

#EEG++ Digitale Plus-Energiegemein- schaften Optimiert

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 52/2026

Wien, 2026

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination: Abteilung III/3 - Energie und Umwelttechnologien

Leitung (interimistisch): DIⁱⁿ (FH) Isabella Warisch

Autorinnen und Autoren:

Stefano Coss, Gernot Tscherteu, Martin Moser, Werner Pink

Wien, Graz 2026. Stand: Jänner 2023

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an iii3@bmimi.gv.at.

Rechtlicher Hinweis

Dieser Ergebnisbericht wurde von die/der Projektnehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die/der Projektnehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die/der Projektnehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die/der Projektnehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention, Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung aller betroffener Bereiche wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMIMI publiziert und elektronisch über die Plattform [nachhaltigwirtschaften.at](https://www.nachhaltigwirtschaften.at) zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

Inhalt

Vorbemerkung	4
1 Kurzfassung.....	6
2 Abstract	8
3 Projektinhalt	10
3.1 Ausgangslage.....	10
3.2 Vorgangsweise und Methoden	11
3.2.1 Technische Möglichkeiten der Eigenverbrauchsoptimierung	14
3.2.2 Nutzer:inneneinbindung zur Erhöhung der Akzeptanz	19
4 Ergebnisse	25
4.1 Planungstool für Plus-Energiegemeinschaften	25
4.2 Umsetzung der #EEG+ im Quartier	29
4.3 Stakeholderbegeleitung und Nutzer:inneneinbindung	34
4.4 Implementierung der Eigenverbrauchsoptimierung	44
4.5 Disseminierung und Verwertung der Ergebnisse.....	49
5 Schlussfolgerungen.....	52
6 Ausblick und Empfehlungen	54
Tabellenverzeichnis	56
Abbildungsverzeichnis	57
Literaturverzeichnis	58
Anhang	59

1 Kurzfassung

Das Projekt #EEG++ adressiert eine zentrale Fragestellung der Energiewende im Gebäudesektor: Wie können erneuerbare Energien in Wohnquartieren nicht nur erzeugt, sondern auch möglichst effizient vor Ort genutzt werden? Hintergrund ist die zunehmende Elektrifizierung von Gebäuden durch Wärmepumpen und Elektromobilität sowie die Notwendigkeit, den Ausbau erneuerbarer Energien mit einer verbesserten Energieeffizienz zu kombinieren. Während Energiegemeinschaften einen regulatorischen Rahmen für die lokale Nutzung von Strom bieten, besteht in der Praxis weiterhin eine Lücke zwischen bilanzieller Energieerzeugung und tatsächlichem, zeitgleichem Verbrauch. Die zentrale Forschungsfrage des Projekts lautet daher, wie ein Quartier technisch, wirtschaftlich und organisatorisch so betrieben werden kann, dass lokal erzeugte Energie optimal genutzt wird.

Ausgangspunkt des Projekts war die Erkenntnis aus dem Vorprojekt #EEG+, dass trotz hoher Photovoltaik-Erzeugung ein Großteil der Energie ins Netz eingespeist wird und nur ein begrenzter Anteil lokal genutzt werden kann. Im Demonstrationsquartier in Hart bei Graz wurde daher ein reales Energiesystem mit PV-Anlagen, zentraler Wärmepumpe, Batteriespeicher, intelligenten Warmwasserspeichern sowie einer Energiegemeinschaft aufgebaut. Ziel war es, dieses System durch den Einsatz von IoT-Technologien und datenbasierter Steuerung in ein eigenverbrauchsoptimiertes Quartier zu überführen und damit ein replizierbares Modell für Plus-Energiegemeinschaften zu entwickeln.

Methodisch wurde ein integrierter Ansatz verfolgt, der digitale Planung, technische Entwicklung, Realimplementierung und Nutzer:innenintegration miteinander verbindet. Zunächst wurde das Quartier mit einem Planungstool modelliert und hinsichtlich verschiedener Systemkonfigurationen simuliert. Parallel dazu wurden IoT-Komponenten entwickelt, die eine Echtzeitdatenerfassung und Steuerung der Energieflüsse ermöglichen. Die Lösungen wurden anschließend im Demonstrationsquartier implementiert und im laufenden Betrieb getestet. Ergänzend dazu wurde ein strukturierter Prozess zur Einbindung von Stakeholdern und Nutzer:innen umgesetzt, um Akzeptanz zu fördern und Anforderungen aus der Praxis in die Systementwicklung einfließen zu lassen.

Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass durch die Kombination aus PV-Erzeugung, Batteriespeicher, thermischer Speicherung und intelligenter Steuerung eine deutliche Verbesserung des Eigenverbrauchs erreicht werden kann. Gleichzeitig wurde sichtbar, dass noch erhebliches Potenzial zur weiteren Optimierung besteht, insbesondere durch die Integration zusätzlicher Flexibilitäten. Eine zentrale Erkenntnis ist, dass die Eigenverbrauchsoptimierung der entscheidende Hebel für die Wirtschaftlichkeit und Effizienz von Energiegemeinschaften ist. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass technische Lösungen allein nicht ausreichen: Transparenz, verständliche Kommunikation und die

aktive Einbindung der Nutzer:innen sind wesentliche Voraussetzungen für den erfolgreichen Betrieb.

Für die Zukunft ergibt sich daraus ein klarer Handlungsbedarf. Weitere Forschungsarbeiten sollten sich auf die Weiterentwicklung von Optimierungsalgorithmen, die Integration zusätzlicher Flexibilitäten sowie die Standardisierung von Schnittstellen konzentrieren. Gleichzeitig bieten die entwickelten Lösungen ein hohes Potenzial für die Umsetzung weiterer Demonstrationsprojekte und die Skalierung auf andere Quartiere. Insgesamt leistet das Projekt #EEG++ einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung integrierter, digital unterstützter Energiesysteme und zeigt konkrete Wege auf, wie Plus-Energiegemeinschaften in der Praxis umgesetzt werden können.

2 Abstract

The #EEG++ project addresses a key challenge in the energy transition within the building sector: how locally generated renewable energy in residential districts can not only be produced but also efficiently consumed on-site. This challenge is driven by the increasing electrification of buildings through technologies such as heat pumps and electric mobility, as well as the need to combine the expansion of renewable energy with improved energy efficiency. While renewable energy communities provide a regulatory framework for local energy use, a significant gap remains between annual energy balance calculations and actual real-time consumption. The central research question of the project is therefore how a residential district can be operated technically, economically, and organizationally in a way that maximizes the use of locally generated energy.

The project builds on findings from the predecessor project #EEG+, which showed that despite high photovoltaic (PV) generation, a large share of energy is fed into the public grid instead of being used locally. In response, a real-world demonstration site was established in Hart bei Graz, featuring a comprehensive energy system including PV installations, a central heat pump, a battery storage system, intelligent hot water storage units, and a renewable energy community. The objective was to transform this system into a self-consumption-optimized district through the use of IoT technologies and data-driven control, thereby creating a scalable model for plus-energy communities.

Methodologically, the project followed an integrated approach combining digital planning, technical development, real-world implementation, and user integration. The district energy system was first modeled and simulated using a dedicated planning tool. In parallel, IoT components were developed to enable real-time data acquisition and control of energy flows. These solutions were then implemented and tested in the demonstration site under real operating conditions. Additionally, a structured stakeholder and user engagement process was carried out to ensure acceptance and to incorporate user feedback into system design and operation.

The results demonstrate that combining PV generation with battery storage, thermal storage, and intelligent control can significantly increase local energy use. At the same time, the project revealed that substantial optimization potential still exists, particularly through the integration of additional flexible loads. A key finding is that self-consumption optimization is the primary lever for improving both the economic viability and efficiency of energy communities. Furthermore, it became clear that technical solutions alone are insufficient: transparency, clear communication, and active user involvement are essential for successful operation.

Looking ahead, further research is needed in areas such as advanced optimization algorithms, integration of additional flexibility options, and standardization of system interfaces. The developed solutions also show strong potential for replication and scaling to other districts. Overall, the #EEG++ project provides an important contribution to the development of integrated, digitally supported energy systems and demonstrates practical pathways for implementing plus-energy communities in real-world settings.

3 Projekthinhalt

3.1 Ausgangslage

Die Dekarbonisierung des Gebäudesektors ist eine zentrale Voraussetzung für das Erreichen der österreichischen und europäischen Klimaziele. Gebäude und gebäudenaher Infrastrukturen verursachen einen wesentlichen Anteil des Energiebedarfs für Wärme, Kälte und Strom. Gleichzeitig steigt mit der Elektrifizierung weiterer Anwendungen – insbesondere Wärmepumpen und Elektromobilität – die Bedeutung eines integrierten Energiesystems auf Gebäude- und Quartiersebene. Mit dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz wurde in Österreich ein regulatorischer Rahmen geschaffen, der erneuerbare Energiegemeinschaften ermöglicht und damit neue Formen lokaler Erzeugung, Verteilung und Nutzung von Strom eröffnet. Für die praktische Umsetzung reicht jedoch die bloße Installation zusätzlicher Photovoltaikleistung nicht aus. Entscheidend ist vielmehr, in welchem Ausmaß lokal erzeugte Energie zeitgleich vor Ort genutzt oder sinnvoll gespeichert werden kann.

Vor diesem Hintergrund setzte das Vorgängerprojekt #EEG+ an und untersuchte die techno-ökonomische Machbarkeit von Plus-Energiegemeinschaften im Kontext von Neubau und Bestand. Ein zentrales Ergebnis dieser Sondierung war, dass die Verbindung aus lokaler erneuerbarer Erzeugung, Energiegemeinschaftsmodell und digitaler Planung grundsätzlich geeignet ist, Quartiere mit Plusenergiecharakter zu entwickeln. Gleichzeitig wurde deutlich, dass zwischen bilanzieller Jahresbetrachtung und realem Betrieb eine wesentliche Lücke besteht: Auch wenn ein Quartier rechnerisch über das Jahr hinweg mehr erneuerbare Energie erzeugt als verbraucht, bleibt ohne gebäudeübergreifende Eigenverbrauchsoptimierung ein großer Teil der PV-Erzeugung ungenutzt für die lokale Versorgung und wird ins Netz eingespeist. Im Vorprojekt zeigte die Planung für das Demonstrationsquartier, dass die Eigenverbrauchsquote ohne zusätzliche Optimierung nur bei rund 42 % lag, während der Eigennutzungsgrad bei etwa 20 % lag. Genau an dieser Stelle setzt #EEG++ an.

Das Projekt *#EEG++ – Digitale Plus-Energiegemeinschaften optimiert* verfolgt das Ziel, die im Vorgängerprojekt entwickelten Konzepte in einem realen Wohnquartier in Hart bei Graz praktisch umzusetzen und weiterzuentwickeln. Im Demonstrationsgebiet in der Reintalstraße wurde ein Quartier mit zentralen Wärmepumpen, PV-Anlagen, Batteriespeicher, zentralen Messpunkten und dezentralen Warmwasserspeichern aufgebaut. In diesem Demo Quartier sind unter anderem rund 20 Smart Meter, eine PV-Gesamtleistung von 82,5 kWp, ein Batteriespeicher mit 78,8 kWh sowie mit GreenCharge-Modulen ausgerüstete Dynastrat-Warmwasserspeicher vorgesehen bzw. umgesetzt. Damit liegt ein reales System vor, in dem Strom, Wärme, Speicher und

Nutzer:innenverhalten nicht isoliert, sondern als zusammenhängendes Quartiersenergiesystem betrachtet werden können.

Die inhaltliche Ausgangsfrage des Projekts lautet daher nicht nur, wie zusätzliche erneuerbare Erzeugung in ein Wohnquartier integriert werden kann, sondern wie ein solches Quartier technisch, wirtschaftlich, organisatorisch und sozial so betrieben werden kann, dass lokal erzeugte Energie möglichst effizient genutzt wird. Dazu müssen mehrere Ebenen gleichzeitig adressiert werden: erstens die technische Auslegung des Quartiers, zweitens die digitale Erfassung und Steuerung der relevanten Energieströme, drittens das Markt- und Betreiber:innenmodell der Energiegemeinschaft und viertens die Akzeptanz und aktive Mitwirkung der Nutzer:innen. Die Neuheit des Projekts liegt gerade in dieser integrierten Betrachtung. Statt einzelne Komponenten isoliert zu optimieren, verbindet #EEG++ erneuerbare Erzeugung, Speicher, Digitalisierung, Energiegemeinschaft und Nutzer:innenintegration zu einer systemischen Gesamtlösung.

Aus der Einreichung ergaben sich dazu vier zentrale Projektziele: die Ausstattung des Quartiers mit zusätzlichen innovativen Energiesystemkomponenten über das gesetzliche Mindestmaß hinaus, die Implementierung von IoT-Komponenten zur Vernetzung der technischen Anlagen, die Demonstration eines eigenverbrauchsoptimierten Quartiers über eine Monitoringphase sowie die gezielte Einbindung von Nutzer:innen und Stakeholdern. Die Ausgangslage des Projekts war damit durch eine doppelte Herausforderung geprägt: Einerseits musste eine technisch hochintegrierte Lösung entwickelt und in einem laufenden Immobilienprojekt implementiert werden, andererseits musste ein neuartiges Energie- und Betriebsmodell für die Bewohner:innen verständlich, nachvollziehbar und akzeptabel gestaltet werden.

#EEG++ adressiert damit eine Lücke zwischen Forschung, digitaler Planung und realem Betrieb. Ziel war es, aus einem konventionellen Wohnquartier ein Plus-Energiequartier mit Energiegemeinschaftscharakter zu machen, in dem nicht nur mehr erneuerbare Energie erzeugt wird, sondern in dem diese Energie auch gebäudeübergreifend, marktorientiert und nutzer:innenzentriert eingesetzt werden kann. Das Projekt leistet damit einen konkreten Beitrag zur Entwicklung replizierbarer Lösungen für klimaneutrale Quartiere und Städte.

3.2 Vorgangsweise und Methoden

Methodisch wurde im Projekt ein integrierter Forschungs- und Umsetzungsansatz verfolgt, der digitale Planung, Hardware- und Softwareentwicklung, Realimplementierung im Quartier, Monitoring sowie Stakeholder- und Nutzer:innenintegration miteinander verbindet. Ausgangspunkt war die Überführung der Erkenntnisse aus dem Vorprojekt #EEG+ in ein reales Demonstrationsvorhaben. Die Vorgehensweise war dabei bewusst mehrstufig aufgebaut: Zunächst wurden die technischen und organisatorischen Anforderungen des Quartiers konkretisiert, anschließend die notwendigen Systemkomponenten modelliert und entwickelt, danach die

Lösungen im Demonstrationsquartier installiert, getestet und schrittweise in Betrieb genommen. Parallel dazu wurde ein strukturierter Beteiligungsprozess mit den relevanten Stakeholdern und den späteren Nutzer:innen aufgebaut. Folgende Grafik zeigt das Demo Quartier aus der Vogelperspektive



Abbildung 1: Demoquartier Hart bei Graz (Quelle: Google Maps)

Ein erster methodischer Schwerpunkt lag auf der digitalen Planung und Modellierung des Quartiersenergiesystems. Dazu wurden die im Vorprojekt entwickelten Werkzeuge weiterentwickelt und an die Anforderungen des Standorts Hart bei Graz angepasst. Im Planungstool wurden zusätzliche Komponenten wie Dynastrat-Wärmespeicher, Quartierbatterie und Geothermie modelliert. Ergänzend wurde der Algorithmus zur Eigenverbrauchsoptimierung in das Planungstool integriert, um bereits in der Planungsphase Aussagen über die energetische und wirtschaftliche Performance unterschiedlicher Auslegungen treffen zu können. Dieses simulationsbasierte Vorgehen ermöglichte eine quantitative Bewertung des Zusammenspiels von Erzeugung, Verbrauch und Speicherverhalten noch vor der Inbetriebnahme im Feld. Laut Zwischenbericht konnte eine erste Developer-Version des Planungstools bereits im ersten Projektjahr online gestellt werden; die Modellierung von PV-, Batterie- und Speicherkomponenten war zu diesem Zeitpunkt bereits weit fortgeschritten.

Ein zweiter methodischer Schwerpunkt war die Entwicklung und Integration der IoT-Komponenten. Hierfür wurden Smart Meter Reader zur Echtzeiterfassung der Verbrauchsdaten, Schnittstellen zu PV-Wechselrichtern, Batterie und weiteren Komponenten sowie das GreenCharge-Modul zur Ansteuerung der Dynastrat-Warmwasserspeicher entwickelt bzw. weiterentwickelt. Die technische Integration folgte dem Prinzip eines zentralen Datenhubs: Mess- und Steuerdaten der verschiedenen Geräte wurden auf Servern und in einer PostgreSQL-Datenbank zusammengeführt, vereinheitlicht und für Monitoring und Optimierung aufbereitet. Ergänzend dazu wurden Labor- und Funktionstests durchgeführt, insbesondere für die Boilersteuerung und die Beladungslogik der Speicher. Im Zwischenbericht wird hervorgehoben, dass Testläufe im Labor der Firma PINK sowie erste Installationen im Quartier bereits erfolgreich durchgeführt werden konnten und die Echtzeitdatenerfassung in einer ersten Implementierung verfügbar war.

Der dritte methodische Baustein bestand in der schrittweisen Umsetzung im Demonstrationsquartier. Dazu gehörten die Gründung der Energiegemeinschaft, die Ausarbeitung des Betreiber- und Geschäftsmodells, der Einbau der IoT-Lösung vor Ort, der Test der sicheren Datenübertragung sowie die Integration einer Kund:innen-Schnittstelle in Form einer App. Dieses Vorgehen war notwendig, weil das Projekt nicht nur eine technische Innovation, sondern auch ein organisatorisch und wirtschaftlich tragfähiges Betriebsmodell demonstrieren sollte. Im Zwischenbericht wird beschrieben, dass die EEG bereits gegründet, beim Netzbetreiber angemeldet und das Betreiber:innenmodell abgestimmt wurde. Darüber hinaus konnten wesentliche Komponenten im ersten Bauabschnitt installiert und die Datenübertragung in den zentralen Datenhub produktiv geschaltet werden.

Ein vierter methodischer Kern war die Entwicklung, Testung und Bewertung der Eigenverbrauchsoptimierung. Dazu wurden zunächst Zielfunktionen in Abhängigkeit von der jeweiligen Marktsituation definiert. Im Projekt wurde davon ausgegangen, dass sich der wirtschaftlich optimale Betrieb eines Quartiers mit Energiegemeinschaft je nach Verhältnis von Strompreis und Einspeisetarif verändert. Auf dieser Basis wurden Optimierungsalgorithmen entwickelt, die Lasten wie Warmwasserbereitung, Batterie oder perspektivisch auch Ladeinfrastruktur so ansteuern sollen, dass entweder der Eigenverbrauch maximiert oder – bei geänderter Marktlage – bewusst stärker eingespeist wird. Methodisch erfolgte die Implementierung in mehreren Stufen: Definition der Zielfunktionen, virtuelle Tests im Backend mit realen oder realitätsnahen Daten, anschließender Feldtest und schließlich Monitoring des Live-Betriebs. Diese gestufte Vorgehensweise reduzierte das Risiko negativer Effekte für Bewohner:innen und erlaubte es, die Steuerungslogik vor dem Produktivbetrieb iterativ zu verbessern.

Parallel dazu wurde ein eigenständiger methodischer Strang zur Stakeholderbegleitung und Nutzer:innenintegration aufgebaut. Ausgangspunkt war eine Stakeholderanalyse, in der die relevanten Akteursgruppen identifiziert und entlang ihrer Rollen, Verantwortlichkeiten und Informationsbedarfe strukturiert wurden. Darauf aufbauend wurde ein Co-Creation-Prozess mit Informationsveranstaltungen, Handouts, Webinaren, Workshops, Tutorials, qualitativen Interviews und Usability-Reviews konzipiert. Dieser Teil des methodischen Designs verfolgte zwei Ziele:

Einerseits sollte das technisch und organisatorisch komplexe System für Bewohner:innen verständlich und nachvollziehbar werden, andererseits sollten Anforderungen, Rückmeldungen und Nutzungserfahrungen systematisch in die Weiterentwicklung von System und Kommunikation zurückfließen. Im aktuellen Entwurf des Ergebnisberichts wird dieser methodische Ansatz ausdrücklich als Zusammenspiel von technischer, organisatorischer und sozialer Infrastruktur beschrieben; der Zwischenbericht bestätigt, dass Stakeholderanalyse, Informationsmaterialien und erste Vor-Ort-Formate bereits im ersten Projektjahr erfolgreich umgesetzt wurden.

