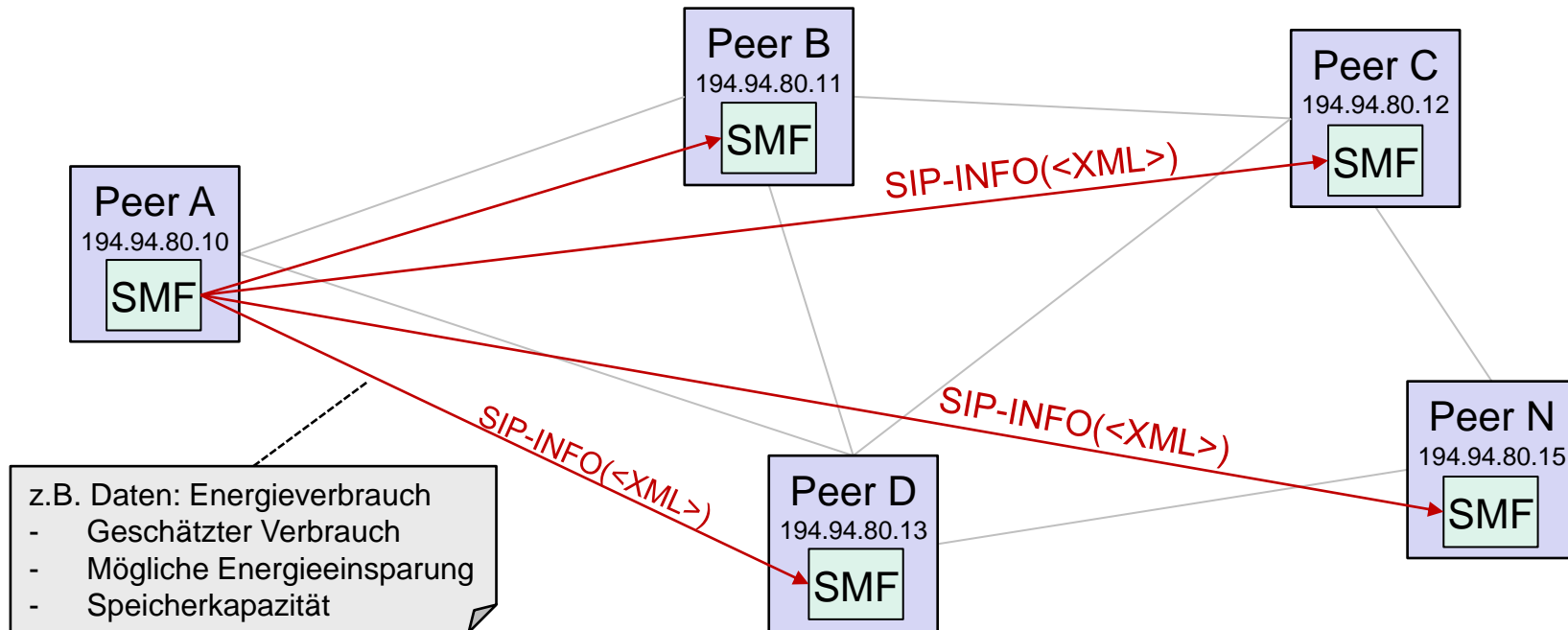


- **Registrierung über Webbrowser**
- **Benutzer konfiguriert SMF** (mit Zugangsdaten, Bootstrap Peers)
- **SMF lädt Liste aller Teilnehmer** (zur Bildung ständiger SIP URIs)
- **SMF stellt Verbindung zu P2P-Netzwerk her** (über Bootstrap Peers)



