

IKT für Planung und Betrieb von Quartiersenergiemanagementsystemen

Der Workshop mit dem Titel IKT für Planung und Betrieb von Quartiersenergiemanagementsystemen (QEMS) wird von Felix Rehmann (TU Berlin) und Joel Schölzel (RWTH Aachen) organisiert und durchgeführt. Durch Marc Großklos (IWU) wird ein Vortrag gehalten. Insgesamt nehmen 18 externe Teilnehmende teil.

Vortrag: Die SWIVT-Siedlung in Darmstadt: Konzept und Umsetzung der energetischen Quartiersoptimierung

Marc Großklos stellt das Projekt M-SWIVT vor. SWIVT ist ein Akronym für Siedlungsbausteine für bestehende Wohnquartiere – Impulse zur Vernetzung energieeffizienter Technologien und in dem aktuellen Projekt werden die Entwicklungen und Umsetzungen der vorherigen Projekte gemonitort (M). Das Quartier ist in Darmstadt und besteht aus 131 neugebauten Wohnungen und 96 Wohnungen im Bestand. Eine der Innovationen des Projekts stellt der SWIVT-Controller dar, der ein Tool zur Modellierung und Optimierung des Betriebs des Energiesystems in Planung und Betrieb ist. In der Planungsphase erfolgte die Umsetzung in Matlab, im Realbetrieb läuft das Programm in Python auf einem Rechner im Quartier.

Eingangsdaten für den Betrieb kommen unter anderem von einer Wetterstation, dem Stromversorger, einem Contractor für PV und Mieterstrom sowie einem weiteren Contractor für die Wärmeversorgung. Mit diesen Daten werden die Leistung von Wärmepumpe, einem BHKW und der Kessel, der Verwendung von PV/Netz oder BHKW-Strom und die Be- und Entladung der Pufferspeicher und Batteriespeicher gesteuert. Hierfür werden die Daten zentral in einer

Datenbank gesammelt, welche diese an den SWIVT-Controller gibt. Über diesen werden Sollwerte an die Maschinensteuerung gegeben. Das Energiekonzept ist dargestellt in Abbildung 1.

In der anschließenden Diskussion werden Fragen zur Steuerung und Optimierung gestellt. Dabei erläutert Herr Großklos, dass der Controller nur „Vorschläge“ gibt und die Werte der Maschine nicht übersteuert. Einen PC vor Ort zu haben, wurde durch das Projektteam als zuverlässiger eingeschätzt

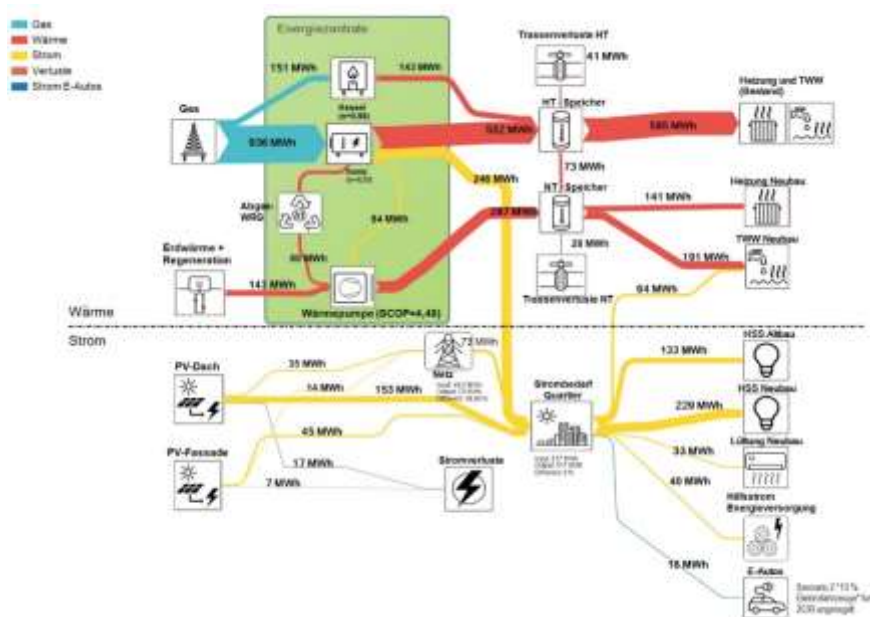


Abbildung 1 Energiekonzept der Siedlung, bei der der SWIVT Controller zum Einsatz kommt. Die Siedlung ist in Darmstadt und hat 131 neugebaute Wohnungen und 96 Wohnungen im Bestand.