Die angewandten Methoden haben sich in der Umsetzung grundsätzlich bewährt, weil sie eine enge Verzahnung von Planung, technischer Entwicklung, Feldumsetzung und Nutzer:innenrückkopplung ermöglichten. Gerade die Kombination aus Simulation, Laborerprobung, schrittweiser Installation, virtuellen Tests und Live-Monitoring erwies sich als geeignet, um technische Risiken frühzeitig zu erkennen und die Betriebslogik iterativ zu verbessern. Gleichzeitig zeigte das Projekt aber auch typische Herausforderungen realer Demonstrationsvorhaben: Schnittstellen zu Fremdsystemen und externen Gewerken waren teilweise nur verzögert verfügbar, nicht alle Zählpunkte konnten sofort vollständig konfiguriert werden, und der verzögerte Einzug im zweiten Bauabschnitt erforderte eine laufende Anpassung des zeitlichen Roll-outs. Hinzu kam, dass die Komplexität des Gesamtsystems für Bewohner:innen zunächst schwer verständlich war und daher ein höherer Kommunikations- und Erklärungsaufwand erforderlich wurde als in der ursprünglichen Planung angenommen.

Insgesamt beruhte die methodische Vorgehensweise von #EEG++ somit auf einem iterativen Demonstrationsansatz: planen, modellieren, entwickeln, testen, umsetzen, begleiten, beobachten und nachschärfen. Gerade diese Verbindung aus technischer Systementwicklung und sozial-organisatorischer Einbettung ist wesentlich, um aus einem innovativen Einzelprojekt belastbare Erkenntnisse für replizierbare Plus-Energiequartiere abzuleiten. Die nachfolgenden Unterkapitel vertiefen diese beiden methodischen Stränge getrennt: Abschnitt 3.2.1 behandelt die technischen Möglichkeiten der Eigenverbrauchsoptimierung, Abschnitt 3.2.2 die Nutzer:innen-Einbindung als Voraussetzung für Akzeptanz und erfolgreichen Betrieb.

3.2.1 Technische Möglichkeiten der Eigenverbrauchsoptimierung

Die technische Eigenverbrauchsoptimierung stellt den zentralen Hebel dar, um aus einem konventionell geplanten Wohnquartier ein Plus-Energiequartier mit hoher lokaler Energienutzung zu entwickeln. Im Projekt #EEG++ wird diese Optimierung nicht als isolierte Einzelmaßnahme verstanden, sondern als systemische Verbindung von digitaler Planung, intelligent vernetzter Anlagentechnik, Echtzeit-Datenerfassung, cloudbasierter Steuerung und nutzer:innenorientierter Bedienbarkeit. Ziel ist es, lokal erzeugte erneuerbare Energie möglichst zeitgleich und möglichst vollständig innerhalb des Quartiers zu nutzen, anstatt sie unkoordiniert in das öffentliche Netz einzuspeisen. Damit wird einerseits die Wirtschaftlichkeit der Anlagen verbessert und andererseits

die technische Grundlage für ein replizierbares Betriebsmodell von Plus-Energiegemeinschaften geschaffen.

Ausgangspunkt dieser technischen Optimierung ist die digitale Planung des Quartiers mit der Arteria Plattform bzw. dem EnergyPlanner. Das Planungstool wurde im Rahmen des Projekts gezielt weiterentwickelt, um zusätzliche Komponenten wie Dynastrat-Wärmespeicher, Quartierbatterie und Geothermie modellieren und in eine eigenverbrauchsoptimierte Quartiersplanung integrieren zu können. Abbildung 1 zeigt die Modellierung des Demo Quartiers in der Arteria Plattform.

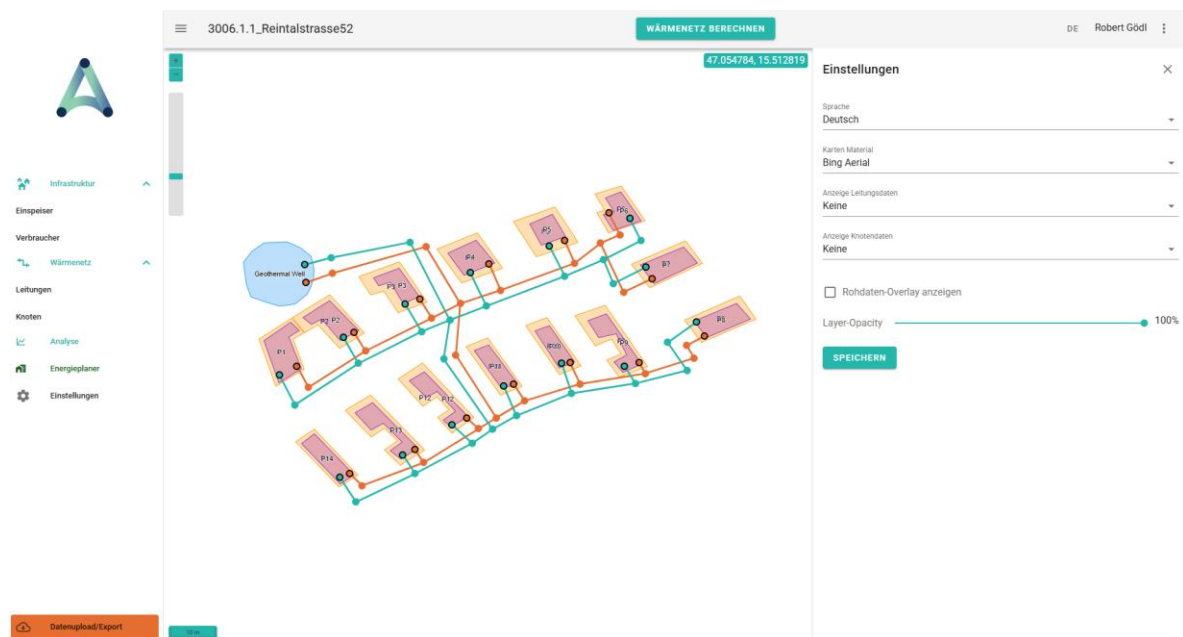


Abbildung 2: Modellierung des Quartiers in der Arteria Plattform (Quelle: Arteria Plattform)

Die Arteria Plattform ist das zentrale Tool der Planung von Plus-Energiegemeinschaften und wurde speziell für dieses Projekt erweitert. Folgende Komponenten wurden dabei von Grund auf modelliert und in die Arteria Plattform eingebettet:

- Modellierung von Gebäudestrombedarf und PV Einspeisung
- SoC Modelle für dezentrale Batterien
- Komplexe 3-Schicht Modellierung des Dynastrat Speichers

Speziell die Modellierung des Dynastrat Speichers war komplex und aufwendig, wurde aber in Zusammenarbeit mit den Erfahrungswerten der Fa. Pink erfolgreich durchgeführt. Methodisch wurde dabei zunächst in Excel die Grundlogik entwickelt und danach in Python Module zur Integration in die Arteria Plattform überführt.

Im Demonstrationsquartier in der Reintalstraße 52 in Hart bei Graz wird diese technische Logik in einer realen, gebäudeübergreifenden Infrastruktur umgesetzt. Das Projekt umfasst 12 Gebäude in zwei Baufeldern mit insgesamt 24 Wohneinheiten. Das Quartier verfügt über zwei Tiefenbohrungen für die Soleversorgung, einen Technikraum mit zentraler Wärmepumpentechnik, zentral zusammengeführten Smart Metern, einen Allgemeinzähler, eine PV-Anlage und einen Batteriespeicher. Die Gesamtanlagenleistung der PV liegt bei ca. 180 kWp; zusätzlich ist ein Batteriespeicher mit 78,8 kWh vorgesehen. Jede Wohnung ist mit einem Dynastrat-Hängespeicher ausgestattet; für das erste und zweite Baufeld sind in summe 19 Speicher verbaut worden. Damit steht im Quartier nicht nur elektrische, sondern auch thermische Flexibilität zur Verfügung – eine wesentliche Voraussetzung für eine wirksame Eigenverbrauchsoptimierung auf Quartiersebene.

Zusätzlich wurde der Algorithmus zur Eigenverbrauchsoptimierung direkt in das Planungstool eingebettet und als eigenverbrauchsoptimiertes Planungswerkzeug online verfügbar gemacht. Der besondere Mehrwert dieser Lösung liegt darin, dass die Optimierung nicht erst im laufenden Betrieb beginnt, sondern bereits in der Projektierungsphase. Dadurch kann schon vor der baulichen Umsetzung beurteilt werden, welche Kombination aus PV-Leistung, Speicherkapazität, Warmwasserflexibilität und Steuerungslogik erforderlich ist, um einen hohen Eigenverbrauchsanteil zu erreichen. Gleichzeitig wurde das Frontend so vorbereitet, dass es als Beta-Version nutzbar ist und künftig von weiteren Projektentwickler:innen, Bauträgern und Energieplaner:innen für vergleichbare Quartiere eingesetzt werden kann.

Die Relevanz dieser digitalen Vorplanung in der Arteria Plattform zeigt sich besonders deutlich an den Ergebnissen der im Projekt dokumentierten Simulationen. Dort wird beschrieben, dass bei einem Quartier mit zentraler Wärmepumpe, PV-Anlagen auf den Dachflächen und angedachtem Batteriespeicher ohne weitergehende Eigenverbrauchsoptimierung zwar eine hohe erneuerbare Jahreserzeugung möglich ist, die tatsächliche zeitgleiche Nutzung der lokal produzierten Energie aber deutlich darunter bleibt. Im besten Fall lag die Eigenverbrauchsquote nur bei rund 42 %, während ein großer Teil der erzeugten PV-Energie in das Netz abgegeben würde. Genau daraus ergibt sich die technische Notwendigkeit einer aktiven Optimierung: Nicht die bilanziell über das Jahr erzeugte Energiemenge ist entscheidend, sondern die Fähigkeit, Erzeugung und Verbrauch im 15-Minuten-Raster so zu verschränken, dass möglichst viel lokale Energie im Quartier verbleibt.

Abseits der Planung der Plus-Energiegemeinschaft war es jedoch ein Ziel die max. des Eigenverbrauchs auch anhand eines konkreten Piloten zu demonstrieren. Wichtig war dabei dass die Optimierung im Projekt nicht auf einzelne Wohnungen oder einzelne Geräte beschränkt bleibt, sondern als gebäudeübergreifende Smart-Grid-Logik angelegt ist. Die lokale PV-Erzeugung wird über API-fähige Schnittstellen in Echtzeit erfasst und mit den Lasten des Quartiers verknüpft. Gleichzeitig werden die Stromverbräuche der Haushalte und der Quartiersinfrastruktur über Smart Meter Reader erfasst. Im technischen Projektgebiet sind dafür 20 Smart Meter Reader vorgesehen; für die PV-Anlagen wird der Zugriff direkt via Fronius API durchgeführt. Die Ansteuerung zur Quartier-

Batterie wird dabei direkt über das Victron Web Portal gemacht. Erst diese standardisierte, digitale Zugänglichkeit der Anlagentechnik macht aus einem klassischen Energieversorgungssystem ein steuerbares Gesamtsystem mit dem Ziel des Eigenverbrauch so hoch wie möglich zu halten.

Die Eigenverbrauchsoptimierung selbst basiert auf einem zentralen Datenhub der Fa ed-energiedigital GmbH, in dem die Informationen aller relevanten Messeinheiten und Steuerkomponenten zusammengeführt werden. Im Arbeitsplan war dafür die Einrichtung von Servern, IoT Kommunikation und einer PostgreSQL-Datenbank vorgesehen, in der Daten von Smart Metern, Smart Meter Readern, Wechselrichtern, GreenCharge-Modulen und Quartierbatterie als Zeitreihen aggregiert, archiviert und ausgewertet werden können. Dieser Datenhub übernimmt damit gleich mehrere Funktionen: Er ist Monitoringplattform, Entscheidungsgrundlage für die Optimierung, Kommunikationsdrehscheibe für Steuerbefehle und langfristig auch Grundlage für Auswertungen, Berichte und skalierbare Produktentwicklungen. Durch den Datenhub entsteht ein orchestriertes Gesamtsystem, das Lasten gezielt verschieben und Flexibilität systematisch nutzbar machen kann.

Ein zentrales Element dieser Optimierung ist die Integration der Steuerung von PV-Anlage und Batterie im Quartier. Die PV-Anlagen liefern die fluktuierende erneuerbare Erzeugung, während die Quartierbatterie als kurzfristiger elektrischer Speicher dient. Die technische Möglichkeit der Eigenverbrauchsoptimierung besteht hier darin, PV-Überschüsse nicht sofort einzuspeisen, sondern zunächst intern nutzbar zu machen: entweder durch direkte Versorgung aktueller, durch Zwischenspeicherung in der Batterie oder durch Aktivierung verschiebbarer Lasten wie den Dynastrat Wärmespeichern sowie ggf. zukünftig auch die Ladeleistung von E-Ladestationen. Umgekehrt kann die Batterie bei geringer PV-Erzeugung oder bei Lastspitzen Energie bereitstellen und damit Netzbezug reduzieren. Die Steuerung erfolgt nicht statisch, sondern in Abhängigkeit von Erzeugung, Last, Speicherzustand und den definierten Zielfunktionen. Ziel war es die Schnittstellen zu Batterie und E-Mobility so zu entwickeln, dass Verbraucher und Speicher dann geladen werden, wenn in der Energiegemeinschaft ausreichend Energie vorhanden ist, beziehungsweise Energie entnommen werden kann, wenn die PV-Anlage den Verbrauch im Quartier nicht deckt.

Besonders innovativ ist im Projekt die Einbindung des smarten Wärmespeichers Dynastrat in Verbindung mit einer ersten Version des GreenCharge-Moduls. Gerade die Warmwasserbereitung bietet in Wohnquartieren ein hohes Flexibilitätspotenzial, weil sie nicht sekundengenau, sondern innerhalb definierter Komfortgrenzen zeitlich verschoben werden kann. Das GreenCharge-Modul macht aus konventionellen elektrischen Warmwasserbereitern intelligent steuerbare Verbraucher, indem es die Spannungsversorgung des Boilers in Verbindung mit der Eigenverbrauchsoptimierung regelt. Gleichzeitig erfasst es über Sensoren die Temperatur des Wassers und stellt damit sicher, dass Komfort- und Hygieneanforderungen – insbesondere Mindesttemperaturen und Legionellschaltungen – eingehalten werden. Im Projekt wird dieses Modul direkt in den Dynastrat-Speicher der PINK GmbH integriert und in Kleinserie vorbereitet. Damit entsteht ein hybrider Speicherbaustein: Der Dynastrat-Speicher dient nicht nur der Warmwasserbereitstellung,

sondern fungiert als thermischer Flexibilitätsspeicher, der gezielt dann beladen wird, wenn lokal erzeugte PV-Energie im Quartier verfügbar ist.

Der technische Mehrwert dieser Lösung ist erheblich. Während eine Batterie elektrische Energie speichert und wegen ihrer Kosten und Zyklenzahl gezielt eingesetzt werden muss, kann ein Warmwasserspeicher günstiger und mit hoher Alltagstauglichkeit als thermischer Speicher genutzt werden. Überschüssige PV-Energie wird in Form von Wärme zwischengespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt genutzt, ohne dass die Bewohner:innen Komforteinbußen in Kauf nehmen müssen. Das System muss Mindesttemperaturen garantieren, auf unterschiedliche Nutzungsgewohnheiten reagieren und transparent erklären, warum und wann Warmwasser bevorzugt in Zeiten hoher lokaler Erzeugung aufgeheizt wird. Wichtig hierbei war eine starke Einbindung der Bewohner:innen mittel sStakeholderprozess, da der Eingriff in die Beladung der Warmwasserspeicher sowie die Logik des Verteilens von Überschusswärme einen erheblichen Einfluss auf den Umgang mit Warmwasser mit sich bringt.

Von besonderer Bedeutung für die Verwertung der Projektergebnisse ist auch, dass diese Lösungen als standardisierbare Lösungen entwickelt werden. Das GreenCharge-Modul kann aus Sicht der Projektverwertung als eigenständige Hardware- und Steuerungslösung vermarktet werden, die Dynastrat-Integration zeigt einen konkreten industriellen Demonstrator für die Verbindung von Speichersystem und cloudbasierter Regelung, und die Batterie- sowie PV-Schnittstellen schaffen die Grundlage für eine geräteunabhängige Erweiterung des Systems auf weitere Quartiere. Genau darin liegt ein wesentlicher Unterschied zu klassischen Smart-Home-Lösungen: Im #EEG+++Projekt werden nicht nur einzelne Verbraucher innerhalb eines Gebäudes optimiert, sondern Energieflüsse über mehrere Gebäude, Nutzer:innen und Anlagen hinweg koordiniert. Dadurch wird aus der Eigenverbrauchsoptimierung eine quartiersfähige Plattformtechnologie.

Eine weitere technische Voraussetzung für die tatsächliche Wirksamkeit der Eigenverbrauchsoptimierung ist die Nutzung einer App als Kundenschnittstelle zum Smarten Speicher. Die App ist im Projekt nicht bloß als Visualisierungstool gedacht, sondern als aktiver Bestandteil des Gesamtsystems. Die App soll den Kund:innen Energieströme visualisieren und ihnen ermöglichen, Einstellungen wie z.B. die Haushaltsgröße oder die Menge an Warmwasser je Tag vorzunehmen. Damit wird ein zentraler Erfolgsfaktor adressiert: Die beste Optimierungslogik bleibt in Wohnquartieren nur dann dauerhaft wirksam, wenn sie für die Nutzer:innen verständlich, transparent und beeinflussbar ist. Die App ermöglicht daher nicht nur die Einsicht in Erzeugung, Verbrauch, Ladezustände und Energiegutschriften, sondern auch die Definition von Präferenzen, etwa hinsichtlich Komfort, Warmwasserverfügbarkeit oder möglicher Prioritäten zwischen Kosten- und Nachhaltigkeitszielen. Dies hat sich auch in den Ergebnissen der Stakeholderbegleitung genau so herauskristallisiert.

Gerade aus Verwertungssicht ist diese Kundenschnittstelle von hoher Bedeutung. Sie übersetzt die technische Komplexität des Systems in eine benutzbare Form und macht aus einer unsichtbaren Backend-Optimierung ein marktfähiges Produktmerkmal. Für Bauträger, Quartiersbetreiber und

Energiegemeinschaften ist dies wesentlich, weil Akzeptanz, Nachvollziehbarkeit und Bedienbarkeit über die Skalierbarkeit solcher Lösungen mitentscheiden. Im Projekt wird die App daher eng mit der Stakeholder:innenbegleitung und der Nutzer:innenintegration verknüpft. Technisch bedeutet das, dass Parametrierbarkeit, Usability und Rückmeldung aus dem Realbetrieb von Beginn an Teil der Entwicklung sind. Die App bildet somit die Brücke zwischen Datenhub, Optimierungsalgorithmus und Alltag der Bewohner:innen – und erhöht damit unmittelbar die praktische Umsetzbarkeit der Eigenverbrauchsoptimierung im Quartier.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die technischen Möglichkeiten der Eigenverbrauchsoptimierung im Projekt #EEG++ auf vier eng miteinander verknüpften Ebenen beruhen: erstens auf der digitalen Planung der Plus-Energiegemeinschaft über die Arteria Plattform, zweitens auf der Echtzeit-Vernetzung und Steuerung von PV-Anlage, Batterie, drittens auf der thermischen Flexibilisierung durch Dynastrat-Speicher mit GreenCharge-Anbindung und viertens auf der Nutzer:inneneinbindung über die App. Gerade das Zusammenspiel dieser Ebenen macht die Lösung technisch und wirtschaftlich verwertbar. Aus einem einzelnen Demonstrationsquartier entsteht damit ein skalierbarer Lösungsansatz für die Planung, Umsetzung und den Betrieb zukünftiger Plus-Energiegemeinschaften.

3.2.2 Nutzer:inneneinbindung zur Erhöhung der Akzeptanz

Kontext und Zielsetzung der Einbindung im Pilotquartier Hart bei Graz

Der Demonstrationsstandort in der Reintalsstraße ist als Wohnquartier mit einem technisch und organisatorisch anspruchsvollen Energiesystem konzipiert: zentrale (quartiersbezogene) Infrastruktur für Wärme/Kälte (u.a. Wärmepumpen und Nahwärmenetz), Photovoltaik (PV) auf den Dächern, ein Stromspeicher sowie die Einbindung einer lokalen erneuerbaren Energiegemeinschaft (EEG). Das Grundprinzip, das den Bewohner:innen vermittelt werden musste, ist dabei zweigeteilt: Einerseits die physische Energieversorgung (Wärme und Strom im Quartier), andererseits das Markt- und Abwicklungsmodell der Energiegemeinschaft (Zusammenspiel aus Eigenverbrauch, Netzeinspeisung und Reststrombezug über einen Energieversorger).

Die Rolle von realitylab im Projekt war die Stakeholderbegleitung und Nutzer:innen-Einbindung, insbesondere die Interaktion mit den Bewohner:innen (Mieter:innen) am Standort. Zentral war dabei, die Bewohner:innen über Konzept, Funktionsweise und erwartbare Effekte (Kosten, Komfort, Autarkiegrad) von #EEG++ zu informieren und sie so zu befähigen, das System nachvollziehbar zu nutzen.