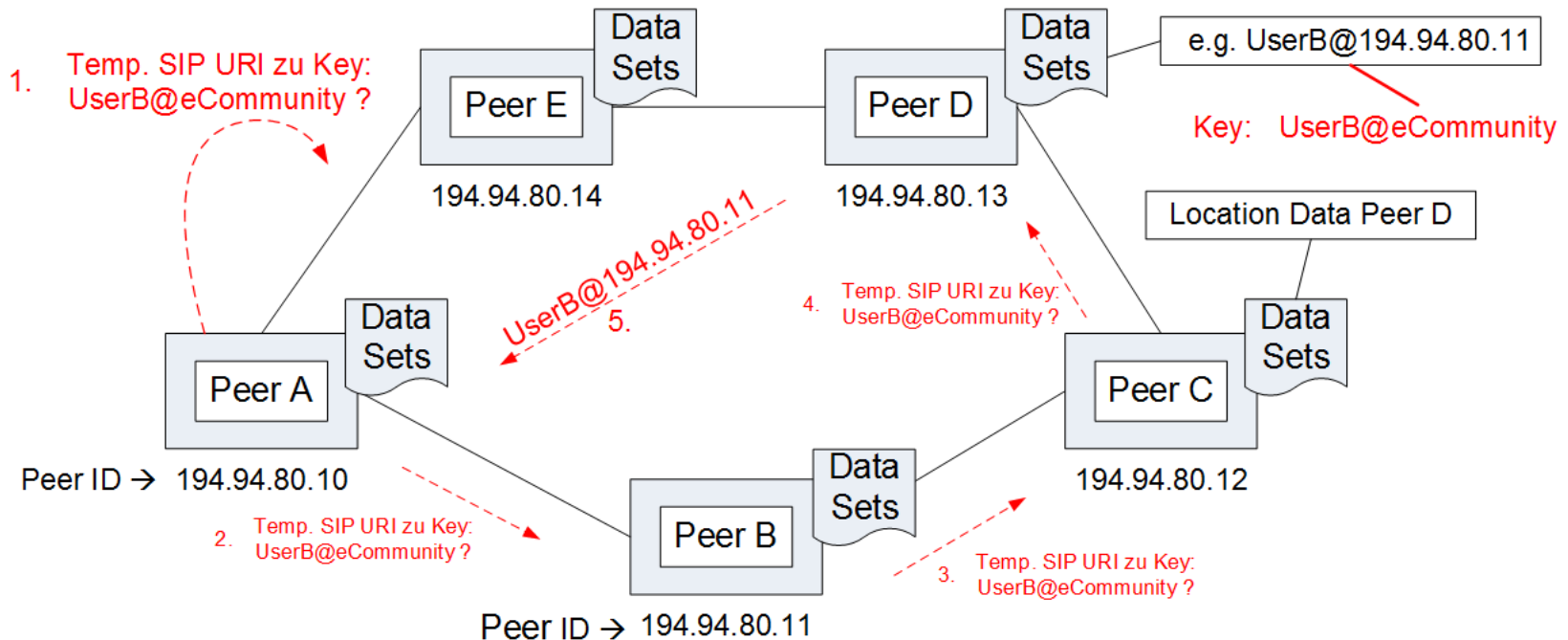
# 5 Informationsaustausch und verteilte Datenhaltung

- **Nachrichteninhalt:** für **Optimierung der relevanten Parameter** (z.B. aktueller oder geplanter Energiebedarf, Angaben zu vorhandenen energieerzeugenden oder energiespeichernden Anlagen (stationäre Energiespeicher, Elektroautos), Energiepreise und/oder Netzentgelte)
- **Austausch der Informationen mittels SIP-INFO-Nachrichten**
- **Versendung erfolgt von jedem Peer an alle weiteren im P2P-Netzwerk angemeldeten Haushalte**



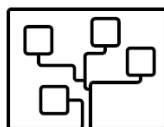
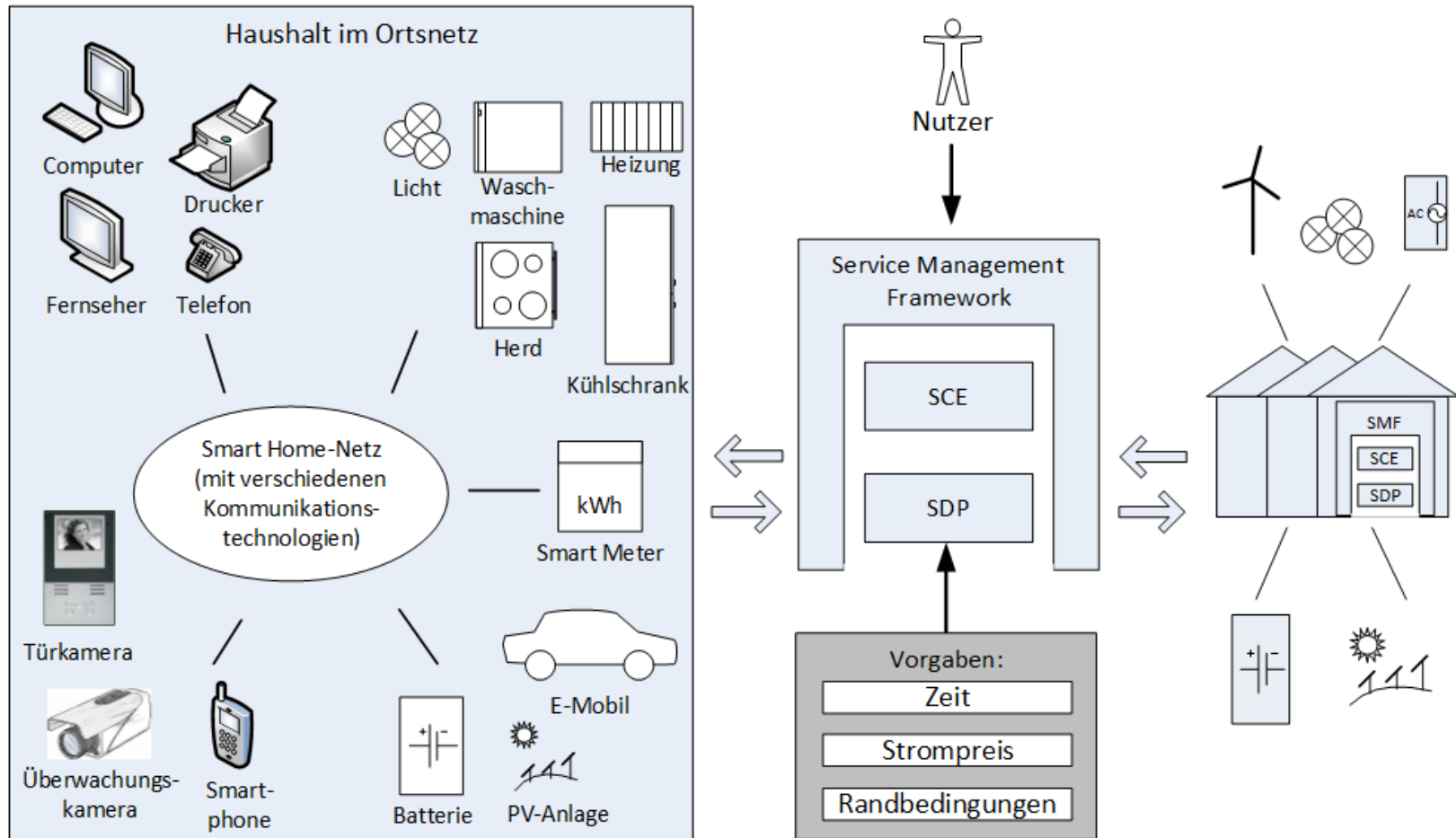
# Informationsaustausch und verteilte Datenhaltung 2