als die Steuerung über die Cloud. Auch die Latenz des Systems ist für die Teilnehmenden von Interesse. Eine Herausforderung stellen dabei vor allem bislang externe IT-Prozesse dar. Diese Daten können häufig nicht in Echtzeit erhoben werden, sondern müssen erst durch die IT-Systeme der Partnerfirmen verarbeitet werden. Als Beispiel kann der Strombedarf herangezogen werden. Die Messtellenbetreiber erfassen diesen zwar 15-minütig, die Weitergabe in die SWIVT-Datenbank erfolgt aber nur stündlich.

Impuls aus der Begleitforschung

Felix Rehmann gibt einen Impuls über die bisherigen Workshops der Begleitforschung, welche sich mit den Themen Quartiersenergiemanagementsysteme befassen. Für die Planung und den Betrieb von QEMS müssen in der Regel fünf verschiedene Schritte durchlaufen werden. Die Daten müssen zunächst erfasst werden, anschließend kuratiert und übertragen werden, sowie gespeichert, eine Aufbereitung für die Anwendung muss erfolgen und anschließend können diese ihrer eigentlichen Nutzung hinzugeführt werden [1]. Entlang dieser Kette zeigt Hr. Rehmann einige Beispiele und Fragestellungen auf, welche in den bisherigen Projekten erarbeitet worden. Ein Beispiel ist in Abbildung 2 dargestellt. Gezeigt sind hier typische Bausteine der IKT in QEMS.