Die Notwendigkeit einer aktiven Nutzer:innen-Einbindung ergab sich nicht nur aus der technischen Komplexität, sondern auch aus den Erwartungen und Deutungen, die Bewohner:innen an ein

„innovatives Energiequartier“ knüpfen. In den Rückmeldungen vor Ort zeigte sich beispielsweise wiederholt eine Diskrepanz zwischen (a) dem Wunsch nach „Energieautarkie“ bzw. dem Eindruck, Strom sei kostenmäßig „vollständig abgedeckt“, und (b) dem realen Betrieb, in dem in Abend- und Nachtstunden weiterhin Netzstrom bezogen wird. Diese Erwartungsdifferenz ist für Akzeptanz, Vertrauen und Beteiligungsbereitschaft zentral, weil sie die wahrgenommene Fairness und Transparenz des Projekts beeinflusst.

In die Stakeholderlandschaft eingebettet war das Quartier als Zusammenspiel von Projektentwicklerin, Bauräger, Hausverwaltung, Technologie- und Dienstleistungspartnern sowie den Nutzer:innen. In der Stakeholderanalyse wurden u.a. CEAS GmbH (Projektentwicklung/Errichtung), Waldheimat Consulting und Projektentwicklung GmbH (Planung/Baukoordination), Lanzer Immobilien (Hausverwaltung), energiedigital GmbH (Dienstleister für Energiegemeinschaften/Software), PINK GmbH (thermische Speicher) sowie Arteria Technologies (Modellierung/Optimierung) als entscheidende Akteure eingeordnet.

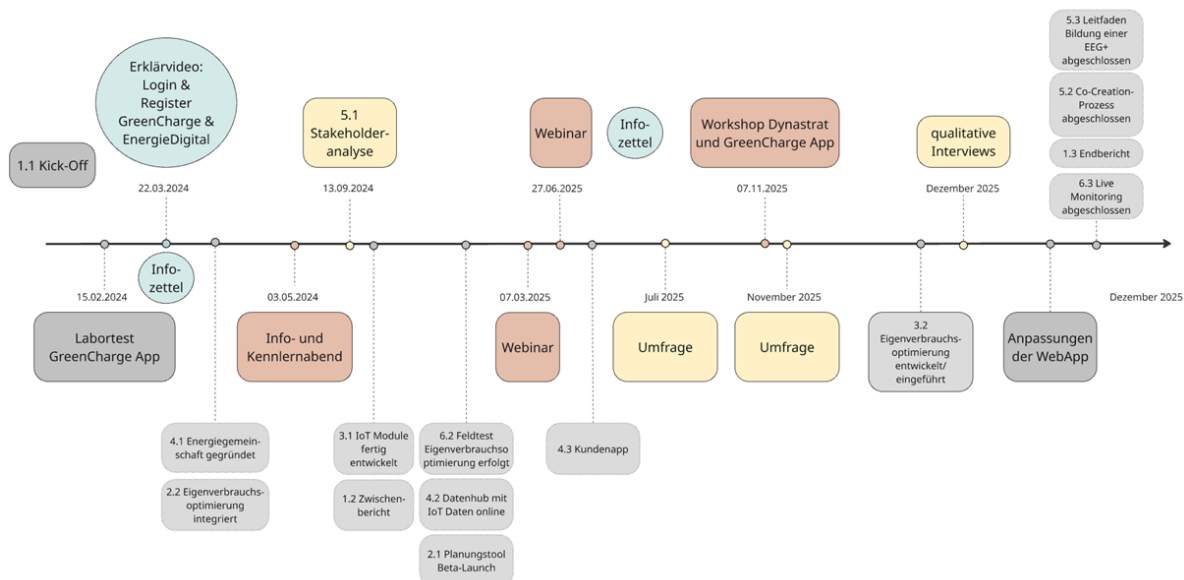


Abbildung 3: Projektverlauf

Damit ergab sich für die Stakeholder- und Nutzer:innen-Einbindung ein klarer Fokus: Erstens musste ein gemeinsames, für Laien verständliches Systembild hergestellt werden (Was passiert technisch? Was passiert abrechnungstechnisch/organisatorisch?). Zweitens brauchte es Formate, die Beteiligung in den Alltag integrierbar machen (Zeitfenster, Zugänglichkeit, Wiederholbarkeit), da reine Einmal-Kommunikation oder rein reaktive „Antwort auf Nachfrage“ als unzureichend beschrieben wurde. Drittens sollte die Einbindung die Entwicklung und Inbetriebnahme unterstützen, indem Nutzungsbedürfnisse (z.B. Transparenz über Daten, Komfortfragen, Steuerungslogik) strukturiert erhoben und in die Projektarbeit rückgekoppelt wurden.

Methoden und Ansätze der Stakeholder- und Nutzer:innen-Einbindung

Einbindung wurde im Projekt nicht als „Begleitkommunikation“ im engeren Sinn verstanden, sondern als Teil der Infrastrukturleistung: So wie technische Komponenten installiert und in Betrieb gebracht werden müssen, benötigen auch Rollenklärung, Kommunikation, Erwartungsmanagement und Lernprozesse im Betrieb einen planvollen Aufbau. Dies folgt der Logik von Bruno Latour (2005), dass Infrastrukturen oft als Black Box funktionieren: Wir setzen im Alltag ihr Funktionieren voraus, ohne zu verstehen, was im Inneren des Systems passiert. Uns war es daher ein Anliegen die Blackbox aufzubrechen und transparent zu machen; deshalb wollten wir ein verständliches Systembild schaffen. „Kommunikation als Teil der Infrastruktur begreifen“, diese Grundannahme ist im Leitfaden für Folgeprojekte explizit formuliert und strukturiert die Methodik entlang eines mehrstufigen Prozesses von Identifikation, Aktivierung, Befähigung und Verstetigung.

Leitbild und methodischer Rahmen

Als leitendes Modell wurde die Energiegemeinschaft (EEG++) als System aus drei Infrastrukturebenen betrachtet:

1. technische Infrastruktur (Erzeugung, Speicher, Monitoring/Steuerung),
2. organisatorische Infrastruktur (Rollen, Verantwortlichkeiten, Abrechnung/Verträge) und
3. soziale Infrastruktur (Verständnis, Beteiligung, Kommunikation, Wissenstransfer).

Auf dieser Basis wurde Stakeholder- und Nutzer:innen-Einbindung nicht als „einmalige Info“, sondern als kontinuierliche Ermöglichung von Systemverständnis und Systemnutzung operationalisiert.

Methodisch wurde ein Co-Creation- und Design-orientierter Ansatz verfolgt, der u.a. über Workshop-Settings, Use-Case-Entwicklung und Usability-Reviews Rückmeldungen aus der Nutzungsperspektive strukturiert in die Projektarbeit rückspeisen sollte. Für den methodischen Rahmen wurde sich an das Konzept des Design Thinking orientiert. Literaturbezug ist dabei „Das Design Thinking Playbook“ (Lewrick et al. 2018), das Design Thinking als iterativen Prozess zur Bedürfnisexploration, Ideation, Prototyping und Evaluation beschreibt.

Wichtig ist, dass dieser methodische Rahmen im Projektkontext nicht als „kreativer Selbstzweck“ eingesetzt wurde, sondern als Strukturierungsinstrument für ein reales Technologie- und Betriebssetting: Die Bewohner:innen sollten (1) die Funktionslogik des Systems verstehen, (2) eigene Fragen und Anforderungen formulieren können und (3) dadurch zur Akzeptanzbildung und zur Qualitätssicherung (Usability, Verständlichkeit, Betriebsfähigkeit) beitragen.

Stakeholder-Analyse als Ausgangspunkt

Den Startpunkt bildete eine Stakeholderanalyse, die zum Ziel hatte, keine Person zu übersehen, die für die Entstehung und den Betrieb der EEG relevant ist, und die Rollen/Dynamiken im Prozess

frühzeitig sichtbar zu machen. In der Stakeholderanalyse wurde dazu eine Charakterisierung entlang einer RACI-Logik vorgenommen (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) (siehe Vienken 2024). Ergänzend wurden – je Stakeholdergruppe – Interessen, Ressourcen/Fähigkeiten sowie der Grad des Engagements eingeschätzt, um daraus Kommunikations- und Beteiligungsbedarfe abzuleiten.

Für die Nutzer:innen-Einbindung ist an dieser Stelle methodisch entscheidend, dass Mieter:innen/Bewohner:innen nicht „nur“ Informationsadressat:innen sind, sondern als Stakeholdergruppe mit eigener Erwartungs- und Nutzenlogik auftreten: In der Analyse wird explizit eine heterogene Bewohner:innenschaft mit unterschiedlichen Interessen erwartet; zugleich wird betont, dass das Interesse (z.B. an Nachhaltigkeit) häufig mit Wirtschaftlichkeit bzw. Betriebskosten verknüpft bewertet wird.

Diese Perspektive beeinflusste die Kommunikationsstrategie: Erklärungen sollten nicht nur technisch korrekt, sondern alltagsnah, nutzenorientiert und transparent sein.

Prozessdesign und Einbettung in Arbeitspaketlogik

Auf Basis der Stakeholderanalyse wurde ein Co-Creation-Prozess für die Nutzer:innen-Einbindung konzipiert, der mehrere partizipative Formate (z.B. Workshop- und Informationsformate) vorsah.

Die Prozessarchitektur folgt dabei einer Sequenz, die sich auch in den real umgesetzten Formaten wiederfindet:

- Erstens **Orientierung und Erwartungsmanagement**: Herstellung eines gemeinsamen Grundverständnisses über System, Rollen und Abrechnung (Was ist die EEG? Was ist im Quartier zentral, was individuell? Was bedeutet Eigenverbrauch vs. Netzbezug?).
- Zweitens **Aktivierung und Beteiligung**: Einbindung durch Q&A, Workshops, Vor-Ort-Termine sowie zugängliche Informationsmaterialien, die die Teilnahme an der EEG erleichtern und Motivation stützen sollten.
- Drittens **Befähigung und Nutzungskompetenz**: Vermittlung von „Bedienwissen“ (z.B. App/Portal-Ansichten, Steuerungsprinzipien der Optimierung) sowie Überführung von Fragen/Feedback in Use Cases bzw. Usability-Themen.

Viertens **Verstetigung im Betrieb**: Aufbau von dauerhaft abrufbaren Informationsformaten und einer proaktiven Kommunikation im Betrieb (z.B. wiederkehrende Informationen statt rein reaktiver Antworten), um Transparenz und Vertrauen zu sichern.

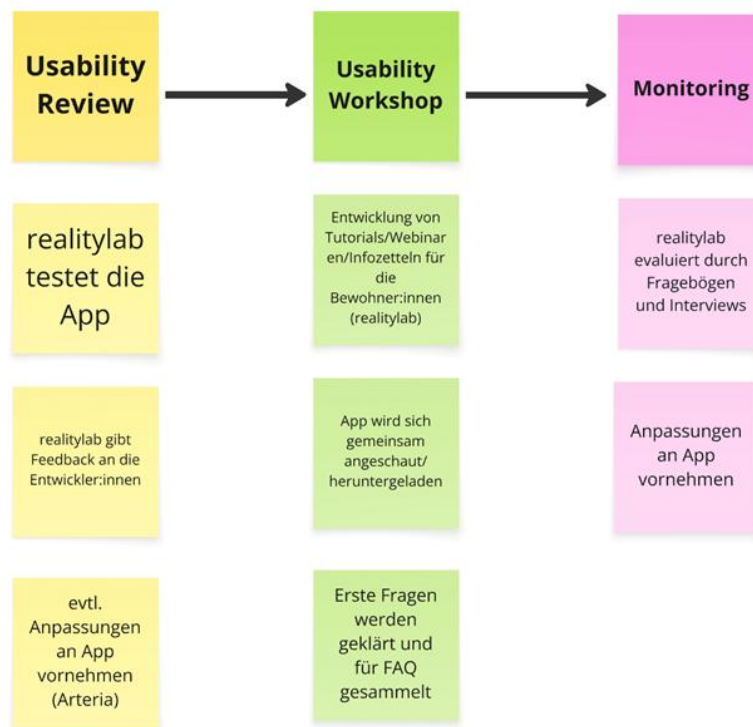


Abbildung 4: Co-Creation-Prozess

Formatmix als zentrales methodisches Prinzip

Ein Kernelement der Einbindung war der Mix aus synchronen (live) und asynchronen Formaten. Dies folgt der Beobachtung, dass sehr komplexe Infrastrukturen nicht in einem einzigen Termin „abschließend erklärt“ werden können, sondern Wiederholung, unterschiedliche Erklärtiefen und verschiedene Zugänge benötigen.

Synchrone Formate dienten vor allem dem Vertrauensaufbau, dem „Übersetzen“ technischer Inhalte in alltagstaugliche Sprache und dem direkten Bearbeiten von Fragen:

- Ein Info- und Kennenlernabend mit Vorstellungsrunde, Erklärung der Wärme- und Stromversorgung, Darstellung von Daten- und Zahlungsflüssen, Raum für Fragen sowie Technik-Führung.
- Ein Webinar-Format, das die Funktionsweise des Energiesystems, die Energiegemeinschaft sowie konkrete Optimierungsmöglichkeiten vermittelte und Raum für Fragen vorsah.
- Ein Workshop vor Ort, in dem u.a. die neue Warmwasser-Speicher-/Optimierungslogik (DynaStrat/GreenCharge) und die dazugehörige App vorgestellt wurden.

Asynchrone Formate zielten auf Wiederholbarkeit, Zugänglichkeit und „Onboarding über Zeit“ – insbesondere wichtig in einem Mietwohnsetting mit Zu- und Wegzug sowie heterogener Zeitverfügbarkeit:

- Handouts/Infomaterialien zur Erklärung des Energiesystems und zur Anmeldung in der Energiegemeinschaft (ausdrücklich als nachhaltige Dokumente auch für „nachkommende Mieter:innen-Generationen“ beschrieben).
- Der Ansatz, Erklärformate wie kurze Hilfetexte, QR-basierte Einstiege oder Erklärvideos ergänzend bereitzustellen, wird im Leitfaden als Teil eines Betriebskonzepts empfohlen und in Stakeholderinterviews als notwendig betont (bildliche Darstellung/Erklärvideo).
- Zusätzlich wurde ein Tutorial-Video aufbereitet, das als niederschwelliger Zugang für die Nutzer:innen-Schulung fungiert (ergänzend zu den Live-Terminen).

Visualisierung und Übersetzung komplexer Systemlogik

Ein wiederkehrendes methodisches Element war die Visualisierung: Vonseiten der Bewohner:innen wurde mehrfach betont, dass ein korrektes, gemeinsames „Systembild“ (als Zeichnung, Schaubild oder Video) frühzeitig erforderlich ist, um Missverständnisse zu vermeiden und zu verhindern, dass über Jahre hinweg fachlich falsche Darstellungen zirkulieren. Dies wurde in den Kommunikationsformaten konkret umgesetzt, indem z.B. am Kennenlernabend Prozessgrafiken zu Gesamtverbrauch/Erzeugung, Datenflüssen sowie Zahlungs- und Abrechnungsflüssen verwendet wurden.

Im Webinar wurden zusätzlich reale (oder realitätsnahe) Portal-/Dashboardansichten gezeigt, um Transparenz über Eigenverbrauch, Netzbezug und Energiegemeinschaftsanteile zu erzeugen und den Nutzen einer besseren Eigenverbrauchsoptimierung verständlich zu machen (z.B. Veranschaulichung hoher Netzeinspeisungsanteile). Diese Visualisierungen funktionieren methodisch als „Boundary Objects“ zwischen Expert:innen- und Laienwissen: Sie machen abstrakte Systemzustände (Eigenverbrauchsquote, Einspeisung, Lastprofile) konkret und verhandelbar.

Qualitative Feedback- und Evaluationsmethoden

Die Einbindung war nicht auf Einweg-Kommunikation ausgelegt, sondern beinhaltete strukturierte Rückkopplungsschleifen:

- **Situatives Feedback** in Q&A-Phasen (Infoabend/Webinar) sowie im Workshopsetting vor Ort.
- **Qualitative Interviews** mit zentralen Stakeholdern (u.a. Dienstleister- und Technologieperspektive) sowie mit Bewohner:innen zur Erhebung von Erwartungen, Verständnisproblemen, Informationsbedarfen und Akzeptanzfaktoren.
- **Dokumentation und Generalisierung:** Erkenntnisse sollten nicht nur projektintern verfügbar sein und wurden somit in einen Leitfaden für Folgeprojekte überführt.

Als Ergebnis dieser Feedbackmethodik entstand ein qualitatives Bild darüber, welche Inhalte bei Nutzer:innen tatsächlich ankommen, wo Missverständnisse entstehen (z.B. „Speicher“ = Stromspeicher vs. Wärmespeicher) und welche Formen der Transparenz im Betrieb als notwendig empfunden werden.

4 Ergebnisse

4.1 Planungstool für Plus-Energiegemeinschaften

Wie schon zuvor beschrieben wurde das Planungstool der Arteria Plattform speziell für den Einsatz in diesem Projekt weiterentwickelt. In Abbildung 2 wurde die Modellierung des Quartiers aus der Vogelperspektive gezeigt. In diesem Abschnitt soll nun speziell auf die Implementierung der neuen Komponenten sowie der Ergebnisse eingegangen werden.

Die zentrale Komponente zur Modellierung der Energiegemeinschaft ist das Gebäude, bzw. in ihr die Wohneinheit. Die Möglichkeiten die Wohneinheit technisch zu spezifizieren ist in Abbildung 5 dargestellt.

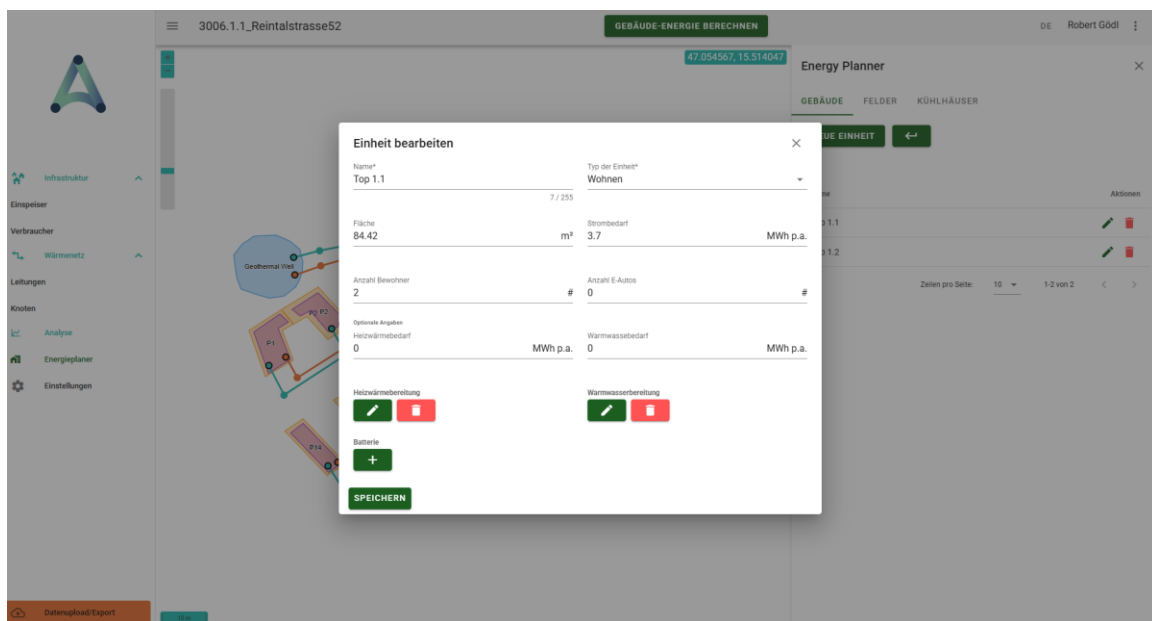


Abbildung 5: Modellierung der Wohneinheit (Quelle: Arteria Plattform)

Dabei wird neben dem Strom- und Wärmebedarf, vor allem Angaben zum Heizwärme und Warmwasserbedarf gemacht, sowie welche Technologien dafür zum Einsatz kommen. Zu sehen ist das in Abbildung 6, welche es erlaubt für jede Wohneinheit den Typ für Heizwärme und Warmwasser einzustellen und zu konfigurieren.