- Information über Adressierung der Peers erhält die SMF des versendenden Peers durch Abrufen einer Liste mit allen Teilnehmern (vom Community-Webserver)
- Kontaktadressen der Peers ermittelt die SMF über einen im P2P-Netzwerk implementierten Location Service
- Location Service und weitere Datenhaltung realisiert über DHT (Distributed Hash Table) mit Chord-Algorithmus (strukturiertes P2P-System, Suchprotokoll entwickelt am MIT)

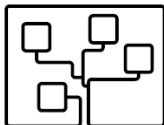
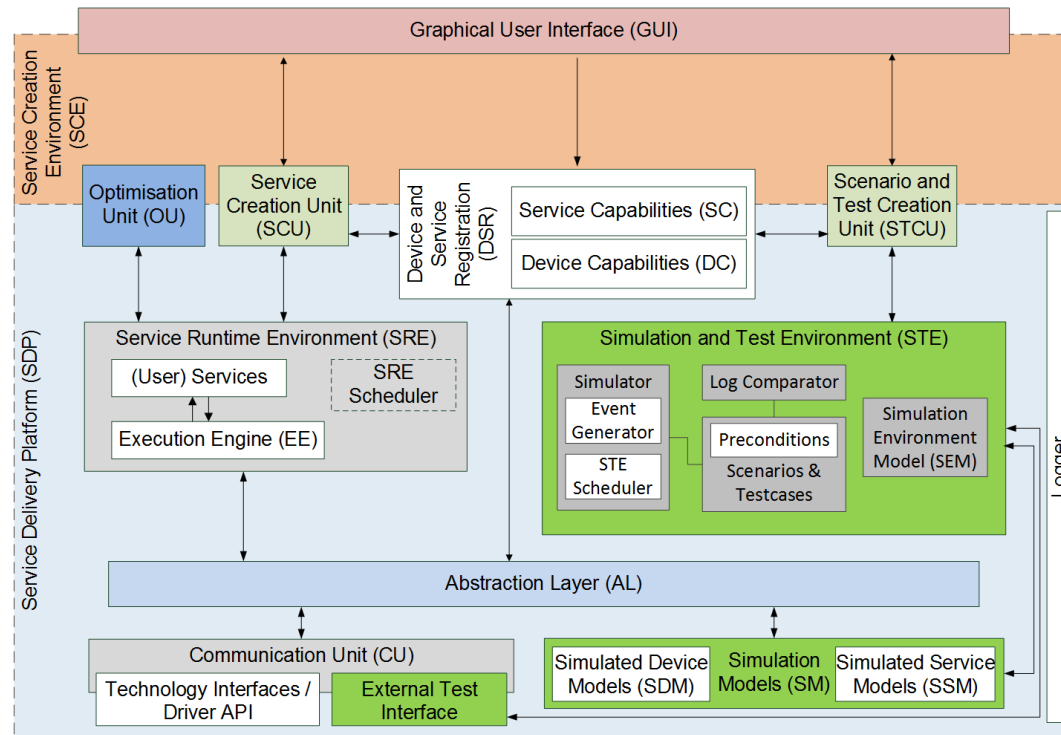