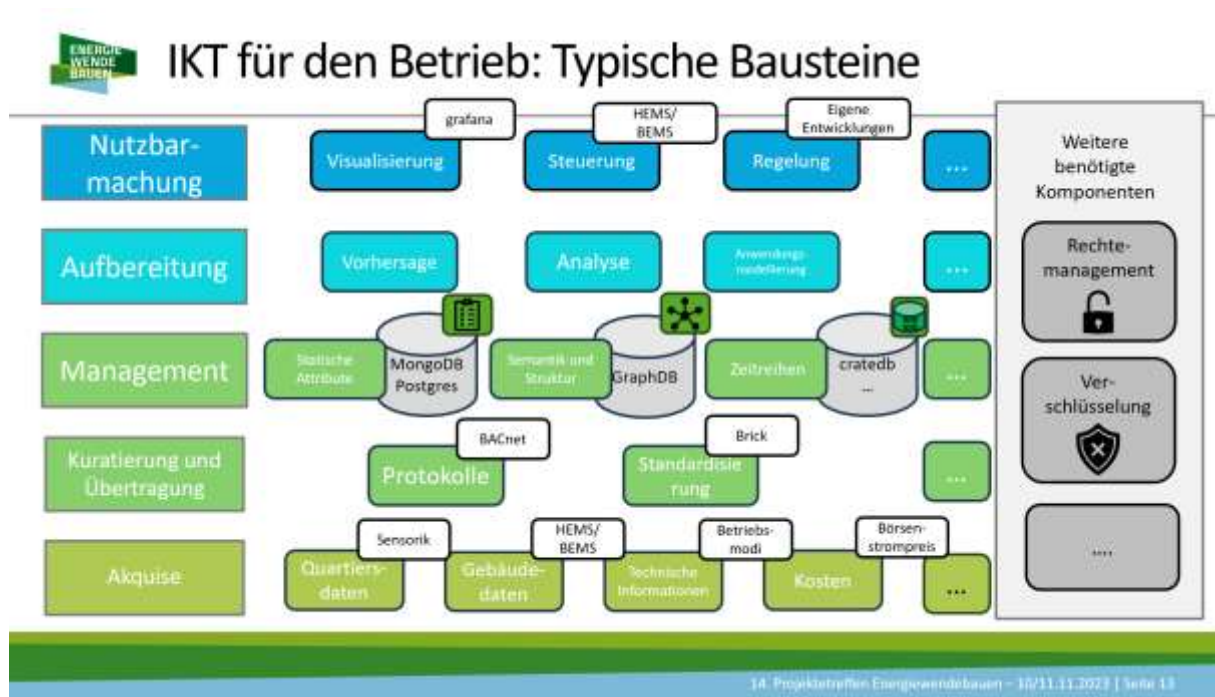


Abbildung 2 Typische Bausteine für den Betrieb

Als Beispiele nennt er die Projekte N5GEH [2], memap [3] und PFAFF [4]. Die Projekte haben gemein, dass sie Datenmodelle entwickeln, welche nicht nur einzelne Lebenszyklusphasen von Gebäuden und Quartieren berücksichtigen.

Diskussion und interaktiver Teil

Joel Schölzel leitet anschließend in den interaktiven Teil über. Auf Postern sind schon vorab die bereits im Impuls dargestellten Auszüge der Ergebnisse der bisherigen Workshops visualisiert. Diese sind unter einer Frage zusammengefasst, welche mit den Teilnehmende diskutiert wird. Das ist beispielhaft in Abbildung 3 dargestellt.

Welche Daten werden typischerweise für Quartiersenergiemanagementsysteme benötigt?

Joel Schölzel erklärt, dass neben Bedarfsdaten, auch Daten zum Energiesystem, den Kosten oder Einschränkungen benötigt werden. Diese sollten sowohl in Form von statischen Werten (bspw. bei installierter Leistung), Zeitreihen (bspw. gemessener Energieverbrauch) und in Relation zueinander vorliegen (bspw. Semantik). Die Daten sollten idealerweise in systemunabhängiger und standardisierter Form vorliegen.

Zunächst entsteht eine Diskussion darum, was eigentlich unter einem Quartiersenergiemanagementsystem zu verstehen ist. In der Diskussion zeigt sich, dass es entscheidend ist zu verstehen, welche Ebenen das QEMS berühren soll. Sollen nur die Verbrauchs- und Erzeugung gemonitort werden, gilt es diese zu steuern oder ist auch die Gebäudetechnik Teil des EMS, sodass die GLT mitberücksichtigt werden muss. Auch die zu berücksichtigten Energieformen sollten offen liegen. Die Dateninfrastruktur müsse entsprechend der angestrebten Funktionalitäten des QEMS aufgesetzt werden.

In der Planung selbst sollte die Berücksichtigung von den zu beeinflussenden Stellgrößen eine besondere Rolle einnehmen. Eine Priorisierung der Anlagen nach signifikanten Eingriffsmöglichkeiten wird als sinnvoll erachtet, um mit wenigen Stellgrößen möglichst viel Einfluss zu haben. Bei der Auslegung sollten zudem Speicher berücksichtigt und priorisiert werden, anstelle selten(st) vorkommender Bedarfsspitzen. Zudem sollte im Betrieb zwischen direkter (Anlagensteuerung) und indirekter (bspw. Beeinflussung der Nutzenden durch Feedback) unterschieden werden. Weiterhin muss im Betrieb eine Funktionsweise der Anlagen berücksichtigt werden, dürfen diese bspw. nicht abgeschaltet werden, da diese rund um die Uhr funktionieren müssen.

Wie kann die Planung in den Betrieb überführt werden?

Joel Schölzel fasst bisherige Ergebnisse zur Überführung der Planung in den Betrieb zusammen. Essenziell sind einheitliche Datenmodelle, ein strukturiertes Inbetriebnahme-Management und die Sicherstellung guter Dokumentationspraktiken. Für das Inbetriebnahme-Management kann unter anderem die VDI 6039 zu Hilfe gezogen werden [5].