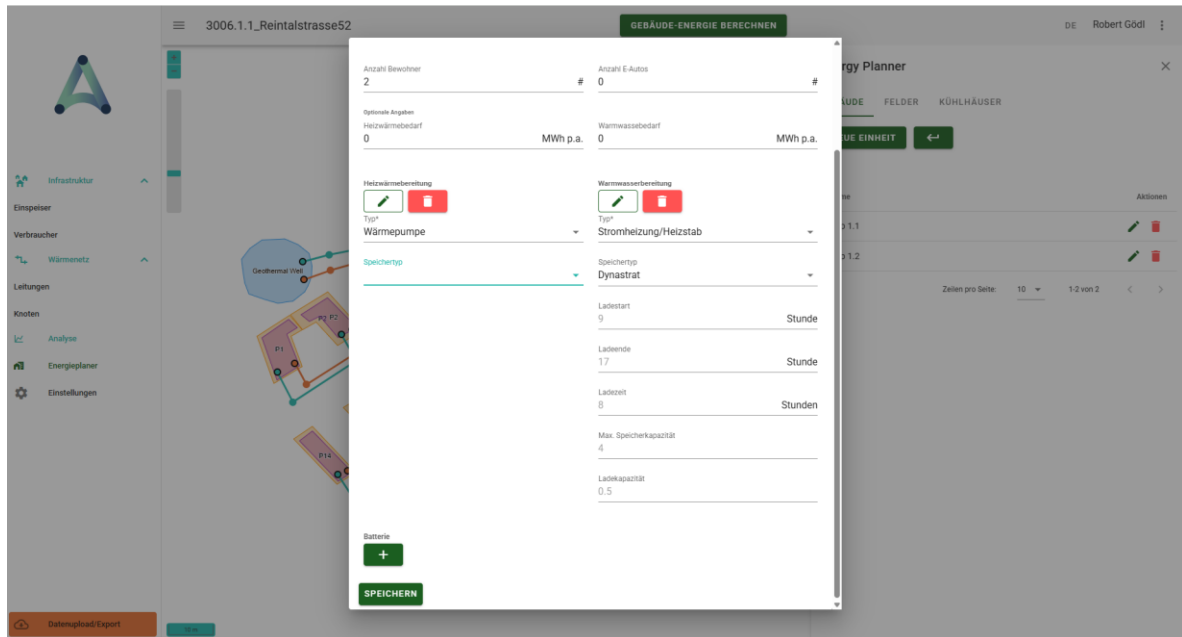


Abbildung 6: Modellierung Wärmeversorgung (Quelle: Arteria Plattform)

Bei dieser Beispielwohneinheit ist zu erkennen, dass die Heizwärmebereitstellung „Wärmepumpe“ eingestellt wurde. Dies aufgrund der Tatsache, dass der Heizwärmebedarf komplett über das lokale Wärmenetz gedeckt wird und dadurch aus der Versorgung durch die Energiegemeinschaft entfällt. Die Warmwasserbereitung wird jedoch über „Stromheizung - Dynastrat“ konfiguriert, wobei damit der Warmwasserbedarf, der als Standardzeitreihe hinterlegt, wird komplett durch das Dynastrat System versorgt werden soll. Zusätzlich zu erkennen ist die komplexe Konfiguration der Dynastrat Komponente, wobei hier z.B. Details zu möglichen Ladezeiten eingestellt werden können.

Neben der Wärmeversorgung wurde auch die Batteriemodellierung in die Plattform integriert, siehe Abbildung 7. Für das SoC Modell wurden Parameter wie Kapazität in kWh, max. Lade- und Entladeleistung sowie spez. Kosten hinterlegt. Der Betriebsalgorithmus der Batterie integriert dann eine simple SoC Logik, wobei die Batterie immer mit dem max. verfügbaren EEG Strom geladen wird bis sie ganz voll ist. In Zeiten wo der EEG Strom nicht ausreicht um alle Verbraucher zu versorgen, entlädt sich die Batterie bis auf 10% Nennkapazität. Dies erlaubt eine erste Abschätzung der Nützlichkeit der Batterie als flexiblen Prosumer in der Plus-Energiegemeinschaft.

Batterie




Kapazität*	kWh	spez. Kosten	0	€/kWh
Startkapazität	10	%	nom. Kapazität	11.04 kWh
nom. Entladeleistung	10.2	kW	nom. Ladeleistung	10.2 kW

SPEICHERN

Abbildung 7: Batteriemodellierung (Quelle: Arteria Plattform)

Nachdem diese Modellierungen für alle Wohneinheiten durchgeführt wurde, kann eine Jahressimulation der Energiegemeinschaft erfolgen. Dabei wird im 15min Zeitschritten die Erzeugungs und Verbrauchsprofile erstellt und die jeweils dynamische Zuordnung des EEG Stroms berechnet. Dies erlaubt zu jeder ¼ Stunde im Jahr zu berechnen, wieviel des lokal erzeugten Stroms auch tatsächlich in der EEG verbraucht wurde.

Abbildung 8 zeigt nun die Ergebnisse dieser Jahresberechnung beispielhaft für eine Woche im Juni. Dabei ist folgendes zu erkennen:

- PV Erzeugung (hellgrüne Spitzen)
- EEG-Eigenverbrauch (dunkelgrüne Flächen)
- Netzbezug der Haushalte (schwarze Flächen)

In Summe wurde für diese Woche eine Eigenverbrauchsquote von ca. 28% sowie ein Eigennutzungsgrad von 48% erzielt. Dies Darstellung betrifft nun das gesamte Projektquartier. Sie kann jedoch auf jede beliebige Wohneinheit heruntergebrochen werden, da die Modellierung des Quartiers eigentlich die aggregierte Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Wohneinheiten ist. Als Beispiel ist in Abbildung 9 das Ergebnis für Wohneinheit „TOP 13“ angegeben. Hier ist schön zu erkennen welche Teile des Stromverbrauchs über den Eigenverbrauch der eigenen PV am Dach (grün) bzw. welcher Teil von der Energiegemeinschaft (pink) versorgt wird. Aufgrund der Tatsache dass auf diesem Haus eine PV Anlage installiert ist, wird ein Großteil der verfügbaren Leistung schon als hausinterner Eigenverbrauch abgedeckt. Nur ein relativ kleiner Teil wird von einem benachbarten Gebäude geliefert.

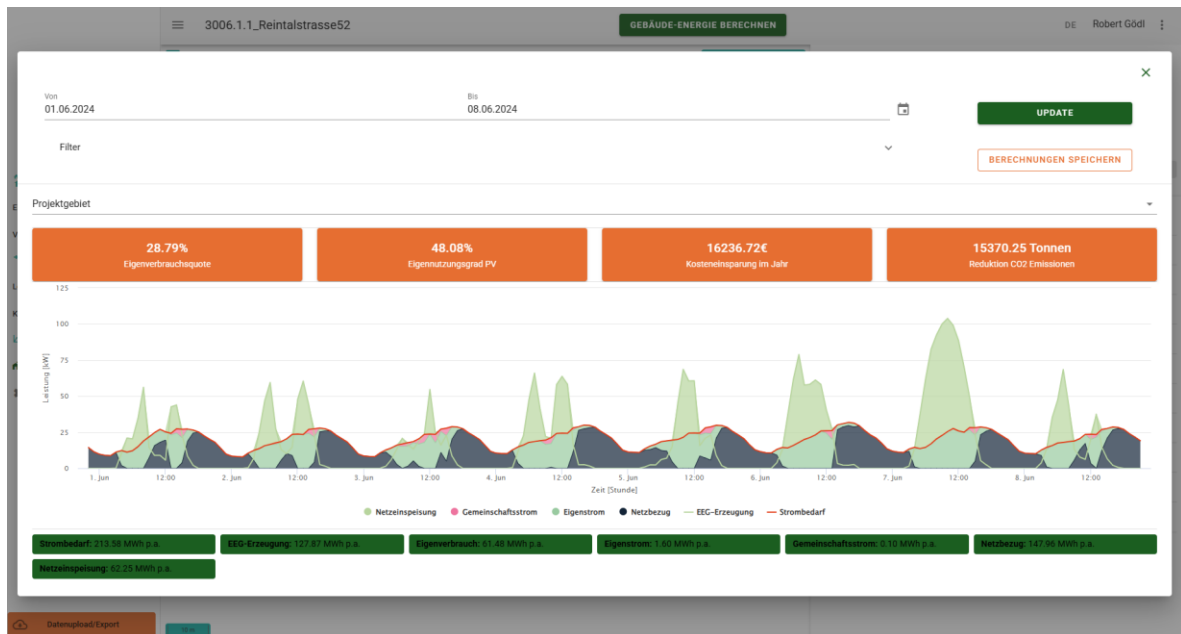


Abbildung 8: Ergebnisse für 1 Woche im Juni (Quelle: Arteria Plattform)

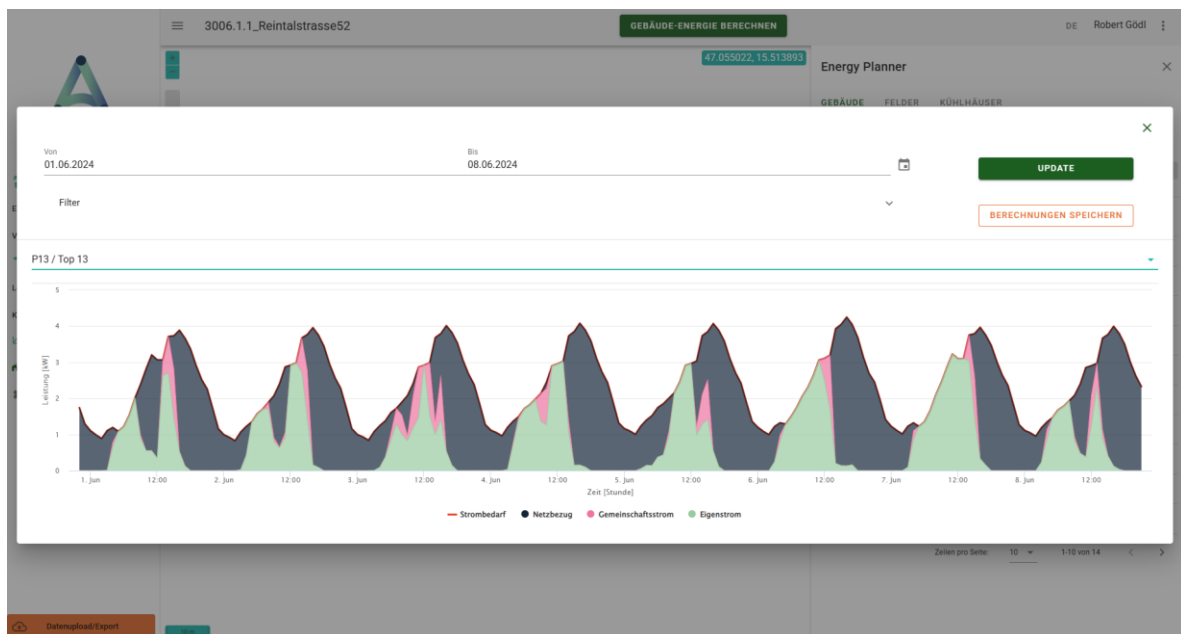


Abbildung 9: Ergebnisse für TOP13 (Quelle: Arteria Plattform)

Vergleicht man jedoch die Ergebnisse von TOP 13 mit jenen von TOP 10 in Abbildung 10 zeigt sich beim Letzteren, dass der Großteil des Eigenverbrauchs hier direkt aus der Energiegemeinschaft stammt (pink).

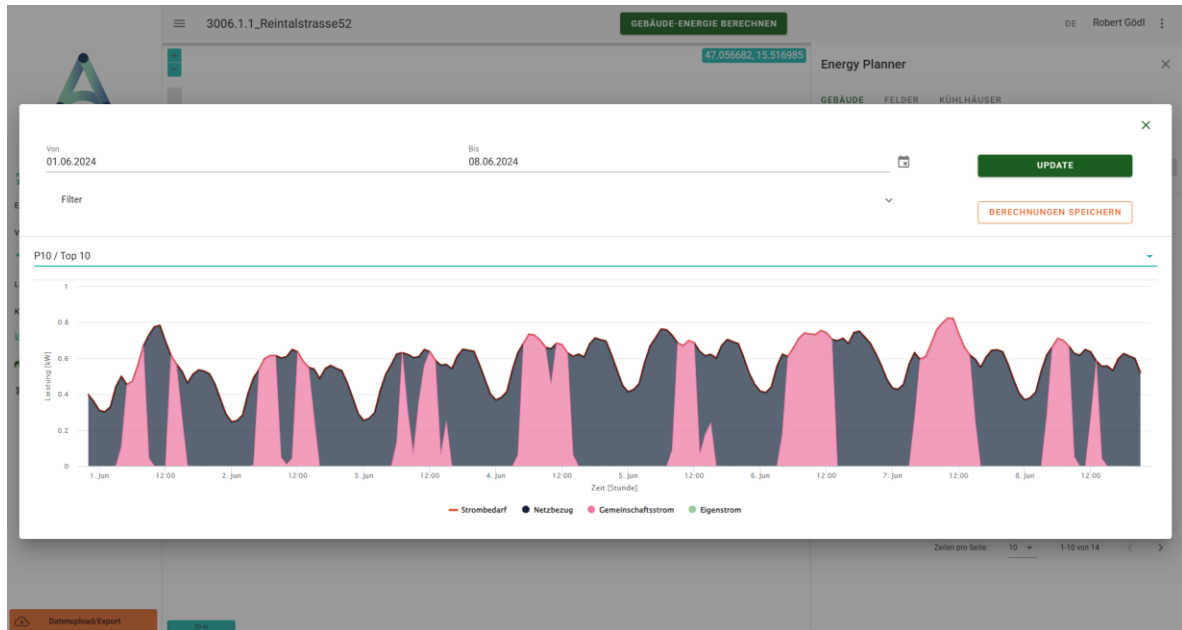


Abbildung 10: Ergebnisse TOP10 (Quelle: Arteria Plattform)

Grund dafür ist die Tatsache, dass TOP10 als Teil des Baufelds2 erst später eine PV Anlage bekommen hat. Und in der Erstsimulation des Quartiers zu Beginn des Projekts dieses Gebäude noch über keine PV-Anlage verfügt hat. Dies wurde natürlich im Laufe des Projekts nachgezogen, wichtig erscheint jedoch hier an dieser Stelle der Verweis auf die Flexibilität und Modularität des Modellierungsansatzes, der genau jene dynamischen Veränderungen in realen Quartierentwicklungen berücksichtigen kann.

4.2 Umsetzung der #EEG+ im Quartier

Vor der Umsetzung im Feld war es notwendig, die Eignung des greencharge-Moduls im werkseigenen Labor zu testen. Hierfür wurden zahlreiche Messreihen durchgeführt, um die Funktionalität, Temperatur bei Dauerbelastung, Stabilität der Verbindung sowie der Bedienung am Gerät und über die App zu testen.



Abbildung 11: Vorbereitungen am internen Teststand (Quelle: Teststand Pink)

Mithilfe des Teststandes konnte der Aufheizvorgang im Offlinemodus nachgebildet und getestet werden. Wichtig dabei war zu eruieren, inwieweit das neu verbaute Elektronikmodul den aktuellen Anforderungen an die Thermostatschaltung genügt. Dies wurde mittels Sensormessdaten validiert.

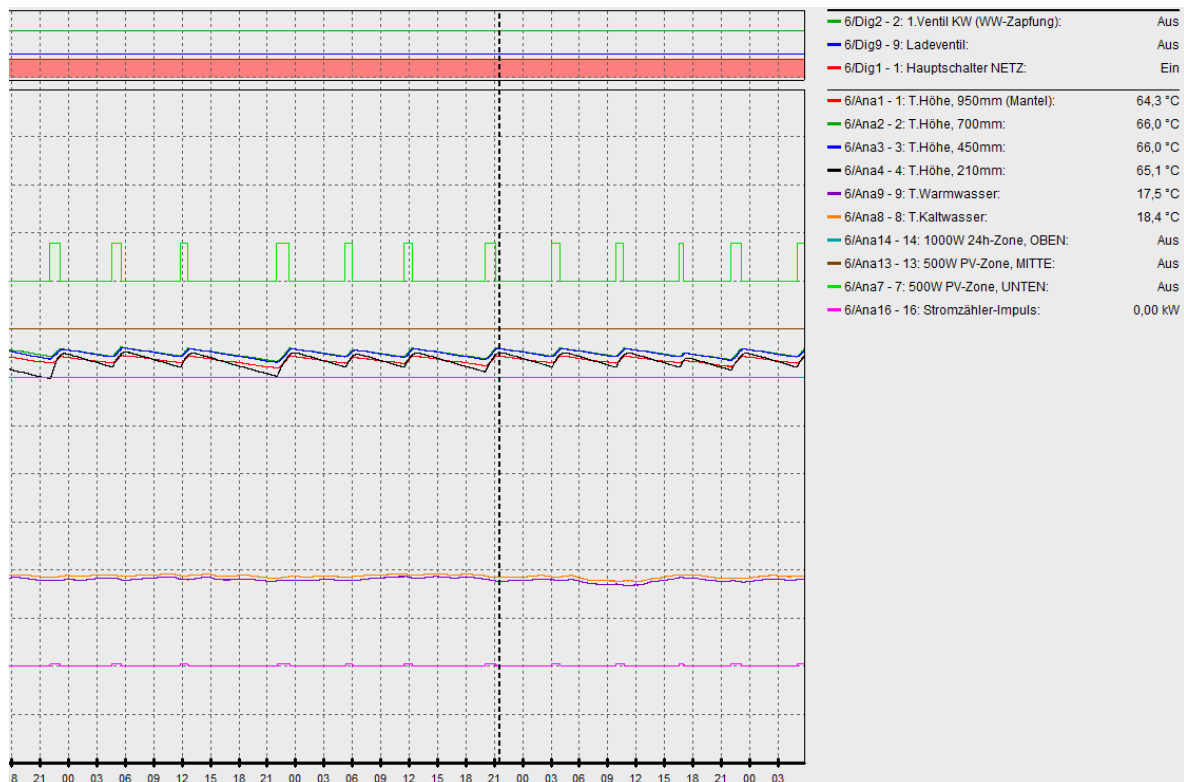


Abbildung 12: Testreihe zur Temperaturmessung im Klemmraum (Quelle: Teststand Pink)

Im Rahmen des Projektes wurden bei 19 DynaStrat-Warmwasserspeichern in den einzelnen Wohnungen die greencharge-Module nachgerüstet. Diese Module ermöglichen eine aktive Steuerung der Warmwasser-Heizzeiten in Abhängigkeit von der in der Energiegemeinschaft verfügbaren Energie. Dank der patentierten DynaStrat-Technologie wird Ihr Warmwasserspeicher intelligent geschichtet: Oben steht immer heißes Wasser zur Verfügung, während unten die überschüssige Energie effizient gespeichert wird. Das sorgt für maximale Nutzung erneuerbarer Energie und reduziert den Netzbezug erheblich.

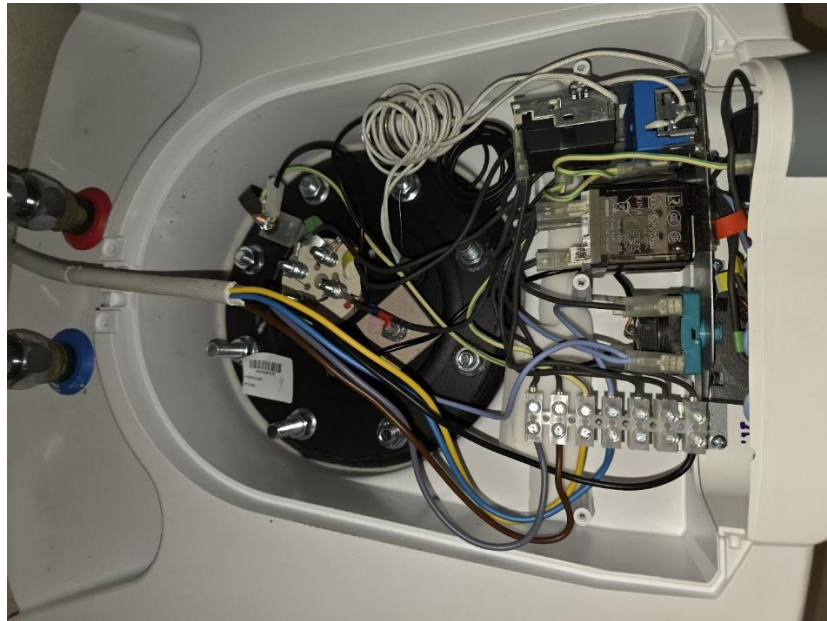


Abbildung 13: Dynastrat Boiler vor dem Einbau (Quelle: Teststand Pink)

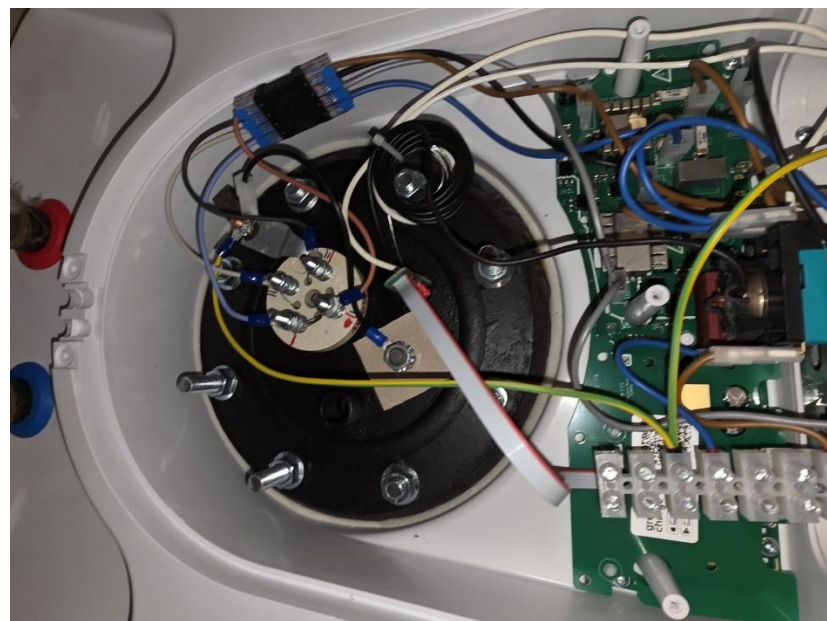


Abbildung 14: Dynastrat Boiler mit eingebautem greencharge Modul (Quelle: Teststand Pink)

Um die Funktionsweise des greencharge Moduls zu testen wurde eine Logik implementiert, bei der das gelbe Lämpchen am Speicher leuchtet, sobald der Speicher an den Netzstrom angeschlossen wird.