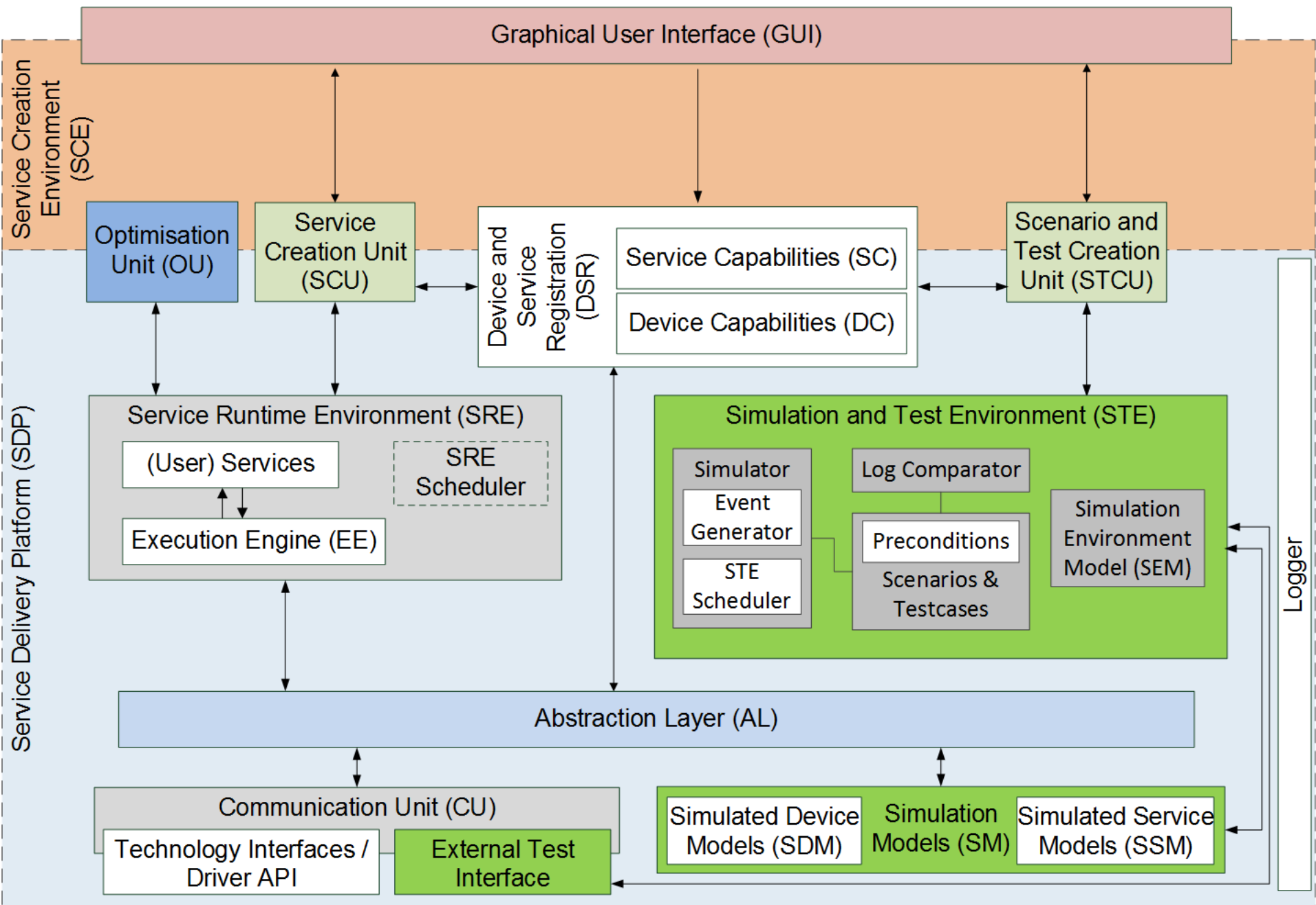
# 6 Smart Home-Architektur

→ SMF: Installiert in Haushalt, Anbindung von Geräten, Vernetzung von Haushalten

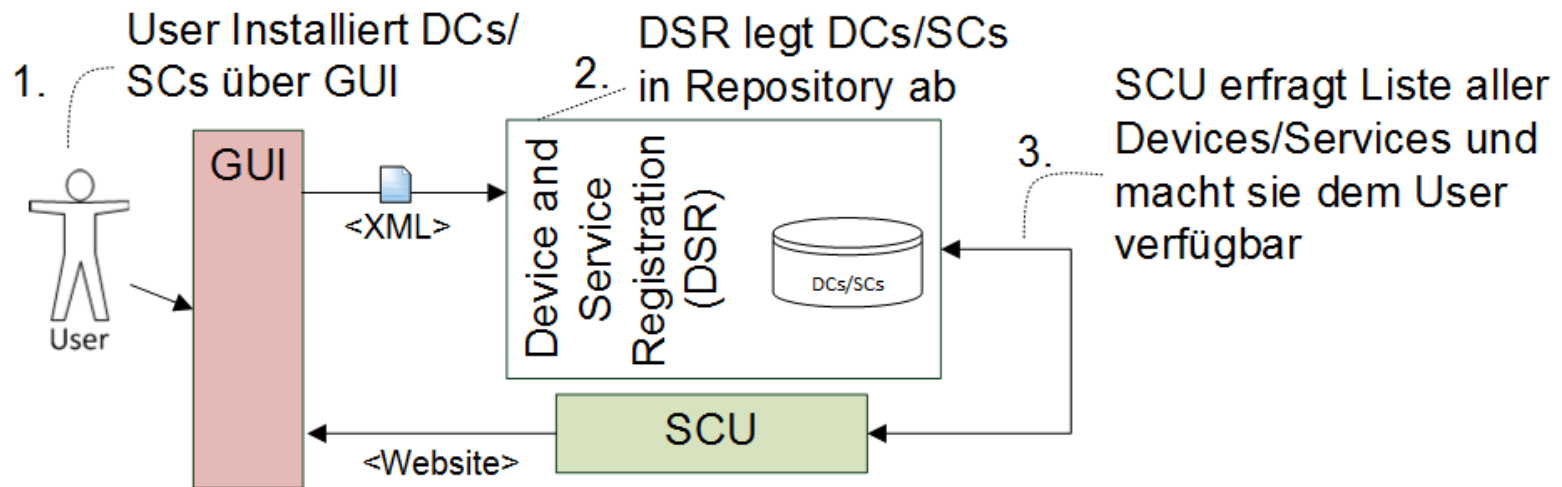


# 7 Bestandteile Service Management Framework (SMF)

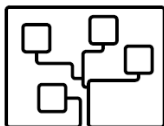




# 8 Dienstherzeugung und Dienstausführung

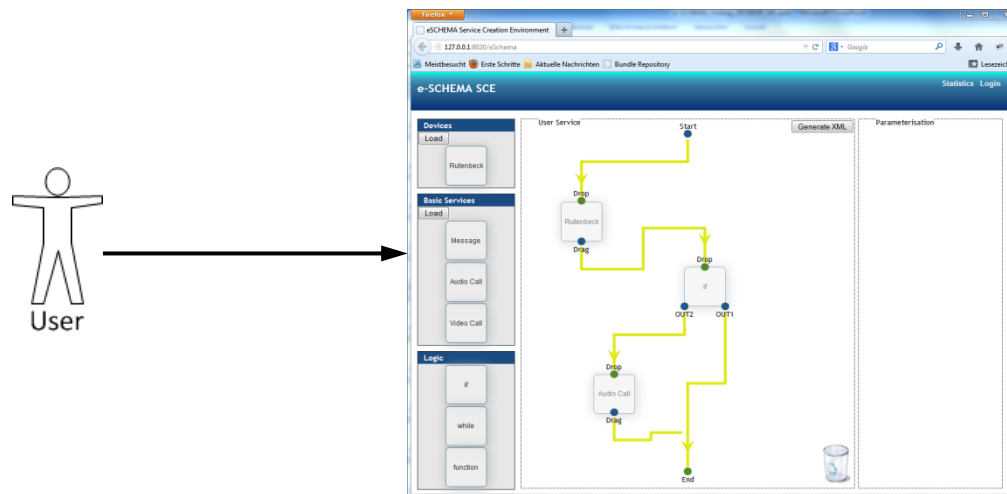


- **Device Capabilities (DCs) / Service Capabilities (SCs)**
  - **Bezeichnungen**
  - **Konfigurationsmöglichkeiten**
  - **Logische Verknüpfungen**
  - ...
- **Device and Service Registration (DSR)**
  - **Beinhaltet Repository aller DCs/SCs**
  - **Verwaltet Liste aller registrierten Devices/Services**





- Design eines User Service mittels GUI (Webbrowser)
- Beispieldienst:
  - Mittels des integrierten Temperatursensors an einem Rutenbeck TC/IP Energy Manager wird die Temperatur in einem Raum gemessen. Ist der gemessene Wert höher als 25°C, soll ein Audio Call zu einem SIP User Agent initiiert werden, andernfalls passiert nichts.





The screenshot shows the e-Schema SCE web application in a Firefox browser window. The browser address bar shows "127.0.0.1:8020/eSchema". The page title is "e-Schema SCE" with "Statistics" and "Login" links. The interface is divided into several sections:

- Devices:** A "Load" button and a "Rutenbeck" component.
- Basic Services:** A "Load" button and three components: "Message", "Audio Call", and "Video Call".
- Logic:** Three components: "if", "while", and "function".

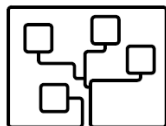
The main workspace, titled "User Service", contains a flowchart with the following elements and connections:

- Start:** A blue dot at the top right.
- Drop:** A green dot on the left side of the workspace.
- Rutenbeck:** A component box with a "Drop" (green dot) on top and a "Drag" (blue dot) on the bottom.
- if:** A component box with a "Drop" (green dot) on top and two output ports labeled "OUT2" and "OUT1" on the bottom.
- Audio Call:** A component box with a "Drop" (green dot) on top and a "Drag" (blue dot) on the bottom.
- End:** A green dot at the bottom center.

Yellow arrows indicate the flow: Start to Drop, Drop to Rutenbeck, Rutenbeck to if, if to OUT2, OUT2 to Audio Call, Audio Call to End, if to OUT1, and OUT1 to End. A "Generate XML" button is located above the flowchart.

On the right side, there are two "Parameterisation" panels:

- Rutenbeck:** Command: "getValue", Output Value: "temp", with a "Save" button.
- If Parameters:** Input Value: "temp", If > "25", with "OUT1" and "else --> OUT2" options, and a "Save" button.