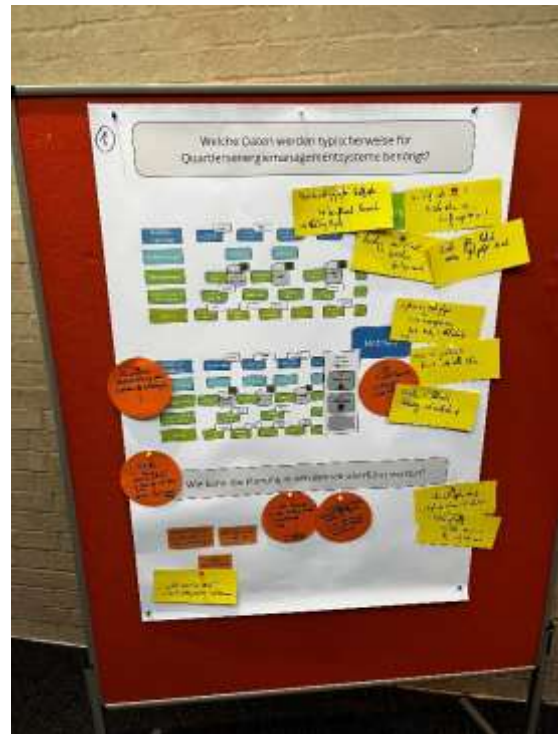


Abbildung 3 Beispielhafte Darstellung des Ablaufs und der Dokumentation des Workshops. Auf Poster wurden die vorab erfassten Bestandteile, Herausforderungen beschrieben und im Rahmen des Workshops diskutiert und angereichert.

Einige Teilnehmende äußern Bedenken, da in der Umsetzung große Unterschiede zwischen Planung und Betrieb liegen. Einerseits liegen zwischen der Planung und dem Betrieb große Zeiträume, häufig mehrere Jahre. Zudem wird in der Planung mit „dummy-Werten“ gerechnet, im Betrieb werden aber reale Daten verwendet. Die Diskutierenden sind sich aber einig, dass die Planung den Betrieb immer berücksichtigen muss, in Form von Betriebszielen, Eigentumsverhältnissen und der Berücksichtigung der Geschäftsmodelle der involvierten Akteure. Hierfür sollten Datenmodelle und Werkzeuge vorhanden sein, um die Vorgaben aus der Planung in den Betrieb zu überführen.

Als hilfreiche Tipps erachten die Diskutierenden die Dokumentation an einem Ort zu haben, diese sollte nicht über mehrere (virtuelle) Orte oder Parteien verteilt sein. Anforderungen und Ziele aus der Planung müssen zudem in der Inbetriebnahmephase an das Betriebsteam kommuniziert werden. Ein Teilnehmender äußert sich, dass es wichtig ist „den Betrieb an den Anfang [zu]stellen“. Nur aus diesem lassen sich Anforderungen und Ziele für die Planung ableiten, bspw. Emissionsgrenzwerte oder der Autarkiegrad.

Eine weitere Fragestellung, die die Teilnehmenden als hilfreich erachten lautet: „Welche Anlagen können, geregelt werden?“. Von dieser Antwort aus, lässt sich das QEMS aufbauen.

Welche Anforderungen gibt es an die Informations- und Kommunikationstechnologien?

In diesem Teil der Diskussion werden relevante IKT und Anforderungen an diese hervorgehoben. Modbus, OPC UA und BACnet dienen den Projekten als zentrale Protokolle für die Erfassung und Übermittlung von Daten. Die typischen Frequenzen liegen bei einer stündliche bis 15-minütig. Teilweise werden Frequenzen bis zu 5 Sekunden empfohlen [6], wobei der entsprechende Fokus dann die Gebäudeleittechnik (GLT) darstellt. Im Allgemeinen werden im Energiemanagement selten alle Daten der Automationsebene integriert. Falls doch sollten mit zunehmender Integration einheitliche (standardisierte) Datenpunktschlüssel (bspw. BUDO [7]) oder Ontologien (bspw. BRICK [8]) genutzt werden. Die typische Anlagenkomponenten stellen Wärmepumpen, Photovoltaiksysteme, Warmwasser- und Batteriespeicher, Gaskessel sowie Blockheizkraftwerke dar. Hier müssen die aktuellen Zustände erfasst werden. Ferner wird die Bedeutung regelmäßiger Energiebedarfsprognosen betont, die für eine effektive Systemsteuerung und -optimierung unerlässlich sind.

Durch die Teilnehmenden werden noch M-Bus und MQTT als weitere wichtige Standards genannt. Ein Teilnehmer stellt zudem die Frage nach der Finanzierung der Sensorik in den Raum. In Forschungsprojekten ist dies über die Förderung möglich, in der Praxis müssen sich die Investments aber lohnen. In der Praxis ist dies häufig nicht der Fall.