Abbildung 15: Inbetriebnahme des Speichers (Quelle: Teststand Pink)

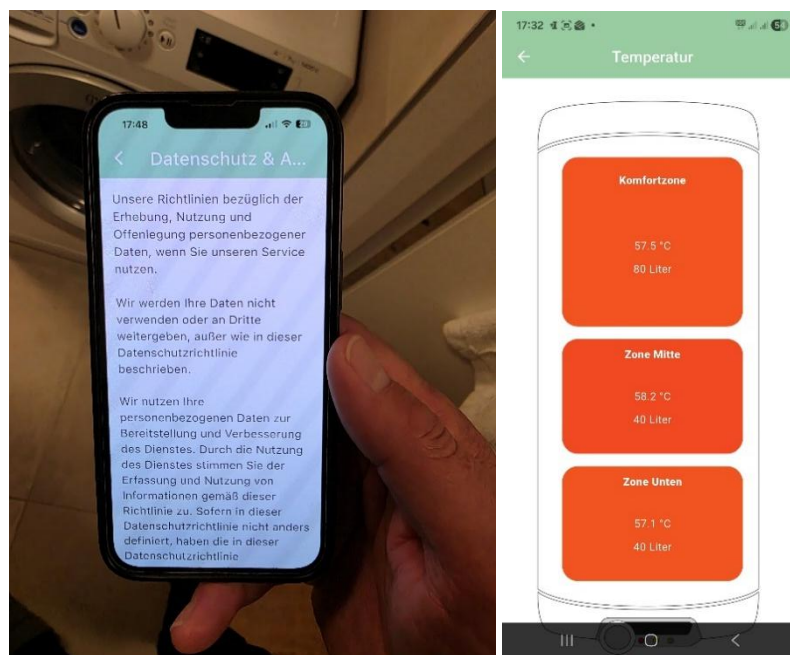


Abbildung 16: Verbindung zur App (Quelle Teststand Pink)

Nach dem Einbau erfolgte die Einrichtung der App sowie eine Funktionskontrolle – der Speicher wurde aufgeheizt.

4.3 Stakeholderbegeleitung und Nutzer:inneneinbindung

Im Folgenden werden nun die zuvor beschriebenen Methoden, Vorgehensweisen und Prozesse in ihren konkreten Ergebnissen dargestellt. Zunächst werden die zentralen Ergebnisse der Stakeholderanalyse erläutert und dann die Onboarding- und Informationsformate aufgezeigt. Darüber hinaus werden die Ergebnisse der Workshops sowie die Erkenntnisse der Online-Befragungen und qualitativen Interviews beschrieben. Nachdem die für den Leitfaden wichtigen Erkenntnisse kurz dargelegt werden, werden im Abschluss die zentralen Ergebnisse reflektiert und bewertet.

Ergebnislinie: Stakeholderanalyse als Prozess- und Kommunikationsgrundlage

Ein zentrales Ergebnis ist die abgeschlossene Stakeholderanalyse, die die relevanten Akteursgruppen im Quartier identifiziert, charakterisiert und ihre Rolle im Prozess sichtbar gemacht hat. Für die Praxis der Nutzer:innen-Einbindung hatte diese Analyse drei direkte Effekte:

Erstens entstand ein explizites Bild der „kritischen Schnittstellen“: Besonders hervor traten die Übergänge zwischen Projektentwicklung/Bauträger, Hausverwaltung und Dienstleister für Energiegemeinschaften – weil genau an diesen Übergängen Informationen, Zuständigkeiten und Erwartungshaltungen zusammenlaufen.

Stakeholder Netzwerk Analyse

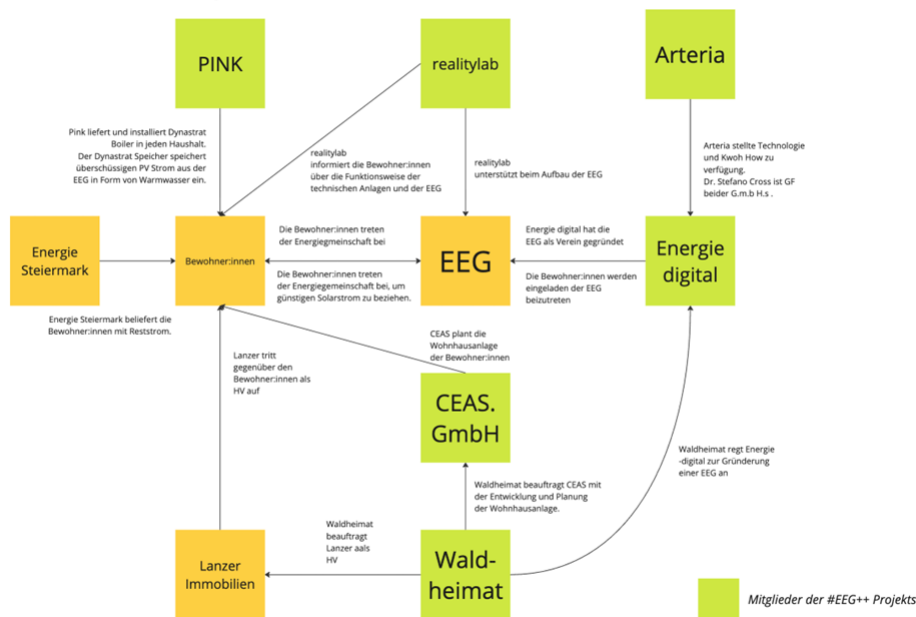


Abbildung 17: Stakeholder Netzwerk Analyse (Quelle: realitylab)

Zweitens wurde die Bewohner:innengruppe als „entscheidender Stakeholder“ eingeordnet und zugleich als heterogen beschrieben; damit war methodisch begründet, dass Kommunikationsformate unterschiedliche Wissensstände adressieren und verschiedene Motive (ökologisch/ökonomisch/pragmatisch) berücksichtigen müssen, wobei das ökonomische Motiv im Vordergrund steht.

Drittens machte die Analyse sichtbar, dass einzelne Stakeholder (z.B. Hausverwaltung) mit begrenzten Ressourcen operieren und daher einerseits entlastende, standardisierte Informationsartefakte benötigen (z.B. Infoblätter), andererseits ihre Rolle und Verantwortlichkeit im Betriebsmodell klar nachvollziehen müssen, um Vertrauen nicht zu gefährden.

Ergebnislinie: Onboarding- und Informationsformate für Bewohner:innen

Info- und Kennenlernabend als Startpunkt für Systemverständnis

Der Info- und Kennenlernabend am 03.05.2024 (Wohnhausanlage Reintalsstraße) ist als zentrales Onboarding-Format zu betrachten. Das Format war mehrstufig aufgebaut: Vorstellungsrunde, Erklärung der Strom- und Wärmeversorgung, Einführung in ein digitales Quartiermodell, Einordnung der „Energiegemeinschaft Plus“, Raum für Fragen sowie eine Technik-Führung.



Abbildung 18: Kennlern- und Infoveranstaltung (03.05.2024) (Quelle: realitylab)

Als Ergebnis dieses Formats kann die Bereitstellung eines verständlichen „Startnarrativs“ für die Bewohner:innen festgehalten werden: Das System wurde nicht nur über Komponentenlisten erklärt, sondern über Prozesslogik (Erzeugung/Verbrauch, Messpunkte, Netzeinbindung) und über die Abwicklungslogik von Daten und Zahlungen (Beziehungen zwischen Mieter:innen, Energiegemeinschaft, Hausverwaltung und Energieversorger). Diese Visualisierung der Daten- und Zahlungsflüsse ist für Akzeptanz zentral, weil sie „unsichtbare“ Prozesse (Abrechnung, Energiegutschriften, Datenwege) nachvollziehbar macht und damit häufige Quellen von Misstrauen reduziert.

Ergebnislinie: Handouts und Infomaterialien als skalierbares Wissensartefakt

Das Ergebnis liegt damit nicht nur im einzelnen Termin, sondern in der dauerhaften Verfügbarkeit eines Einstiegsdokuments. Gerade im Mietwohnsetting ist dies methodisch bedeutsam, weil Wissensaufbau nicht an einzelne Personen gebunden bleiben darf, sondern in artefaktbasierte Onboarding-Prozesse überführt werden muss.

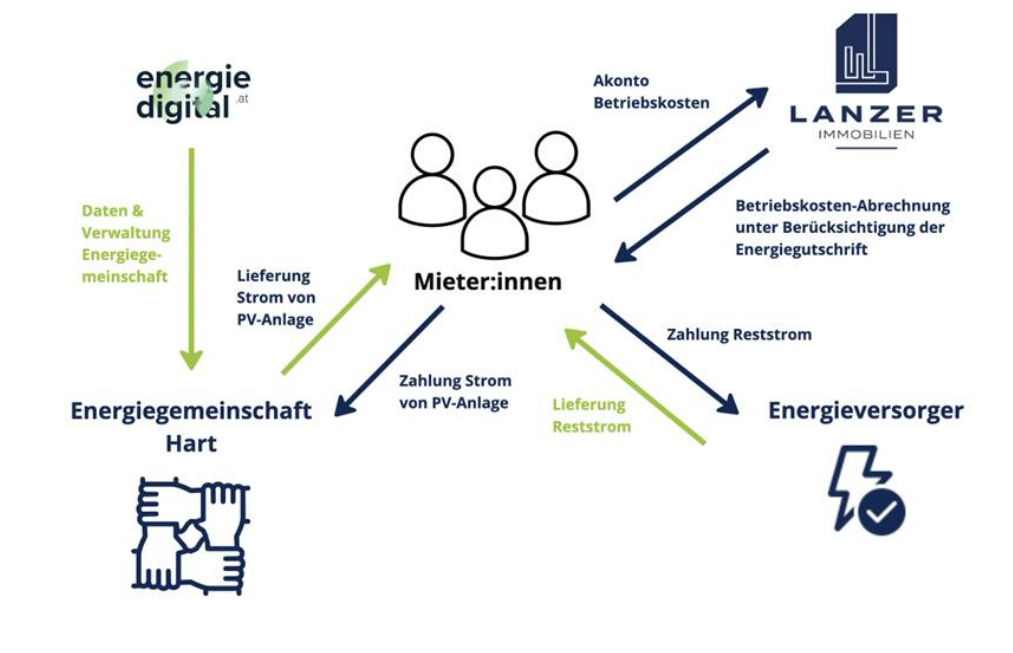


Abbildung 19: Visualisierung aller Akteur:innen und ihrer Rollen aus der Perspektive der Mieter:innen (Quelle: realitylab)

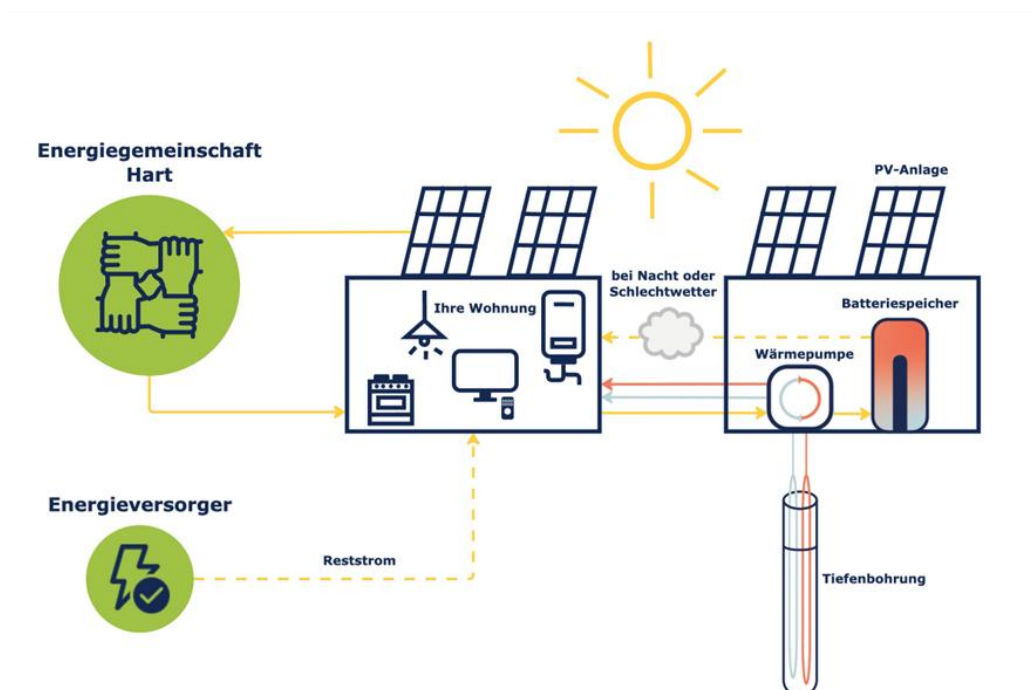


Abbildung 20: Visualisierung des Prinzips der Energiegemeinschaft (Quelle: realitylab)

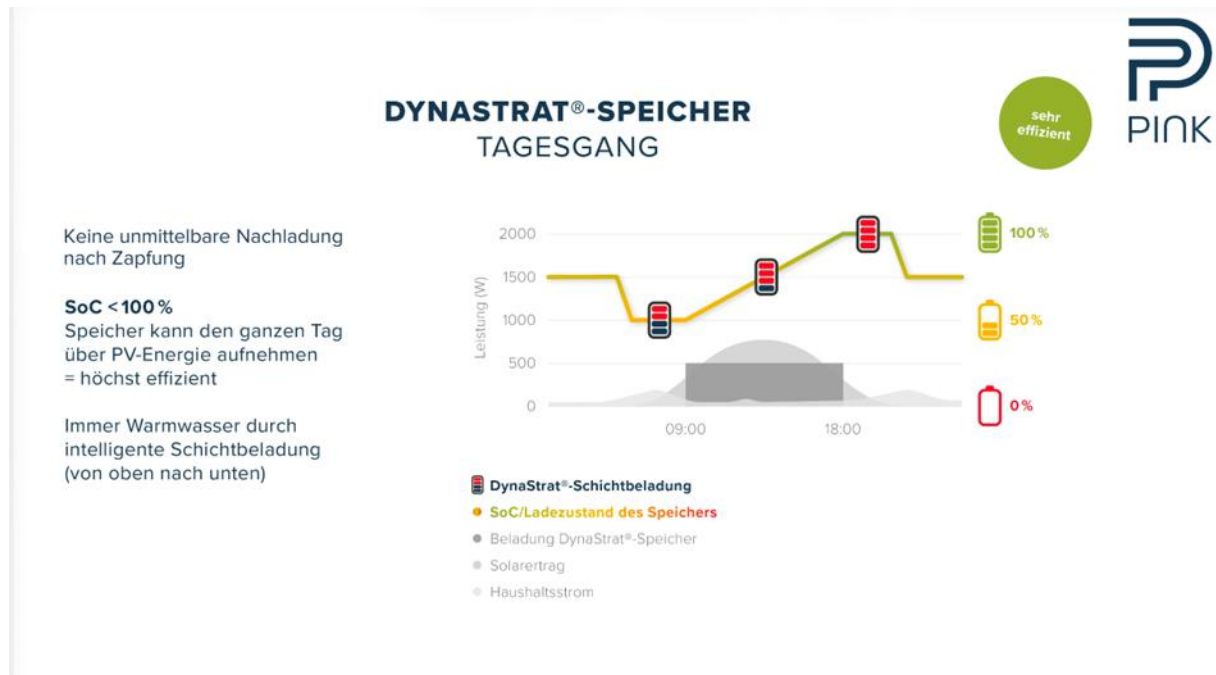


Abbildung 21: Infomaterial zum Dynastrat-Speicher (Quelle: realitylab)

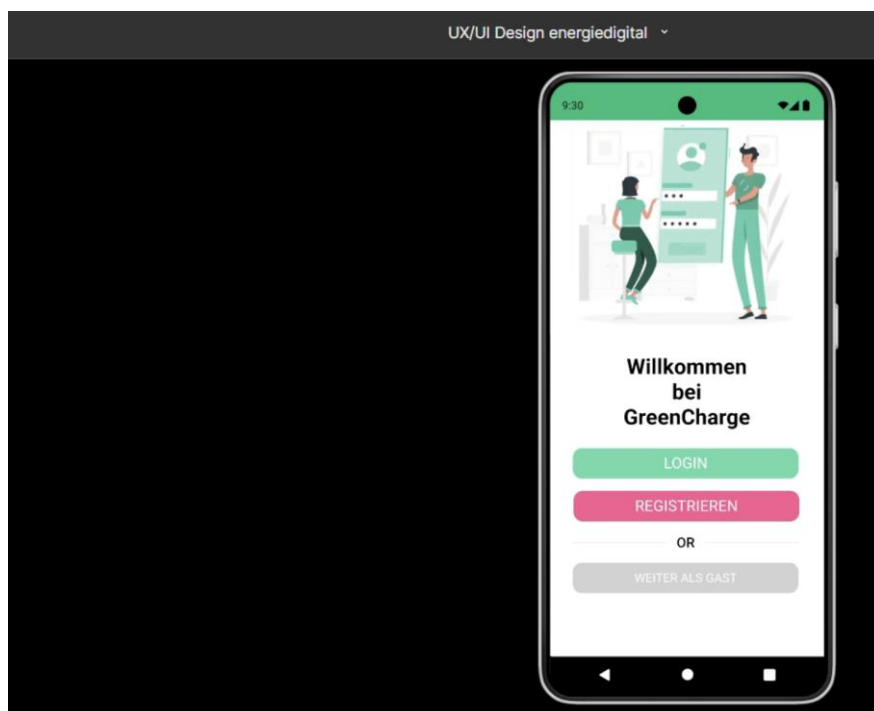


Abbildung 22: Erklärvideo zur GreenCharge App (Quelle: realitylab)

Webinar als niederschwellige, wiederholbare Einbindung

Die Webinare „Energiegemeinschaft Reintalstraße 52“ und „Wärme- und Stromversorgung in Ihrer Wohnhausanlage + Optimierungsmöglichkeiten“ wurden am 07.03.2025 und am 27.06.2025 als Kommunikations- und Beteiligungsformat durchgeführt. Inhaltlich kombinierten beide Formate in unterschiedlicher Form (1) Projektvorstellung, (2) Erklärung der lokalen Wärme- und Stromerzeugung, (3) Einführung Energiegemeinschaft, (4) DynaStrat („Sonnenstrom als Warmwasser speichern“), (5) GreenCharge („Mehr sparen oder mehr Komfort?“), (6) nächste Schritte („Bitte mitmachen!“) und (7) Zeit für Fragen.

Ein wesentliches Ergebnis des Webinars am 27.06.2025 ist die Übersetzung abstrakter „Optimierungsziele“ in konkrete, nachvollziehbare Beobachtungen: Über Portal-/Dashboardansichten wurde illustriert, dass ein erheblicher Anteil des PV-Stroms zeitweise ins Netz fließt und der Eigenversorgungsanteil (im gezeigten Beispiel) nur rund ein Drittel beträgt. Daraus wurde die Logik der Eigenverbrauchsmaximierung abgeleitet: Je mehr Eigenverbrauch und Energiegemeinschaftsverbrauch, desto weniger ungünstige Einspeisung bei niedriger Vergütung und desto weniger teurer Rückkauf von Strom zu anderen Tageszeiten.