# e-SCHEMA SCE

Statistics Login

**Devices**

Load

Rutenbeck

**Basic Services**

Load

Message

Audio Call

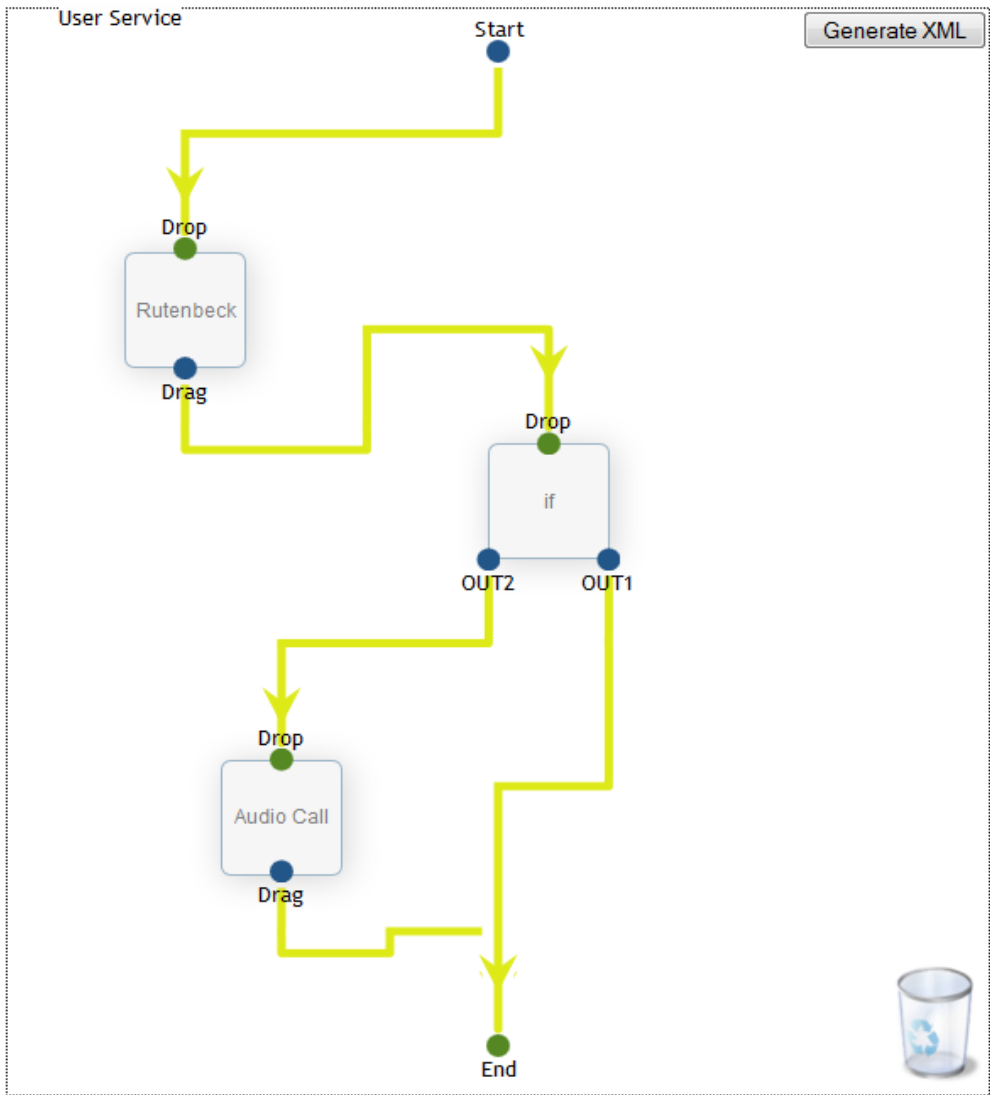
Video Call

**Logic**

if

while

function



**Parameterisation**

Rutenbeck

Command:

Output Value:

**If Parameters**

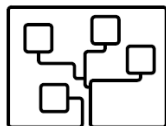
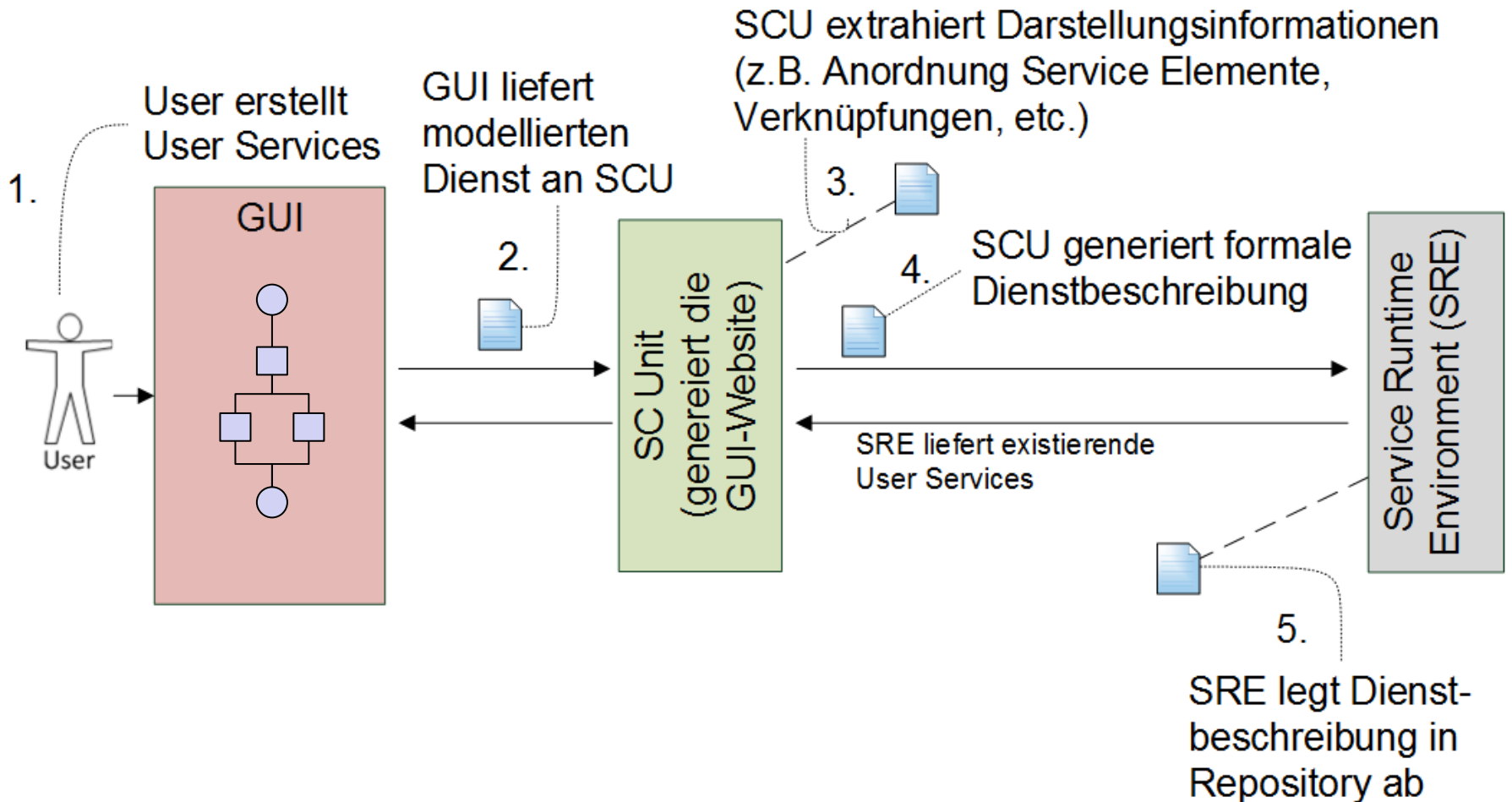
Input Value:

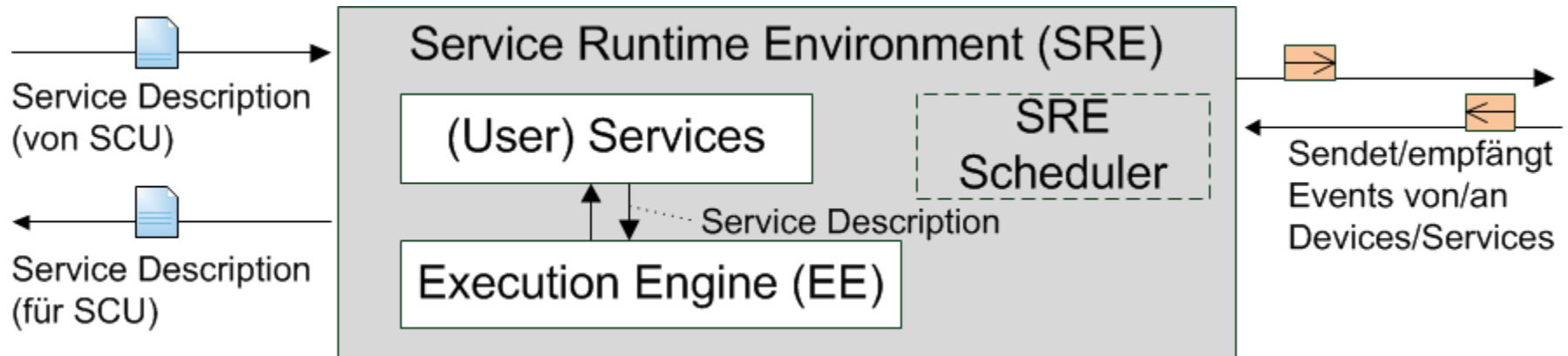
If >

OUT1

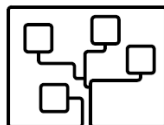
else --> OUT2





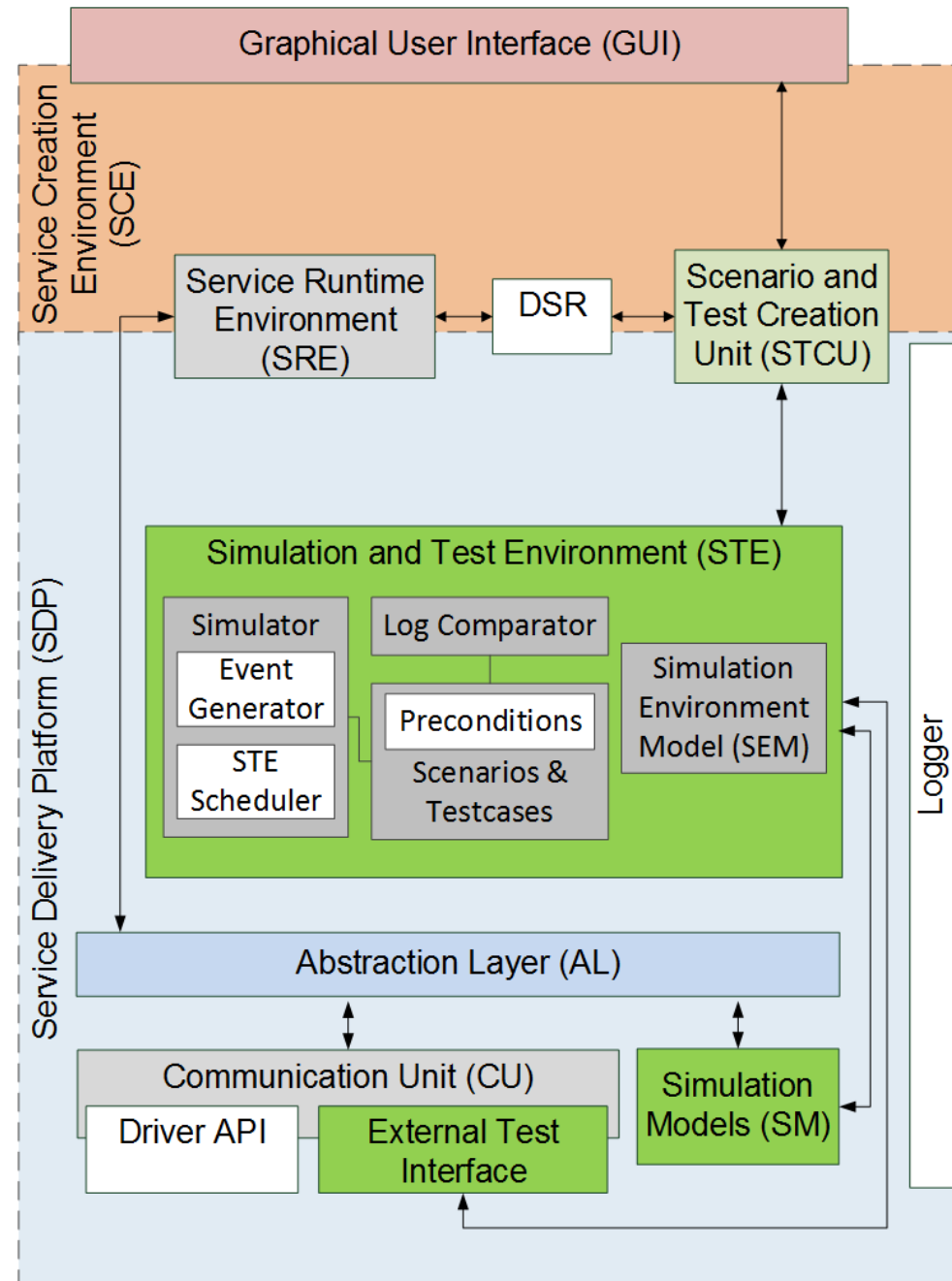


- **Service Runtime Environment (SRE)**
  - **Besteht aus (User) Services, Execution Engine, SRE Scheduler**
- **(User) Services**
  - **Repository aller Dienste** (formale Dienstbeschreibungen)
- **Execution Engine**
  - **Lädt die Dienstbeschreibungen**
  - **Parsen und Interpretation von Dienstbeschreibung**
  - **Ausführung der Aktionen aus Dienstbeschreibung** (durch Senden/Empfangen von Events)
- **SRE Scheduler** (triggert die Dienstausführung)



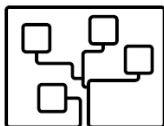
# 9 Simulation and Test Environment

- **Testen von Diensten**
  - **Testen von semantischer Korrektheit**
  - **Test erfolgt durch Simulationsmodus** (von Dienst)
- **Szenarien beschreiben den Ablauf einer Simulation**
  - **Ereignisse innerhalb eines Haushaltes** (z.B. Aktivierung und Deaktivierung von Geräten)
- **Simulationsmodelle repräsentieren Geräteverhalten** (z.B. Energieverbrauch in bestimmten Situationen, Reaktion auf Ereignisse)
- **Simulationsergebnis wird dem Benutzer über die GUI dargestellt**