Wie kann ein effizienter Betrieb mit Hilfe der IKT sichergestellt werden?

Joel Schölzel erläutert drei Punkte, die in vorherigen Workshops definiert worden sind. Erstens, die Verfügbarkeit der Systeme muss im und über das Projekt hinweg sicherstellt werden. Zweitens, die Anlagen müssen bedarfsgerecht dimensioniert werden. Drittens, die Lebensdauer der Anlagen und IKT muss berücksichtigt werden in der Planung und in Wartungszyklen.

Die Diskussion dreht sich um zwei zentrale Aspekte. Die Teilnehmenden diskutieren einerseits, wie die IKT genutzt werden kann, um den energieeffizienten Betrieb sicherzustellen. Andererseits wird über einen effizienten Betrieb der IKT selbst, insbesondere der Datenerfassung gesprochen. Für den ersten Aspekt wird insbesondere auf die bereits angesprochene Zieldefinition in der Planung und Inbetriebnahme verwiesen. Das QMES kann dann beim Abgleich von Soll-Ist-Werten behilflich sein und einen effizienten Betrieb sicherstellen. In der Diskussion wird geäußert, dass eine automatisierte Fehlererkennung für energetische Analysen nicht trivial ist. Die Identifikation kaputter Anlagentechnik sei aber schon Standard, bspw. wenn eine Pumpe kaputt geht.

Bei dem Aspekt der effizienten Datenerfassung wird sich gewünscht, dass der Datenaustausch in der Energiewirtschaft über die klassischen Marktpartner (VNB, ÜNB, MSB etc.) hinausgedacht wird. Durch die Nutzung vorhandener Messinfrastruktur wie SMGWs müssen weniger Doppelmessungen durchgeführt werden. Ein Teilnehmender kritisiert die mangelnde Datensouverenität der Akteure am Markt. Dies soll zukünftig durch neue Gesetze bessergestellt werden. Dabei sollte aber auch auf die vorher angesprochene Aktualität der Daten geachtet werden. Konzepte wie Datentreuhänder könnten hierbei zukünftig ebenso helfen.

Welche Herausforderungen und Lösungsansätze gibt es im Umgang mit der Datenverfügbarkeit und-heterogenität?

Joel Schölzel stellt die bisherigen Ansätze vor, um die Datenverfügbarkeit zu erhöhen. Neben dem Einbau von mehr Sensorik und Aktorik, können Befragungen durchgeführt werden, sowie Daten abgeschätzt werden. Für letzteres sind insbesondere Typologien geeignet wie Tabula [9] oder Normen, die typische Nutzungszeiten vorgeben [10]. Zur Homogenisierung eignen sich wiederum die angesprochenen Standards, wie beispielsweise normierte Zeitstempel [11].

In der Diskussion werden drei Beispiele genannt, um an mehr Daten zu kommen und diese zu homogenisieren. Eine Teilnehmende verweist auf den Colouring Cities Ansatz, der auch schon in Dresden umgesetzt wird¹. Durch diesen Public Science Ansatz können Informationen zu Gebäuden zusammengetragen werden. Ein anderer Teilnehmer erzählt von einem „Datentausch“, der nach einem Gespräch mit fachlich verantwortlichen zustande kam. Die beiden Institutionen tauschen die Daten, da diese sich ergänzen. Grundvoraussetzung war ein Prozessverständnis für die jeweilige andere Seite und wie die eigenen Daten dabei helfen können die Fragestellung dieser zu beantworten. Das dritte Beispiel spricht die eingangs erwähnte Kuratierungs- und Übertragungsschicht der Daten an. Hier können Protokolle zur Homogenisierung genutzt werden, bspw. MQTT für die Abstraten.

Was zeichnet erfolgreich umgesetzt QEMS aus?