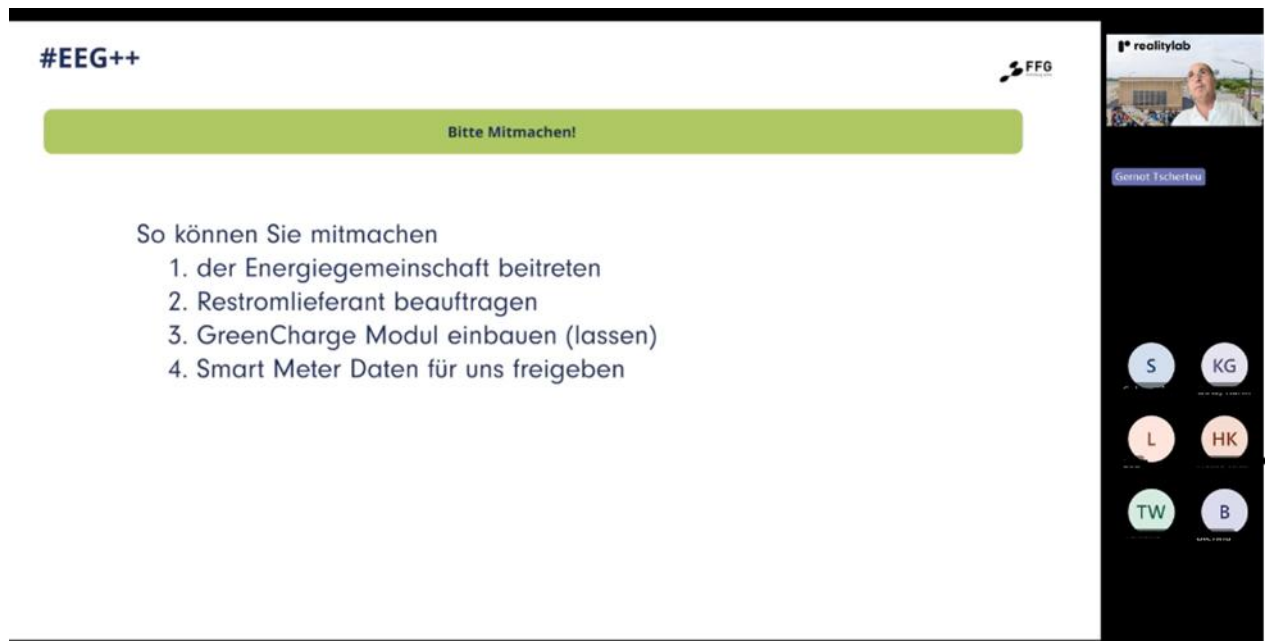


Abbildung 23: Webinar am 07.03.2025. (Quelle: realitylab)

Zugleich wurden im Webinar konkrete Handlungsoptionen vermittelt (z.B. Lastverschiebung „bei Sonnenschein einschalten“, Speicherlogiken) und damit Nutzer:innen nicht nur informiert, sondern aktiv in eine Rolle als Mitgestaltende des Systems versetzt. Diese Befähigung ist für Akzeptanz

entscheidend, weil sie aus dem Gefühl „Technik passiert über mir“ eine Erfahrung von Handlungsfähigkeit macht.

Ergebnislinie: Workshop vor Ort und praktische Resonanzen

Ein weiterer Workshop am 07. November 2025 diente der Wissensvermittlung zum Dynastrat Speicher und der GreenCharge App sowie das Abfragen des Wohlbefindens und des Kenntnisstandes der Bewohner:innen. Als Ergebnis lassen sich drei miteinander verknüpfte Beobachtungen herausarbeiten:

Erstens zeigte die geringe Teilnahme (ca. 4–7 Nachbar:innen, trotz stabiler Wetterlage) und damit eine begrenzte Reichweite eines Outdoor-Formats; zugleich konnte festgestellt werden, dass Terminierung und Format stärker an Arbeits- und Alltagsrhythmen der Bewohner:innen angepasst werden müssen, um Beteiligung zu erhöhen.

Zweitens war ein dominantes Thema die Speicherfrage: Bewohner:innen artikulierten Frust darüber, dass tagsüber viel PV-Strom produziert wird, sie aber aufgrund von Erwerbsarbeit vor allem abends Bedarf haben und dann Netzstrom beziehen müssen; ein Stromspeicher wird explizit als fehlend bzw. als Erwartungslücke beschrieben. Diese Beobachtung ist nicht nur „Meinung“, sondern ein zentraler Akzeptanz- und Kommunikationshebel: Der Begriff „Speicher“ wurde offenbar vor Einzug nicht eindeutig verstanden (elektrischer Speicher vs. Wärmespeicher), was zu Enttäuschung und Kritik an unzureichender Aufklärung führte.

Drittens wurde im Workshop die DynaStrat-basierte Speichermöglichkeit als Warmwasserspeicher vorgestellt, einschließlich App-Steuerung und der Perspektive, warmes Wasser bevorzugt bei PV-Überschuss bzw. niedrigen Strompreisen zu erzeugen. Die Reaktion war offen und interessiert, zugleich aber mit dem Hinweis verbunden, dass kommunikativ zuvor Erwartungen geweckt wurden (z.B. „komplett energieautark“, „Strompreis vollständig über Miete abgedeckt“), die im realen Betrieb so nicht zutreffen.

Die Schlussfolgerung aus dem Workshop (und damit ein zentrales Ergebnis im Sinne der Nutzer:innen-Einbindung) ist daher ausdrücklich: Bewohner:innen müssen „mehr mitgenommen“ werden; komplexe technische Infrastrukturen benötigen vereinfachte, abrufbare Erklärungen und noch kontinuierlichere Kommunikationsarbeit.



Abbildung 24: Workshop 7.11.2025 (Quelle: realitylab)

Ergebnislinie: Qualitative Einsichten aus Interviews

Bewohner:innenperspektive: Kosten-/Vertragslogik und Transparenzbedarf

Im Interview mit einem Bewohner wird die Entscheidung für das Quartier stark mit der Erwartung stabiler, planbarer Nebenkosten verknüpft: Im Mietvertrag war eine pauschalierte bzw. zugesicherte Strom- und Wärmekostenlogik attraktiv; gleichzeitig wird eine rechtliche Problematik angesprochen (Notwendigkeit eines eigenen Stromvertrags), wodurch die ursprüngliche Erwartung nicht 1:1 erfüllt werden konnte. Auch hier wurde, wie bereits zu Beginn erwähnt, die Motivation Teil der Energiegemeinschaft zu werden, durch den wirtschaftlichen Faktor begründet:

Abbildung 25: Workshop am 07.11.2025.

„B: Ich... bin jetzt sicherlich kein Öeko, sag ich mal, aber wenn es wirtschaftlich Sinn macht, dann ... bin ich auch dafür. Und ich find es spannend, so was mal aus erster Hand zu erleben, auch“(Interview Bewohner:in).

Für die Nutzer:innen-Einbindung besonders wichtig ist die Transparenzdimension: Der Bewohner beschreibt Interesse am System („Wie funktioniert das?“), aber zugleich Frustration darüber, dass im Energieportal zwar der eigene Verbrauch ersichtlich ist, nicht jedoch die Produktion der Energiegemeinschaft bzw. der systemische Kontext (z.B. Wärmepumpenverbrauch, Gesamterzeugung/Einspeisung).

„B: Ich sehe immer nur, was ich selber verbrauche, aber leider nicht, was die Energiegemeinschaft produziert und was die Wärme(pumpe) verbraucht. Das wären so Sachen, die ich irgendwie noch spannend finden würde, ehrlich gesagt. (...) von meinem Haushalt sehe ich, was ich halt in einem gewissen Zeitraum aus dem Netz bezogen habe und was ich aus der P. V. bekomme. Aber mir fehlt halt, obwohl ich Mitglied der Energiegemeinschaft bin, (...) der Blick (...) reicht das für die Wärmepumpe(...), weil die Wärmepumpe ist nicht bei mir auf dem Stromzähler drauf (ist) (...). Diese Intransparenz (ist) ein bisschen nervig ..., ehrlich gesagt. (Interview Bewohner:in).

Diese Aussage ist methodisch hoch relevant, weil sie Akzeptanz nicht nur an Preis/Ökologie koppelt, sondern auch an Einsichtsfähigkeit: Ohne Datenzugang entsteht ein Gefühl von Intransparenz, das wiederum Misstrauen und geringere Beteiligungsbereitschaft befördert.

Dienstleisterperspektive: Kommunikation als Engpass und Bedarf an Proaktivität

Im Interview mit einem Technologieprovider wird das Projekt einerseits als „cool“ und praxisnah beschrieben, andererseits wird die zentrale Herausforderung betont, die Komplexität des Gesamtsystems den Menschen verständlich zu erklären. Als nicht optimal wird explizit die Kommunikation in #EEG++ benannt (zwischen Eigentümern, Architekten, Hausverwaltung und Bewohner:innen).

Als konkretes Ergebnis dieser Reflexion wird die Notwendigkeit proaktiver Kommunikationsformate abgeleitet:

D: „Ich glaube, man müsste einfach noch viel aktiver kommunizieren und nicht nicht nur auf Anfragen reagieren (...), wir haben vor Ort ja die Infotreffen gemacht und so weiter. aber ich glaube, es würde nicht schaden, immer wieder mal (...) Infos an die Leute rauszuschicken und sie (...) proaktiv zu informieren und sie versuchen einzubinden..“ (Dienstleister, Interview).

Der Interviewpartner benennt zugleich eine strukturelle Grenze: Außerhalb von geförderten Projektkontexten fehlen oft Zeit und Ressourcen für intensive Kommunikation, was den Befund „Kommunikation ist wichtig, aber nicht budgetiert“ als praktischen Zielkonflikt sichtbar macht.

Technologiepartnerperspektive: Frühe Systemklärung, Visualisierung und konsistente Narrative

Im Interview mit einem technischen Akteur wird als Ergebnis- und Lernpunkt betont, dass ein gemeinsames Verständnis über Zweck, Struktur und Funktionsweise der Energiegemeinschaft sehr früh hergestellt werden muss:

„T: Besser machen kann man definitiv, dass man sehr viel, viel früher ein gemeinsames Verständnis schafft, auch bis hin zu den Nutzern oder zu den potenziellen Teilnehmern an dieser Energiegemeinschaft, um was es eigentlich geht. Und das war natürlich in dem konkreten Projekt insofern sehr schwierig, weil (...) unabhängig von unserem Projekt (...) die Leute massiv verwirrt waren mit der (...) Energiegutschrift (Anm: welche Teil des Mietvertrags war) , wo keiner weiß, ob es da um Wärme oder Strom geht (...). Also, dieses Chaos (...) sollte in einem anderen Projekt hoffentlich nicht so sein. Aber umso wichtiger ist es eben, möglichst von Anfang an gut und klar zu kommunizieren: Um was geht es eigentlich? Und eben das auch versuchen, irgendwie entweder bildlich oder in einem Erklärvideo das darzustellen. (Techniker, Interview).“

Als besonders wirksam werden also bildliche Darstellungen bzw. Erklärvideos genannt; zugleich wird kritisiert, dass ein konsistentes, korrektes Gesamtbild des Systems oft fehlt und dadurch fachlich falsche Vereinfachungen über lange Zeit weitergegeben werden können.

Ein zweites Ergebnis aus dieser Perspektive ist die Sichtbarmachung organisatorischer Komplexität: Durch Arbeitsteilung und externe Gewerke entstehen Verantwortungs- und Informationslücken („niemand hat den Gesamthut“), was die Nutzer:innenkommunikation erschwert, weil Nutzer:innen ein konsistentes Gesamtsystem erwarten, während das Projektteam intern entlang Zuständigkeiten fragmentiert ist.

„T: Also zum Beispiel das ganze Wärmepumpensystem, die Batteriespeicher, das sind ja alles Dinge, die ja eigentlich (Bestandteil des Systems sind aber von Firmen außerhalb des Konsortiums errichtet wurden, und wir) jahrelang auf irgendwelche Informationen oder irgendwelche Zugangsdaten gewartet haben. Ja, das hat es natürlich extrem mühsam gemacht. (Techniker, Interview).“

Diese Einsicht ist für Folgeprojekte zentral, weil sie zeigt, dass Nutzer:innen-Einbindung nicht nur „Erklären“ bedeutet, sondern organisationale Abstimmung mit externen Lieferanten und Dienstleister:innen und einheitliche Narrativbildung voraussetzt.

Ergebnislinie: Verdichtung in Leitfaden und Übertragbarkeit

Als eigenständiges Ergebnis der Stakeholderbegleitung wurde ein Leitfadens für Folgeprojekte erstellt. Der Leitfaden verallgemeinert die Projekterfahrungen zu Prinzipien erfolgreicher EEG+-Prozesse, u.a. mit Fokus auf frühe Einbindung, Transparenz/Nachvollziehbarkeit und Co-Creation als Planungsprinzip. Er enthält zudem konkrete Empfehlungen zur Kommunikation im Betrieb (proaktiv statt reaktiv; abrufbare Informationsformate; Erklärformate wie Hilfetexte/Erklärvideo; Betriebskonzept als Kommunikationsrahmen) sowie zur Bedeutung von Transparenz und Vertrauen.

Damit ist ein wesentlicher Output nicht nur „vor Ort wirksam“, sondern als Transferartefakt angelegt: Er unterstützt andere Entwickler:innen, Quartiersbetreiber:innen und Dienstleister

dabei, Nutzer:innen-Einbindung als notwendige Infrastrukturleistung mitzudenken und methodisch zu planen.

Gesamtbewertung der Ergebnisse im Lichte der Zielsetzung

Bezogen auf die Ziele der Stakeholderbegleitung lassen sich drei projektnahe Resultate zusammenfassen:

Erstens wurden tragfähige Formate für initiales Systemverständnis geschaffen (Kennenlernabend, Webinare, Workshop) und durch Visualisierungen/Demonstrationen die „Unsichtbarkeit“ von Daten-, Zahlungs- und Optimierungslogiken reduziert.

Zweitens wurden zentrale Akzeptanzhebel sichtbar gemacht: Erwartungsmanagement („Autarkie“ vs. realer Netzbezug), Speichervorstellungen (Stromspeicher vs. Warmwasserspeicher) sowie Transparenzanforderungen (Zugriff auf Gemeinschafts- und Systemdaten).

Drittens wurde deutlich, dass Nutzer:innen-Einbindung in solchen Quartieren nicht mit einem Einmaltermin abgeschlossen ist: Stakeholderinterviews, Umfragen und Reflexionen der Webinare und Workshops zeigen übereinstimmend die Notwendigkeit proaktiver, wiederholbarer Kommunikation im Betrieb (z.B. regelmäßige Updates) und die methodische Bedeutung abrufbarer Erklärformate.

4.4 Implementierung der Eigenverbrauchsoptimierung

Die Eigenverbrauchsoptimierung stellt einen zentralen Baustein für das Gelingen von Energiegemeinschaften und insbesondere von Plus-Energiequartieren dar. Im Kontext des Projekts #EEG++ wird deutlich, dass nicht allein die maximale Erzeugung erneuerbarer Energie entscheidend ist, sondern vor allem deren intelligente, zeitlich und räumlich abgestimmte Nutzung innerhalb eines Quartiers sodass möglichst viel des erzeugten Stroms auch über das Modell der Energiegemeinschaft genutzt werden kann. Ziel ist es, den Anteil jener Energie zu maximieren, die direkt vor Ort verbraucht wird, und damit sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile zu realisieren.

Ein grundlegendes Problem von PV Anlagen liegt in der zeitlichen Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch. Während die Stromproduktion typischerweise zu Mittagszeiten ihren Höhepunkt erreicht, konzentriert sich der Verbrauch häufig auf Morgen- und Abendstunden. Abbildung 26 veranschaulicht diese Problematik sehr anschaulich.

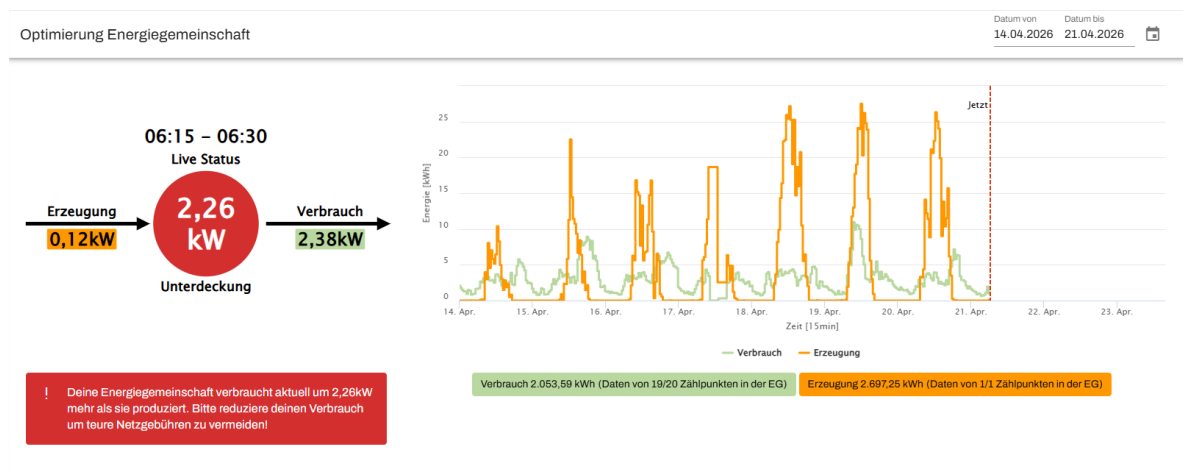


Abbildung 26: Zeitlicher Verbrauch und Erzeugung von EE im Quartier (Quelle: Energiedigital Plattform)

Die Abbildung zeigt die Darstellung der 15min aufgelösten Erzeugung von PV Energie und des Gesamtverbrauchs aller Wohnungen im Demo Quartier vom 14-24. April 2026. In der Momentaufnahme zwischen 06:15 und 06:30 wird eine deutliche Unterdeckung sichtbar: Die Erzeugung liegt bei lediglich 0,12 kW, während der Verbrauch 2,38 kW beträgt. Daraus ergibt sich eine Differenz von 2,26 kW, die aus dem Netz bezogen werden muss. Gleichzeitig zeigt die Zeitreihe auf der rechten Seite, dass es im Tagesverlauf wiederholt zu hohen Erzeugungsspitzen kommt (orange Kurve), die den Verbrauch (grüne Kurve) deutlich übersteigen. Diese Diskrepanz ist typisch für Energiegemeinschaften mit reiner PV Erzeugung und unterstreicht das große Potenzial für eine bessere Abstimmung. Ohne geeignete Maßnahmen zur Lastverschiebung führt dies zu hohen Einspeisespitzen ins öffentliche Netz und gleichzeitig zu einem erhöhten Netzbezug zu anderen Zeiten. Genau hier setzt die Eigenverbrauchsoptimierung an, indem sie die im Projekt integrierten flexible DynaStrat Wärmespeicher sowie die Batterie smart steuert.

Abbildung 27 zeigt das Victron Batterieportal welches dafür genutzt wird die Batteriedaten in Echtzeit via API auszulesen und Steuerbefehle an die Batterie zum Laden und Entladen zu übermitteln.

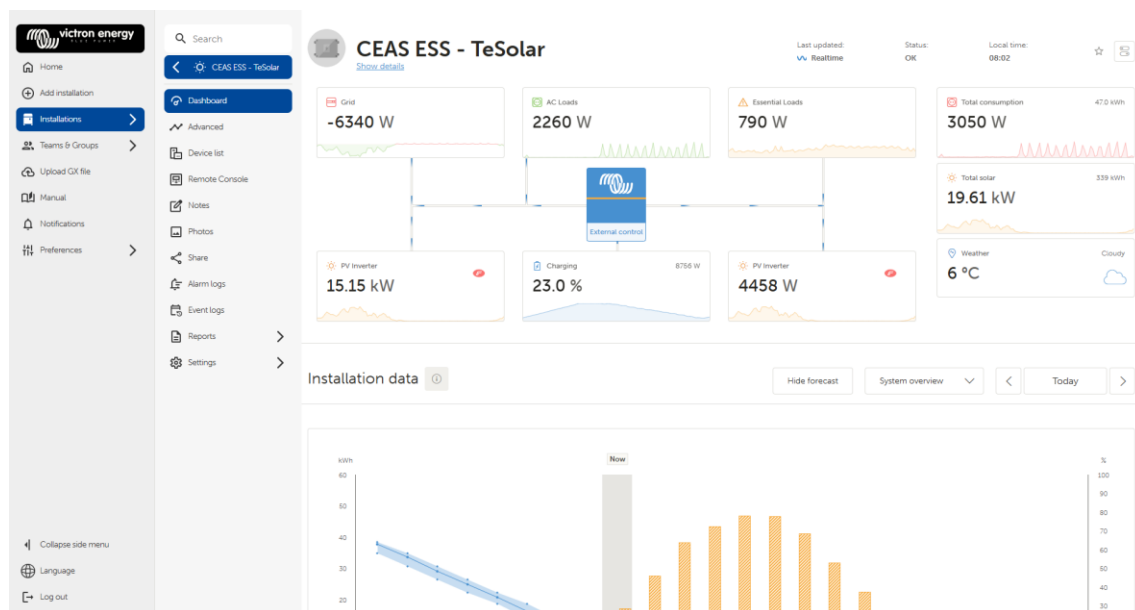


Abbildung 27: Victron Batterieportal (Quelle: Victron Plattform)

Hier werden in Echtzeit verschiedene Energieflüsse der Batterie dargestellt: Netzbezug (-6340 W), PV-Erzeugung (19,61 kW), Verbrauch (3050 W) sowie der Ladezustand der Batterie (23 %). Auffällig ist, dass trotz hoher PV-Produktion ein signifikanter Energiefluss ins Netz erfolgt. Gleichzeitig wird die Batterie geladen, jedoch offenbar nicht ausreichend, um sämtliche Überschüsse aufzunehmen. Diese Visualisierung macht deutlich, wie wichtig ein übergeordnetes Energiemanagementsystem ist, das Entscheidungen darüber trifft, ob Energie gespeichert, direkt verbraucht oder eingespeist werden soll. Die Batteriebeladung wurde dahingehen optimiert, sodass sie speziell die PV Energie in den Zeiten 09:00-15:00 aufnehmen sowie in den Abendspitzen wieder abgeben kann. Rein diese einfache Maßnahme erhöhte den Eigenverbrauch um ca. 20%.