- **External Test Interface zur Anbindung externer Instanzen** (für Test und Simulation)



# 10 Zusammenfassung und Ausblick

- **Konzept der P2P-Vernetzung von Haushalten in einer Energie-Community**
  - **Ganzheitliche Lösung für Energiemanagement und Energieoptimierung in Haushalten** (einzelne und Cluster)
  - **Basiert auf SIP-basierter P2P-Vernetzung und verteilter Datenhaltung** (mit DHT, Chord)
  - **Maximaler Nutzen für alle Beteiligte**
- **Service Management Framework bietet Funktionalitäten für:**
  - **Diensterzeugung (SCE)**
  - **Dienstausführung (SDP)**
  - **Test und Simulation (STE)**
- **Erste prototypische Realisierungen wurden vorgenommen**
- **Weitere Arbeiten:**
  - **Detaillierung Netz- und Systemkomponenten**
  - **Optimierungsalgorithmen, Test und Simulation**



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

-

**Fragen?**

**M.Sc. Inf. Michael Steinheimer**

Fachhochschule Frankfurt/M.

Forschungsgruppe für Telekommunikationsnetze

Kleiststraße 3, D-60318 Frankfurt a.M.

Fon: +49 69/1533-3616, E-Mail: [steinheimer@e-technik.org](mailto:steinheimer@e-technik.org)