Joel Schölzel präsentiert eine Reihe von Merkmalen, die für erfolgreich umgesetzte QEMS charakteristisch sind. Zentral ist die Forderung nach einem kontinuierlichen Fernbetrieb, der durch heterogene Protokolle unterstützt wird. Die Geschäftsmodelle sollten vollumfängliche Dienstleistungen von Full-Service-Anbietern beinhalten, und Implementierungsstrategien müssen mit den internen Lösungen und Prozessen der Stakeholder abgestimmt sein. Insbesondere das letzte

¹ Weiter Informationen siehe: <https://colouring.dresden.ioer.de/>

gestaltet sich oft schwierig, da die Prozesse auf den eigenen Geschäftsmodelle basieren. Vorhandene Geschäftsmodelle stellen aber den Grundbaustein für eine erfolgreiche Umsetzung dar. Damit dies zukünftig einfacher wird, müssen flexible Preise die Anreize für ein aktives Energiemanagement geben. Organisatorische Aspekte wie eine klare (interne) Rechteverwaltung, die Unklarheiten beim Datenzugriff minimiert, sowie geklärte Zugriffsrechte sind ebenfalls als erfolgskritisch identifiziert. Die Updatefähigkeit der Geräte wird zudem hervorgehoben. Die Umsetzung gelingt bislang in Neubau oder Sanierungsprojekten mit einer homogenen Eigentümerstruktur.

Die Teilnehmenden bestätigen die Einschätzung, dass vor allem neugebaute Quartiere relevant sind. In der Entwicklung sollte ein Zählerkonzept aufgestellt werden, welches Zuständigkeiten klärt und physische Gegebenheiten wie Installationsorte und die Art der benötigten Messdaten berücksichtigt. Als ein Beispiel wird genannt, dass zu prüfen ist, ob die Übertragung der Messwerte durch vorhandene Zähler auch für weitere Zwecke (in diesem Fall die Abrechnung) genutzt werden können oder ob es hier andere regulatorische Anforderungen an die Werte gibt (Übertragung Zählerstand vs. Übertragung bezogene Energie in dem Messzeitraum). Im Bestand sollte die Umsetzung QEMS mit vorhandenen Arbeiten koordiniert werden. Wenn also dringende Arbeiten durchgeführt werden, können zusätzliche Sensorik und Aktorik im gleichen Schritt installiert werden.

Die Teilnehmenden sind sich zudem einig, dass ein „erfolgreich umgesetztes“ QEMS eines ist, dass auch genutzt wird und von den Nutzenden verstanden wird. Eine Teilnehmerin erzählt, dass die niedrigere Vorlauftemperatur durch Wärmepumpen dazu führen kann, dass Nutzende denken, ihre Heizung sei kaputt. Dokumentation und Informationen über das System müssen also allen Nutzenden zur Verfügung stehen. Weiterhin sollte das Monitoring schon bei der Inbetriebnahme funktionieren und im Idealfall direkt über das QEMS stattfinden. Betreiber könnten die Nutzung fördern, indem diese eine Verpflichtung zur Nutzung reinschreiben. So können QEMS zukünftig auch zur Erbringung von Nachweisen genutzt werden.

Was fehlt noch für übertragbare und skalierbare QEMS?

Joel Schölzel fasst die kritischen Punkte zusammen, die für skalierbare und übertragbare QEMS zukünftig zu adressieren sind. Er hebt die Einzigartigkeit von Lösungen und zugehörigen Energiekonzepten hervor, die eine Standardisierung erschweren können. Des Weiteren wird das Henne-Ei-Problem zwischen der Notwendigkeit von Anpassungen und bereits entwickelten Lösungen angesprochen, was auf die Schwierigkeit hinweist, bestehende Systeme zu modifizieren und gleichzeitig innovative Ansätze zu integrieren. Ein weiterer Aspekt ist die Integration von Systemen über verschiedene Lebenszyklusphasen hinweg, was auf die Notwendigkeit einer nahtlosen Einbindung verschiedener Technologien und Ziele des EMS (Erfassung, Optimierung, Steuerung, Regelung) hinweist. Datenschutzfragen, Mangel an diskriminierungsfreiem Zugang für kleine Energiegemeinschaften, ungeklärte Haftungsfragen bei der Kontrolle der Anlagentechnik und das Eigentum der Anlagen sind ebenfalls als Herausforderungen identifiziert. Außerdem wird auf die Notwendigkeit von dynamischen Netzentgelten für den Eigenverbrauch in Nachbarschaften und fehlende Regelungen für Energiegemeinschaften verwiesen.