Ein besonders detaillierter Einblick in die Umsetzung der Eigenverbrauchsoptimierung von Erzeugung, Speicherung und Verbrauch ist in Abbildung 28 dargestellt. Hier sind die Energieflüsse der PV Anlage sowie der Gesamtverbrauch von Strom inkl. des Quartierbatteriespeichers über einen Zeitraum von 3 Tagen im Juni 2025 dargestellt. Dabei ist PV-Produktion (gelb), Lade- und Entladeleistung der Batterie (orange bzw. hellgrün), Netzbezug (blau) sowie der Gesamtstrombedarf (violett) dargestellt. Es ist erkennbar, dass hohe PV-Erträge nicht automatisch zu einem hohen Eigenverbrauch führen. Vielmehr entstehen regelmäßig Überschüsse, während zu anderen Zeitpunkten Energie aus dem Netz bezogen wird. Genau hier setzt die Dynastrat Optimierung an welche die Speicher speziell dann belädt wenn Überschussstrom vorhanden ist. Die neue Batterieoptimierung glättet diese Schwankungen in den Zeiten am Vormittag teilweise sehr gut ab. Daraus lässt sich ableiten, dass neben Speichern auch flexible Verbraucher – wie Warmwasserboiler oder E-Ladestationen – aktiv in die Optimierung eingebunden werden müssen, um die Eigenverbrauchsquote signifikant zu erhöhen.

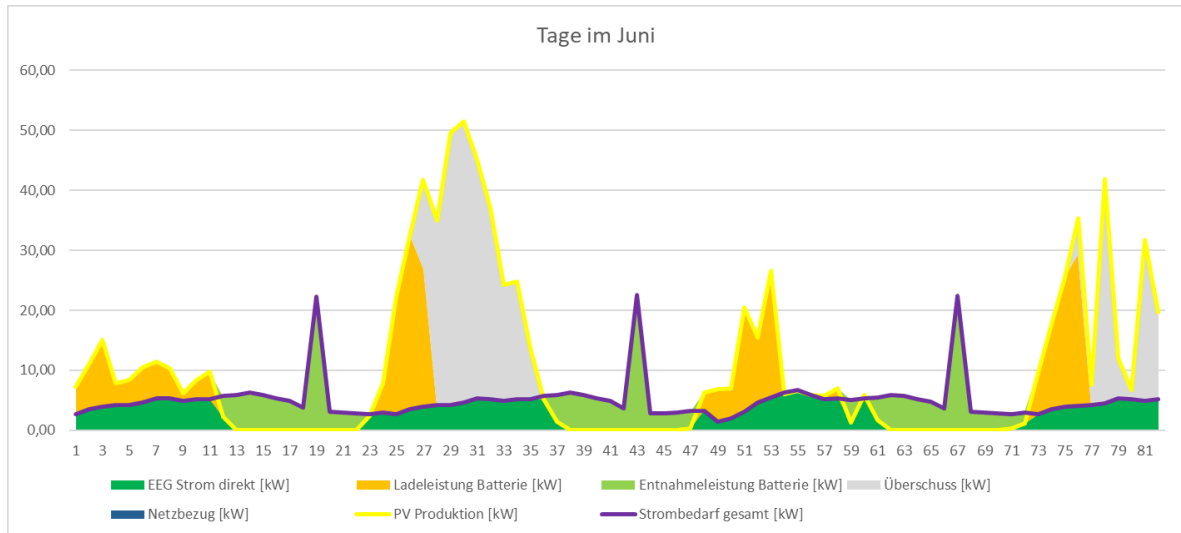


Abbildung 28: Optimierte Verbrauchs- und Erzeugungskurven (Quelle: Excel Modell energiedigital)

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen schließlich die Analyse des Gesamtenergieverbrauchs bzw. der Erzeugung im Quartier inkl. aller Optimierungsmassnahmen im Jahr 2025.

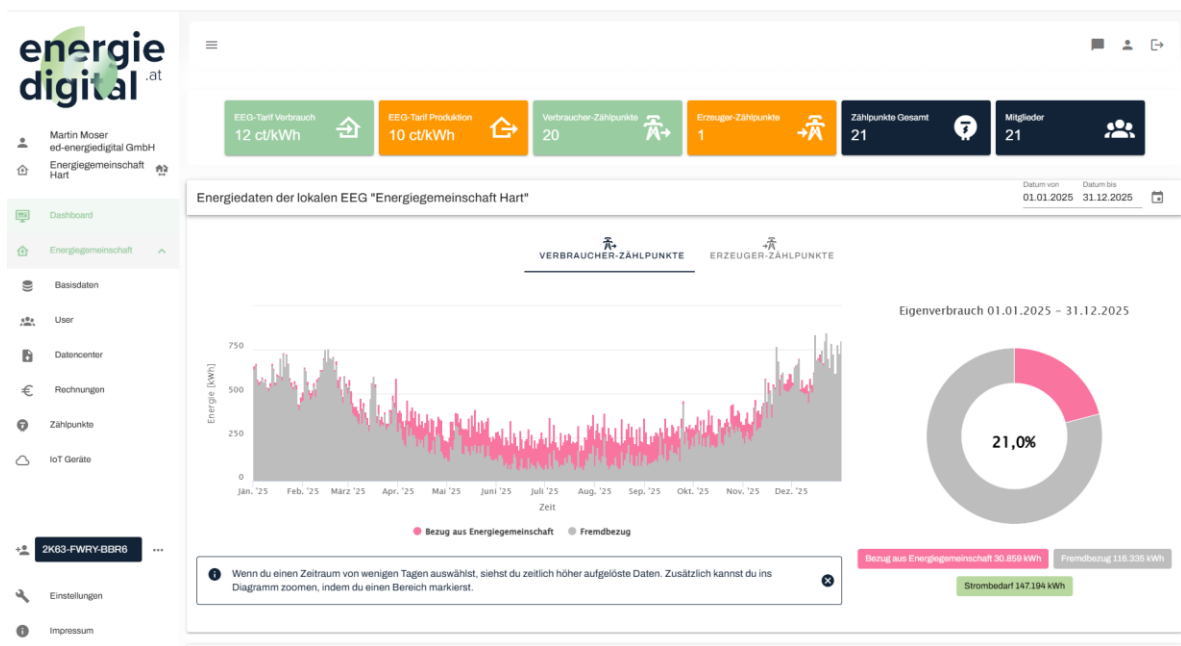


Abbildung 29: Analyse der Energieverbrauchs 2025 (Quelle: Energiedigital Plattform)

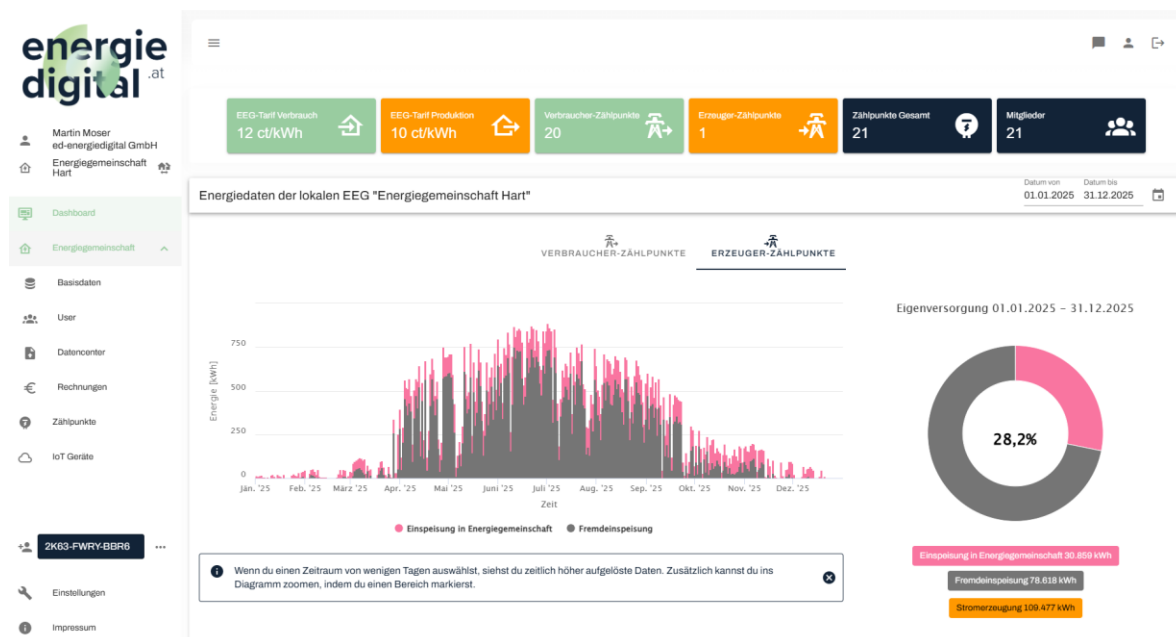


Abbildung 30: Analyse des Energieerzeugung 2025 (Quelle: Energiedigital Plattform)

Wichtig war es hierbei die Optimierungsansätze über einen längeren Zeitraum zu Monitoren und die Auswirkungen von intelligentem Beladen der Wärme und Batteriespeicher zu evaluieren.

In der Darstellung der Energieerzeugung wird sichtbar, dass ein erheblicher Teil der erzeugten Energie trotz Optimierungsmassnahmen nicht innerhalb der Gemeinschaft genutzt werden kann, sondern als Überschuss ins Netz eingespeist wird. Der Eigenversorgungsanteil liegt hier bei rund 28,2 %. Dies bedeutet, dass zwar eine sehr gute Eigenverbrauchsquote erreicht wird, die flexiblen Verbraucher aber noch nicht ausreichen um tatsächlich den gesamten Strom lokal anzunehmen. In der komplementären Darstellung des Energieverbrauchs beträgt der Eigenverbrauch etwa 21%. Das bedeutet dass lediglich 21% der erzeugten Energie in der Energiegemeinschaft tatsächlich durch diese gedeckt werden konnte. Obwohl also bei Verbrauch und Erzeugung die Quoten relativ niedrig sind, kann man daraus schließen dass das Flexibilitätspotential noch nicht in ausreichendem Maße gehoben wurde.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Eigenverbrauchsoptimierung ein entscheidender Hebel zur Steigerung der Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit von Energiegemeinschaften ist. Die analysierten Abbildungen zeigen deutlich, dass bereits heute erhebliche Potenziale bestehen, die durch den gezielten Einsatz moderner Technologien gehoben werden können. Das Projekt #EEG++ griff diese Potenziale systematisch auf und integrierte erste Lösungen zum Lastmanagement welche eine Verbesserung hin zu einem Plus- Energiequartier darstellen konnten.

4.5 Disseminierung und Verwertung der Ergebnisse

Die Disseminierung und Verwertung der im Projekt #EEG++ erzielten Ergebnisse stellt einen zentralen Bestandteil zur Sicherstellung der langfristigen Wirkung des Vorhabens dar. Dabei wird sowohl die gezielte Aufbereitung und Verbreitung der Projektergebnisse (Disseminierung) als auch deren wirtschaftliche Nutzung und Skalierung (Verwertung) verfolgt. Die im Projekt gewählten Ansätze zeigen deutlich, dass technische Innovationen im Bereich von Energiegemeinschaften nur dann erfolgreich sind, wenn sie durch geeignete Kommunikations-, Beteiligungs- und Geschäftsmodelle ergänzt werden.

Die Disseminierungsstrategie im Projekt #EEG++ basiert wesentlich auf der aktiven Einbindung von Stakeholdern und Nutzer:innen sowie auf der systematischen Aufbereitung von Wissen in unterschiedlichen Formaten. Ein zentrales Ergebnis ist dabei die Erkenntnis, dass Kommunikation nicht als begleitende Maßnahme, sondern als integraler Bestandteil der Infrastruktur verstanden werden muss. Im Projekt wurde ein mehrstufiger Ansatz verfolgt, der von initialer Information über Aktivierung bis hin zur langfristigen Verstetigung reicht. Bereits zu Beginn wurden durch Stakeholderanalysen alle relevanten Akteursgruppen identifiziert und deren Rollen sowie Informationsbedarfe strukturiert erfasst. Dies bildete die Grundlage für zielgerichtete Kommunikationsmaßnahmen, die sowohl technische als auch organisatorische Aspekte der Energiegemeinschaft verständlich vermitteln.

Ein wesentliches Element der Disseminierung war der Einsatz eines Formatmixes. Zu den zentralen Formaten zählen Informationsveranstaltungen, Webinare und Workshops vor Ort. Diese ermöglichten nicht nur die Vermittlung von Wissen, sondern auch direkte Interaktion, Feedback und Vertrauensaufbau. Besonders hervorzuheben ist der Info- und Kennenlernabend, der als initiales Onboarding-Format ein gemeinsames Systemverständnis bei den Bewohner:innen geschaffen hat. Ergänzend dazu wurden Webinare eingesetzt, um Inhalte wiederholbar und niederschwellig zugänglich zu machen sowie konkrete Optimierungspotenziale – etwa im Bereich Eigenverbrauch – anschaulich darzustellen.

Parallel dazu wurden asynchrone Formate wie Handouts, Infomaterialien und Erklärvideos (z.B. für die App) entwickelt. Diese stellen sicher, dass Wissen langfristig verfügbar bleibt und auch für neue Bewohner:innen zugänglich ist. Gerade in einem dynamischen Umfeld wie einem Wohnquartier mit Fluktuation ist dies ein entscheidender Erfolgsfaktor. Die Kombination aus einmaligen Veranstaltungen und dauerhaft verfügbaren Informationsartefakten ermöglicht somit eine nachhaltige Wissensvermittlung.

Ein weiterer zentraler Aspekt der Disseminierung ist die Visualisierung komplexer Zusammenhänge. Die Erfahrung im Projekt zeigt, dass insbesondere grafische Darstellungen von Energieflüssen,

Datenstrukturen und Abrechnungslogiken wesentlich dazu beitragen, ein gemeinsames Verständnis zu schaffen und Missverständnisse zu vermeiden. Visualisierungen fungieren dabei als „Übersetzungsinstrument“ zwischen technischer Komplexität und alltagsnaher Anwendung. Darüber hinaus wurden qualitative Feedbackmechanismen wie Interviews, Q&A-Sessions und Workshops eingesetzt, um kontinuierlich Rückmeldungen der Nutzer:innen zu erfassen und in die Weiterentwicklung des Systems einfließen zu lassen. Diese iterative Herangehensweise entspricht einem Co-Creation-Ansatz und stärkt sowohl die Akzeptanz als auch die Qualität der entwickelten Lösungen.

Ein besonders wichtiger Output der Disseminierungsaktivitäten ist die Erstellung eines Leitfadens für Folgeprojekte. Dieser bündelt die gewonnenen Erkenntnisse und stellt übertragbare Handlungsempfehlungen bereit. Im Fokus stehen dabei insbesondere die frühzeitige Einbindung von Stakeholdern, die Bedeutung von Transparenz sowie die Notwendigkeit proaktiver und kontinuierlicher Kommunikation im Betrieb von Energiegemeinschaften. Zusammenfassend zeigt sich, dass die Disseminierung im Projekt #EEG++ weit über klassische Öffentlichkeitsarbeit hinausgeht. Sie ist als strukturierter Lern- und Kommunikationsprozess angelegt, der maßgeblich zur Akzeptanz, Nutzbarkeit und Skalierbarkeit der entwickelten Lösungen beiträgt.

Neben der Disseminierung stellt die wirtschaftliche Verwertung der Projektergebnisse einen zentralen Erfolgsfaktor dar. Im Kontext von Energiegemeinschaften basiert das Geschäftsmodell grundsätzlich auf der lokalen Erzeugung, Verteilung und Nutzung erneuerbarer Energie unter Nutzung regulatorischer Vorteile (Ortsnetztarif). Ziel ist es, sowohl für Erzeuger als auch für Verbraucher wirtschaftliche Vorteile zu generieren, indem Netzkosten reduziert, Eigenverbrauch erhöht und Energie effizient innerhalb der Gemeinschaft genutzt wird. Ein wesentliches Charakteristikum dieses Geschäftsmodells ist die Kopplung von technischer Infrastruktur mit digitalen Dienstleistungen. Während die physische Infrastruktur (PV-Anlagen, Speicher, Wärmesysteme) die Grundlage bildet, entsteht der eigentliche Mehrwert durch intelligente Steuerung, Optimierung und Abrechnung. Genau hier setzt das Geschäftsmodell von energiedigital an.

Die energiedigital GmbH positioniert sich als Technologie- und Dienstleistungsanbieter für Energiegemeinschaften und bietet eine integrierte Plattformlösung, die mehrere Kernfunktionen vereint. Dazu zählen insbesondere die Verwaltung von Energiegemeinschaften, die automatisierte Abrechnung, die Visualisierung von Energieflüssen sowie die Optimierung des Eigenverbrauchs durch intelligente Steuerungsalgorithmen. Ein zentraler Bestandteil des Geschäftsmodells ist die Nutzung von Echtzeitdaten. Durch die Integration von Smart Metern, IoT-Komponenten und Schnittstellen zu Energieanlagen können Verbrauchs- und Erzeugungsdaten kontinuierlich erfasst und analysiert werden. Auf dieser Basis werden Optimierungsentscheidungen getroffen, etwa zur Steuerung von Batteriespeichern, Warmwassersystemen oder E-Ladestationen. Ziel ist es, den Eigenverbrauch innerhalb der Energiegemeinschaft zu maximieren und damit sowohl Kosten als auch CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Darüber hinaus ermöglicht die Plattform von energiedigital eine transparente Darstellung der Energieflüsse für die Nutzer:innen. Dies adressiert einen der zentralen Erfolgsfaktoren, der auch im Projekt identifiziert wurde: Transparenz als Grundlage für Vertrauen und Akzeptanz. Nutzer:innen können nachvollziehen, wie viel Energie sie selbst verbrauchen, wie viel aus der Gemeinschaft stammt und welche wirtschaftlichen Vorteile sich daraus ergeben.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des Geschäftsmodells ist die Skalierbarkeit. Die entwickelte Softwarelösung kann nicht nur im Demonstrationsprojekt in Hart bei Graz eingesetzt werden, sondern ist grundsätzlich auf andere Quartiere und Energiegemeinschaften übertragbar. Dies eröffnet erhebliches Marktpotenzial, insbesondere vor dem Hintergrund steigender Anforderungen an Dekarbonisierung und Energieeffizienz sowie wachsender regulatorischer Unterstützung für Energiegemeinschaften. Zusätzlich bietet das Geschäftsmodell Flexibilität in Bezug auf unterschiedliche Marktsituationen. Wie im Projekt vorgesehen, kann die Optimierung je nach Strompreis und Einspeisetarifen angepasst werden – entweder mit Fokus auf Eigenverbrauch oder auf Einspeisung. Diese dynamische Anpassungsfähigkeit stellt einen wesentlichen Wettbewerbsvorteil dar und erhöht die Wirtschaftlichkeit für alle Beteiligten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Verwertung der Projektergebnisse auf einem klar definierten, marktfähigen Geschäftsmodell basiert, das technische Innovation mit digitalen Dienstleistungen kombiniert. Die energiedigital-Plattform übernimmt dabei eine Schlüsselrolle als Enabler für den effizienten Betrieb und die Skalierung von Energiegemeinschaften. In Kombination mit den im Projekt entwickelten Disseminierungsansätzen entsteht somit eine ganzheitliche Lösung, die sowohl technologisch als auch wirtschaftlich einen nachhaltigen Beitrag zur Energiewende leisten kann.

5 Schlussfolgerungen

Das Projekt #EEG++ hat gezeigt, dass die Umsetzung von Plus-Energiegemeinschaften im realen Quartierskontext technisch, organisatorisch und wirtschaftlich grundsätzlich möglich ist, jedoch eine integrative Betrachtung aller Systemkomponenten erfordert. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse betreffen sowohl die technische Umsetzung als auch die soziale Einbettung und wirtschaftliche Betriebsführung solcher Systeme und liefern damit wertvolle Grundlagen für zukünftige Anwendungen.

Eine zentrale fachliche Erkenntnis des Projektteams liegt in der Bestätigung, dass die reine Installation erneuerbarer Erzeugungsanlagen – insbesondere Photovoltaik – nicht ausreicht, um ein energieeffizientes und wirtschaftlich tragfähiges Quartier zu betreiben. Entscheidend ist vielmehr die Fähigkeit, Erzeugung und Verbrauch zeitlich zu synchronisieren. Die im Projekt beobachteten Eigenverbrauchsquoten zeigen deutlich, dass ohne gezielte Optimierungsmaßnahmen ein erheblicher Anteil der erzeugten Energie nicht lokal genutzt wird. Gleichzeitig konnte durch den Einsatz von Batteriespeichern, intelligent gesteuerten Warmwasserspeichern und datenbasierter Optimierung eine deutliche Verbesserung erreicht werden. Daraus ergibt sich die klare Schlussfolgerung, dass die Eigenverbrauchsoptimierung den zentralen Hebel für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Energiegemeinschaften darstellt. Eine weitere wesentliche Erkenntnis betrifft die technische Systemintegration. Das Projekt hat gezeigt, dass erst durch die Kombination aus Echtzeitdatenerfassung, IoT-Komponenten, zentralem Datenhub und cloudbasierter Steuerung ein funktionierendes Gesamtsystem entsteht. Gleichzeitig wurde deutlich, dass Schnittstellenprobleme, heterogene Systemlandschaften und Abhängigkeiten von externen Gewerken erhebliche Herausforderungen darstellen können. Für zukünftige Projekte ergibt sich daraus die Notwendigkeit, stärker auf standardisierte Schnittstellen und interoperable Systeme zu setzen.

Neben den technischen Aspekten hat das Projektteam auch wichtige Erkenntnisse im Bereich der Nutzer:innenintegration gewonnen. Es wurde deutlich, dass die Akzeptanz und das Verständnis der Bewohner:innen entscheidend für den erfolgreichen Betrieb eines solchen Systems sind. Erwartungsdifferenzen – etwa hinsichtlich Autarkie oder Kosten – sowie fehlende Transparenz über Energieflüsse können zu Unsicherheiten führen. Daraus lässt sich ableiten, dass Kommunikation, Visualisierung und kontinuierliche Einbindung nicht als Zusatz, sondern als integraler Bestandteil des Systems verstanden werden müssen. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wird das Projektteam die entwickelten Lösungen in mehreren Bereichen weiterverfolgen. Einerseits erfolgt eine technische Weiterentwicklung der bestehenden Komponenten, insbesondere der Optimierungsalgorithmen, der IoT-Infrastruktur sowie der Schnittstellenintegration. Ziel ist es, die Flexibilität des Systems weiter zu erhöhen und zusätzliche Verbraucher – etwa im Bereich Elektromobilität – in die Optimierung einzubinden. Andererseits wird an der Weiterentwicklung der Softwareplattform gearbeitet, um diese als skalierbare Lösung für weitere Projekte verfügbar zu

machen. Auch die Nutzer:innenschnittstellen, insbesondere die App, werden weiterentwickelt, um Transparenz und Bedienbarkeit zu verbessern.

Die Projektergebnisse sind für eine Vielzahl von Zielgruppen relevant. Dazu zählen insbesondere Bauträger und Projektentwickler, die neue Quartiere planen und umsetzen, Energieversorgungsunternehmen, die neue Geschäftsmodelle im Bereich dezentraler Energieversorgung erschließen möchten, sowie Technologieanbieter im Bereich IoT, Speicher und Energiemanagement. Darüber hinaus sind auch politische Entscheidungsträger und Regulierungsbehörden eine wichtige Zielgruppe, da die Ergebnisse konkrete Hinweise auf notwendige Rahmenbedingungen für die Skalierung von Energiegemeinschaften liefern. Für diese Zielgruppen bieten die Projektergebnisse sowohl konkrete technische Lösungen als auch methodische Ansätze, etwa im Bereich Planung, Betrieb und Nutzer:innenintegration. Im Zuge der Projektumsetzung wurden auch verschiedene rechtliche und regulatorische Herausforderungen sichtbar. Dazu zählen insbesondere Fragen der Abrechnung innerhalb von Energiegemeinschaften, die Integration in bestehende Energieversorgungsverträge sowie Unsicherheiten hinsichtlich der Rolle verschiedener Akteure (z.B. Betreiber, Dienstleister, Hausverwaltung). Auch die regulatorischen Rahmenbedingungen für die Nutzung von Flexibilitäten – etwa im Zusammenhang mit dynamischen Tarifen oder netzdienlichem Verhalten – sind derzeit noch nicht vollständig ausgeschöpft. Diese Aspekte stellen potenzielle Hürden für die breite Umsetzung dar und verdeutlichen den Bedarf an weiterentwickelten rechtlichen Rahmenbedingungen.

Hinsichtlich der Verwertung und Verbreitung der Projektergebnisse konnten bereits im Projektverlauf wichtige Schritte gesetzt werden. Dazu zählen insbesondere die Durchführung von Informationsveranstaltungen, Webinaren und Workshops, die Erstellung von Infomaterialien sowie die Entwicklung eines Leitfadens für Folgeprojekte. Diese Aktivitäten haben nicht nur zur Wissensverbreitung beigetragen, sondern auch wertvolle Rückmeldungen aus der Praxis geliefert. Darüber hinaus wurde mit der Entwicklung der Softwareplattform sowie der IoT-Komponenten eine Grundlage für die wirtschaftliche Verwertung geschaffen. Das Marktpotenzial für die entwickelten Lösungen ist als sehr hoch einzuschätzen. Vor dem Hintergrund steigender Energiepreise, wachsender Anforderungen an Klimaneutralität sowie regulatorischer Unterstützung für Energiegemeinschaften ist davon auszugehen, dass die Nachfrage nach integrierten Lösungen für Quartiersenergiesysteme weiter zunehmen wird. Insbesondere die Kombination aus technischer Infrastruktur und digitaler Optimierung bietet hier ein großes Potenzial für skalierbare Geschäftsmodelle. Das Projekt #EEG++ liefert somit nicht nur einen erfolgreichen Demonstrator, sondern auch eine belastbare Grundlage für die weitere Marktentwicklung im Bereich Plus-Energiegemeinschaften.

6 Ausblick und Empfehlungen

Die im Projekt #EEG++ gewonnenen Erkenntnisse zeigen deutlich, dass Plus-Energiegemeinschaften ein hohes Potenzial für die Transformation des Energiesystems im Gebäude- und Quartiersbereich besitzen. Gleichzeitig wird sichtbar, dass sowohl auf technologischer als auch auf organisatorischer und sozialer Ebene weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht, um diese Konzepte in die breite Anwendung zu überführen. Der folgende Abschnitt leitet daraus zentrale Empfehlungen für zukünftige Arbeiten sowie für die Umsetzung weiterer Demonstrationsvorhaben ab.

Ein wesentlicher Ansatzpunkt für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten liegt in der Weiterentwicklung der Eigenverbrauchsoptimierung. Obwohl im Projekt bereits erste signifikante Verbesserungen erzielt werden konnten, zeigen die Ergebnisse, dass das vorhandene Flexibilitätspotenzial noch nicht vollständig ausgeschöpft ist. Insbesondere die Integration zusätzlicher flexibler Verbraucher wie Elektromobilität, die Nutzung dynamischer Stromtarife sowie die Einbindung von Prognosemodellen (z. B. Wetter- und Lastprognosen) bieten großes Potenzial zur weiteren Optimierung. Zukünftige Arbeiten sollten daher verstärkt auf prädiktive und selbstlernende Algorithmen abzielen, die nicht nur auf aktuelle Zustände reagieren, sondern zukünftige Entwicklungen antizipieren.

Ein weiterer zentraler Forschungsbedarf besteht im Bereich der Systemintegration und Standardisierung. Die im Projekt identifizierten Herausforderungen im Umgang mit unterschiedlichen Schnittstellen und externen Systemen verdeutlichen die Notwendigkeit einheitlicher Kommunikationsstandards und interoperabler Plattformen. Hier sind insbesondere offene Schnittstellen (APIs) sowie standardisierte Datenmodelle entscheidend, um die Integration verschiedener Komponenten zu erleichtern und die Skalierbarkeit der Lösungen sicherzustellen. In diesem Zusammenhang besteht auch Bedarf an Forschungsarbeiten zur Entwicklung robuster, sicherer und skalierbarer Datenarchitekturen für Quartiersenergiesysteme. Darüber hinaus sollte die Rolle von Energiespeichern weiter untersucht werden, insbesondere im Zusammenspiel von elektrischen und thermischen Speichern. Das Projekt hat gezeigt, dass thermische Speicher – wie die eingesetzten Dynastrat-Warmwasserspeicher – ein kosteneffizientes und alltagstaugliches Flexibilitätselement darstellen. Zukünftige Arbeiten könnten hier insbesondere auf hybride Speicherstrategien abzielen, die elektrische und thermische Speicher optimal kombinieren und deren Einsatz dynamisch an Markt- und Systembedingungen anpassen.

Ein weiterer wichtiger Forschungsbereich betrifft die Nutzer:innenintegration und die Gestaltung von Mensch-Technik-Schnittstellen. Die Ergebnisse des Projekts zeigen klar, dass technische Systeme nur dann ihre volle Wirkung entfalten können, wenn sie von den Nutzer:innen verstanden und akzeptiert werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Entwicklung von Energiesystemen stärker mit sozialwissenschaftlichen Methoden zu verbinden. Insbesondere Fragen der Usability, der Informationsaufbereitung sowie der individuellen Steuerungsmöglichkeiten sollten in

zukünftigen Projekten noch stärker berücksichtigt werden. Die Erkenntnisse aus der Stakeholderanalyse unterstreichen dabei, dass Kommunikation, Rollenklärung und Transparenz als gleichwertige Infrastrukturkomponenten betrachtet werden müssen. Für zukünftige Projekte bedeutet dies konkret, dass die Nutzer:innen-Einbindung frühzeitig beginnen und systematisch aufgebaut werden sollte. Ein klares, konsistentes Systembild, unterstützt durch Visualisierungen und Erklärformate, ist dabei ebenso entscheidend wie eine proaktive und kontinuierliche Kommunikation im Betrieb. Transparenz über Energieflüsse und Systemzustände stellt eine zentrale Voraussetzung für Vertrauen dar, während ein aktives Erwartungsmanagement dazu beiträgt, Missverständnisse und Enttäuschungen zu vermeiden. Diese Aspekte sollten in zukünftigen Forschungsprojekten nicht nur berücksichtigt, sondern methodisch weiterentwickelt werden.

Die im Projekt #EEG++ entwickelten Lösungen bieten ein hohes Potenzial für die Umsetzung weiterer Demonstrationsvorhaben. Insbesondere die Kombination aus digitaler Planung, IoT-basierter Steuerung, integrierter Speichertechnologie und Energiegemeinschaftsmodell stellt einen vielversprechenden Ansatz für die Entwicklung klimaneutraler Quartiere dar. Die Übertragbarkeit der im Projekt eingesetzten Technologien und Methoden auf andere Standorte ist grundsätzlich gegeben, wobei Anpassungen an lokale Gegebenheiten erforderlich sind. Die Chancen für zukünftige Demonstrationsprojekte liegen insbesondere in der Skalierung der entwickelten Lösungen. Durch die Weiterentwicklung der Softwareplattform sowie der IoT-Komponenten können neue Quartiere effizient geplant und betrieben werden. Gleichzeitig bietet die zunehmende regulatorische Unterstützung für Energiegemeinschaften ein günstiges Umfeld für die Umsetzung weiterer Projekte.

Tabellenverzeichnis

No table of figures entries found.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Demoquartier Hart bei Graz (Quelle: Google Maps)	12
Abbildung 2: Modellierung des Quartiers in der Arteria Plattform (Quelle: Arteria Plattform).....	15
Abbildung 3: Projektverlauf	20
Abbildung 4: Co-Creation-Prozess.....	23
Abbildung 5: Modellierung der Wohneinheit (Quelle: Arteria Plattform).....	25
Abbildung 6: Modellierung Wärmeversorgung (Quelle: Arteria Plattform)	26
Abbildung 7: Batteriemodellierung (Quelle: Arteria Plattform)	27
Abbildung 8: Ergebnisse für 1 Woche im Juni (Quelle: Arteria Plattform)	28
Abbildung 9: Ergebnisse für TOP13 (Quelle: Arteria Plattform)	28
Abbildung 10: Ergebnisse TOP10 (Quelle: Arteria Plattform)	29
Abbildung 11: Vorbereitungen am internen Teststand (Quelle: Teststand Pink)	30
Abbildung 12: Testreihe zur Temperaturmessung im Klemmraum (Quelle: Teststand Pink)	31
Abbildung 13: Dynastrat Boiler vor dem Einbau (Quelle: Teststand Pink)	32
Abbildung 14: Dynastrat Boiler mit eingebautem greencharge Modul (Quelle: Teststand Pink)	32
Abbildung 15: Inbetriebnahme des Speichers (Quelle: Teststand Pink)	33
Abbildung 16: Verbindung zur App	33
Abbildung 17: Stakeholder Netzwerk Analyse	35
Abbildung 18: Kennlern- und Infoveranstaltung (03.05.2024)	36
Abbildung 19: Visualisierung aller Akteur:innen und ihrer Rollen aus der Perspektive der Mieter:innen.....	37
Abbildung 20: Visualisierung des Prinzips der Energiegemeinschaft.....	37
Abbildung 21: Infomaterial zum Dynastrat-Speicher	38
Abbildung 22: Erklärvideo zur GreenCharge App.....	38
Abbildung 23: Webinar am 07.03.2025.	39
Abbildung 24: Workshop 7.11.2025.....	41
Abbildung 25: Workshop am 07.11.2025.....	41
Abbildung 26: Zeitlicher Verbrauch und Erzeugung von EE im Quartier (Quelle: Energiedigital Plattform)	45
Abbildung 27: Victron Batterieportal (Quelle: Victron Plattform)	46
Abbildung 28: Optimierte Verbrauchs- und Erzeugungskurven	47
Abbildung 30: Analyse der Energieverbrauchs 2025 (Quelle: Energiedigital Plattform)	47
Abbildung 29: Analyse der Energieerzeugung 2025 (Quelle: Energiedigital Plattform)	48

Literaturverzeichnis

Energiedigital Plattform: www.energiedigital.at

Arteria Planungsplattform: www.arteria-tech.com

Latour, B. (2005). Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory. Oxford University Press.

Vienken, D. (2024). RACI-Matrix. Online abrufbar unter:
<https://www.projektmagazin.de/glossarterm/raci-matrix> (Abgerufen am 01.09.2024)

Herzlich willkommen! Einladung zum Info- und Kennenlernabend!

Liebe (zukünftige) Bewohner:innen der Wohnhausanlage Reintalstraße!



Herzlichen Glückwunsch zu Ihrer neuen Wohnung!
Wir hoffen, Sie haben sich schon etwas in Ihrem neuen Zuhause eingelebt und eingerichtet oder planen derzeit noch Ihren Einzug.

Die neue Wohnhausanlage in Hart bei Graz ist eine **Besonderheit**, da es mit **innovativen Energiesystemkomponenten** ausgestattet ist. Dies trägt dazu bei, dass Sie erneuerbare Energie nutzen und diese effizient verwenden können.

Wie die **Versorgung mit Wärme und Strom** in Ihrer Siedlung technisch funktioniert und wie Sie als Bewohner:innen davon profitieren können, möchten wir Ihnen bei einem persönlichen Treffen näherbringen.

Die Wohnhausanlage in der Reintalstraße ist auch Gegenstand des **Forschungsprojekts #EEG++**, das wir Ihnen ebenfalls vorstellen wollen. Ziel des Projekts ist es die Erzeugung und den Verbrauch von Energie zu optimieren, um Ihnen dabei zu helfen noch **mehr Kosten zu sparen** und **den Verbrauch von CO₂ noch weiter zu reduzieren**.



Daher laden wir Sie herzlich zu einem **Info- und Kennenlernetreffen** ein, bei dem es nicht nur um die Technik gehen wird, sondern das Ihnen auch die Gelegenheit bieten soll Ihre neuen Nachbar:innen näher kennenzulernen.

Wann? Freitag, 3.5.2024 am Tag der Sonne ☀, um 16:30 Uhr
Ort? Wohnhausanlage Reintalstraße, Hart bei Graz

Was erwartet Sie?

- Informationen zu den technischen Innovationen, die bereits in ihrer Wohnung eingebaut sind und deren Nutzung
- Vorstellung des Forschungsprojektes und des Teams
- Informationen zu Energiegemeinschaften
- Eine Technik-Führung
- Kennenlernen Ihrer neuen Nachbar:innen

Um den Nachmittag gut planen zu können, bitten wir um Ihre **Anmeldung bis 26.4. an office@realitylab.at**



Wenn Sie Fragen oder Ideen haben, können Sie uns gerne kontaktieren unter office@realitylab.at

Wir freuen uns Sie bald persönlich kennenzulernen.

Mit freundlichen Grüßen,
das Team des Forschungsprojektes #EEG++ Digitale Plus-Energiegemeinschaft

Dieses Projekt wird gefördert von



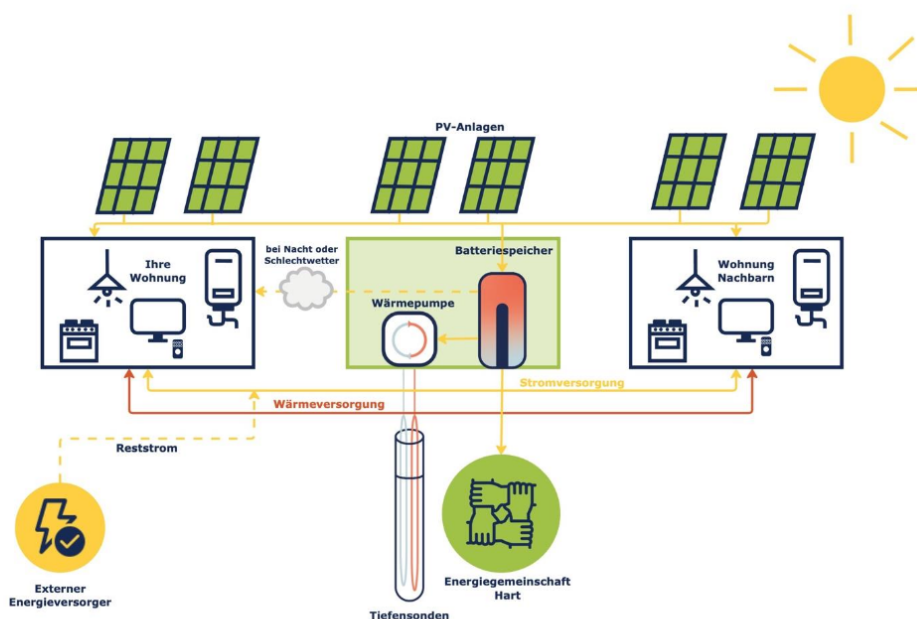
Infoblatt Innovatives Energiesystem

Liebe (zukünftige) Bewohner:innen der Wohnhausanlage Reintalstraße!

Wir möchten Sie mit diesem Infoblatt über die **Besonderheit des innovativen Energiesystems** Ihrer Wohnhausanlage informieren. Dieses System trägt dazu bei, dass Sie erneuerbare Energie nutzen und diese effizient verwenden können. Das ist in dieser innovativen und nachhaltigen Form bisher einmalig in Österreich!

Im Folgenden finden Sie eine Beschreibung des Energiesystems und eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Anmeldung bei einem Strom-Anbieter und den Beitritt zur Energiegemeinschaft.

Wie funktioniert die Versorgung mit Wärme und Strom in meiner Wohnung?



- Die PV-Module auf den Dächern erzeugen Strom und liefern ihn über die Energiegemeinschaft (EEG) an die Haushalte sowie an die zwei zentralen Wärmepumpen und die zwei Batteriespeicher.
- Die zwei Wärmepumpen heizen, in Kombination mit den Tiefensonden, die Gebäude im Winter und kühlen sie im Sommer.
- Wenn es keinen Solarstrom gibt, z.B. bei Nacht oder bedecktem Himmel, liefert der Batteriespeicher Strom, damit dieser nicht vom Energieversorger bezogen werden muss.
- Sollte nicht genug Strom erzeugt werden oder gespeichert worden sein, erhalten Sie Reststrom "von außen" vom Energieversorger.
- Auch für die Warmwassererzeugung wird Solarstrom genutzt. In Ihrer Wohnung befindet sich ein Dynastrat-Warmwasserspeicher, der immer dann betrieben wird, wenn Solarstrom im Überschuss vorhanden ist.
- Der Warmwasserspeicher überbrückt je nach Verbrauch auch ein paar Schlechtwetter-Stunden und verhindert damit, dass Ihr Warmwasser mit teurem Strom aus dem Netz des Energieversorgers aufbereitet werden muss.
- **Zusätzlich gibt es die Möglichkeit in der App zwischen Eco und Komfort zu wählen**

Dieses Projekt wird gefördert von



Kontakt:

Dr. Stefano Coss

Arteria Technologies FlexCo

Am Steinfeld 8, 108, 8020 Graz

stefano.coss@arteria.at