Die Teilnehmenden ergänzen, dass es ein Vermieter und Mieterdilemma gibt. Während der Vermietende die Kosten für die Investitionen trägt, erfährt der Mietende in der Regel die Einsparungen. Unterliegen die Investitionen in QEMS einer „banalen“ wirtschaftlichen Logik, so sind sie nicht lohnend für die Mietenden. Dies könnte zu Akzeptanzproblemen bei der Integration von QEMS führen.

Bislang gibt es unterschiedliche Geschäftsmodelle für den Betrieb mit unterschiedlichen Foki, beispielweise Mieterstrom, die Wärmeversorgung oder die integrierte Energieversorgung. Das Geschäftsmodell muss diese Rollen widerspiegeln, was bislang für QEMS fehlt. Daran angelehnt ist auch die Frage: Wer betreibt das System? Für die Praxis fehlen bislang definierte Anforderungen, die als Basis für Ausschreibungen genutzt werden können.

In der Praxis gibt es viele unterschiedliche Formen von QEMS, diese spiegeln sich in den unterschiedlichen Quartierstypen wider, mit unterschiedlicher Versorgungsinfrastruktur, verschiedenen Eigentümern oder unterschiedlichen Geschäftsmodellen. Damit es eine Skalierbarkeit geben kann, muss dies berücksichtigt werden.

Ausblick und Zusammenfassung

Joel Schölzel fasst die Diskussion zusammen und verabschiedet die Teilnehmenden. Die Begleitforschung plant zeitnah eine Veröffentlichung der Ergebnisse.

Quellen und Hinweise

- [1] E. Curry, “The Big Data Value Chain: Definitions, Concepts, and Theoretical Approaches,” in *New Horizons for a Data-Driven Economy*, J. M. Cavanillas, E. Curry, and W. Wahlster, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 29–37. doi: 10.1007/978-3-319-21569-3_3.
- [2] “Vision | N5GEH.” Accessed: Oct. 21, 2021. [Online]. Available: <https://n5geh.de/vision/>
- [3] “EnEff:Stadt MEMAP,” MEMAP. Accessed: Sep. 30, 2021. [Online]. Available: <https://memap-projekt.de/>
- [4] “Werksgelände wird zum klimaneutralen Stadtquartier - energiewendebauen.de.” Accessed: Nov. 15, 2023. [Online]. Available: <https://www.energieendebauen.de/forschung-im-dialog/neuigkeiten-aus-der-forschung/detailansicht/werksgelaende-wird-zum-klimaneutralen-stadtquartier>
- [5] “Facility-Management - Inbetriebnahmemanagement für Gebäude - Methoden und Vorgehensweisen für gebäudetechnische Anlagen.” [Online]. Available: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-6039-facility-management-inbetriebnahmemanagement-fuer-gebaeude-methoden-und-vorgehensweisen-fuer-gebaudetechnische-anlagen>
- [6] Bundesanstalt für Immobilienaufgaben and Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, “Leitfaden Gebäudeautomation v.2.0.” Dec. 2019.
- [7] F. Stinner, A. Kornas, M. Baranski, and D. Müller, “Structuring building monitoring and automation system data,” *The REHVA European HVAC Journal*, vol. 55. no. 4, pp. 10–15, Aug. 2018.
- [8] B. Balaji *et al.*, “Brick: Towards a Unified Metadata Schema For Buildings,” in *Proceedings of the 3rd ACM International Conference on Systems for Energy-Efficient Built Environments*, Palo Alto CA USA: ACM, Nov. 2016, pp. 41–50. doi: 10.1145/2993422.2993577.
- [9] T. Loga, B. Stein, and N. Diefenbach, “TABULA building typologies in 20 European countries— Making energy-related features of residential building stocks comparable,” *Energy Build.*, vol. 132, pp. 4–12, Nov. 2016, doi: 10.1016/j.enbuild.2016.06.094.
- [10] “DIN V 18599-10:2018-09, Energetische Bewertung von Gebäuden_ - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung_ - Teil_10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten,” Beuth Verlag GmbH. doi: 10.31030/2874436.
- [11] “Datum und Uhrzeit – Darstellung für den Informationsaustausch – Teil 1: Grundlegende Regeln (ISO 8601-1:2019).”