

IBK_Campagne

Monitoring Innsbruck Campagne - PH Siedlung mit Fernwärme und Wärmepumpe

Programm / Ausschreibung	Smart Cities, Leuchttürme für resiliente Städte 2040, Leuchttürme für resiliente Städte 2040 - Ausschreibung 2022	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.03.2023	Projektende	31.08.2025
Zeitraum	2023 - 2025	Projektlaufzeit	30 Monate
Keywords	Passivhaus, Fernwärme, Wärmepumpe, Energiekonzept, Energieeffizienz, Komfort, RLQ, Monitoring		

Projektbeschreibung

Mit dem Stadtentwicklungsprojekt "Campagne-Reichenau" entsteht im Osten von Innsbruck auf einer Fläche von ca. 84.000 m² ein Smart City Quartier. Hier sind ca. 1.100 neue Wohnungen, zahlreiche Nahversorgungs- und Dienstleistungseinrichtungen sowie Sportplätze und ein Vereinsgebäude geplant. Im Rahmen des Programmes Smart Cities Demo wurde das Projekt „Smart City Campagne Areal Innsbruck“ für das Baufeld 1 mit 4 Bauteilen und insgesamt 307 Wohnungen bzw. 2.500 m² Geschäftsflächen entwickelt, geplant und gebaut. Es wurden in Zusammenarbeit mit den beteiligten Partnern innovative Energie-, Ver- und Entsorgungskonzepte sowie passende Mobilitätsangebote für den neuen Stadtteil entwickelt.

Es wurde im Planungsprozess für das Baufeld 1 mit einem eigens entwickelten relativ einfachem Tool eine umfassende Simulationsstudie für das gesamte Campagne Areal durchgeführt, in der verschiedene Arten bzw. Kombinationen von Wärmeerzeugungssystemen (Wärmepumpensysteme und/oder Fernwärme im Vergleich zu Gaskessel als Referenz) untersucht wurden. Der Grad der Zentralisierung des Wärmeerzeugungssystems und die Art des Wärmeverteilungssystems mit 5 verschiedenen Konzepten wurde variiert. Ziel der Studie war es, die besten Kombinationen in Bezug auf Energie und ökologische Umweltauswirkungen zu finden.

Insbesondere in Niedrigstenergie- bzw. Passivhäusern macht die Warmwasserbereitung bereits oft einen höheren Anteil aus als die Heizung des Gebäudes. Das Konzept der Warmwasserversorgung bezüglich zentral oder dezentral und den damit verbundenen Temperaturniveaus bzw. eingesetzten Wärmeerzeugern hat daher einen sehr großen Einfluss auf die Gesamteffizienz und den Gesamtenergieverbrauch eines Gebäudes.

Die Monitoringkampagne in diesem Projekt soll daher ein besonderes Augenmerk auf die letztlich in diesem Projekt umgesetzte Warmwasserbereitung und insbesondere auf die Warmwasserverteilung legen und vertiefte Erkenntnisse über die verschiedensten Einflussgrößen wie auch Auswirkungen auch auf den diversen Abschnitten der Warmwasserbereitung und -verteilung liefern.

Mit den Monitoringdaten soll dann das Simulationstool mit den realen Daten als Input validiert und adaptiert werden, um daraus quantifizierbare Erkenntnisse über die Genauigkeit bzw. Unsicherheit solcher vereinfachten Planungswerkzeuge zu erhalten.

Als Ergebnis stehen dann neben übergeordneten Gesamtenergiekennzahlen besonders detaillierte Erkenntnisse zu dem realisierten Warmwasserbereitungs- und Verteilsystem zur Verfügung. Ein einfaches Auslegungstool für die Analyse von Wärmeversorgungssystemen von mehreren Gebäuden in Quartieren kann als an diesem Projekt validiertes Tool für weitere Vorplanungen genutzt und weiterentwickelt werden.

Abstract

With the urban development project "Campagne-Reichenau", a Smart City quarter is being created in the east of Innsbruck on an area of approx. 84,000 m². Approximately 1,100 new apartments, numerous local supply and service facilities as well as sports fields and a club building are planned here. As part of the Smart Cities Demo program, the project "Smart City Campagne Areal Innsbruck" was developed, planned and built for construction area 1 with 4 components and a total of 307 apartments and 2,500 m² of commercial space. Innovative energy, supply and disposal concepts as well as suitable mobility offers for the new urban district were developed in cooperation with the partners involved.

A comprehensive simulation study for the entire Campagne area was carried out in the planning process for construction area 1 using a relatively simple tool developed in-house, in which various types or combinations of heat generation systems (heat pump systems and/or district heating compared to gas boilers as a reference) were examined. The degree of centralization of the heat generation system and the type of heat distribution system with 5 different concepts were varied. The aim of the study was to find the best combinations in terms of energy and ecological environmental impact.

Especially in low-energy or passive houses, hot water production already often accounts for a higher share than the heating of the building. The concept of hot water supply in terms of centralized or decentralized and the associated temperature levels or heat generators used therefore has a very large impact on the overall efficiency and total energy consumption of a building.

The monitoring campaign in this project should therefore pay special attention to the hot water supply and in particular to the hot water distribution that is ultimately implemented in this project and provide in-depth knowledge about the various influencing variables as well as effects also on the various sections of the hot water supply and distribution.

The monitoring data will then be used to validate and adapt the simulation tool with the real data as input in order to obtain quantifiable insights into the accuracy or uncertainty of such simplified planning tools.

As a result, particularly detailed insights into the realized water heating and distribution system will be available in addition to higher-level overall energy performance indicators. A simple design tool for the analysis of heat supply systems of several buildings in quarters can be used and further developed as a tool validated in this project for further preliminary planning.

Endberichtskurzfassung

Das Smart City Quartier „Campagne-Areal“ in Innsbruck ist zukunftsweisendes Beispiel für ein Stadtentwicklungsprojekt mit dem Ziel, ein „Plusenergie“ zu realisieren. Insgesamt sind 16 energieeffiziente Gebäude mit über 1100 Wohnungen sowie diversen öffentlichen und gewerblichen Einrichtungen (Kindergärten, Geschäfte, Sportanlagen) geplant. Die erste Bauphase mit vier Gebäuden und 307 Wohnungen wurde Ende 2022 abgeschlossen. Die Gebäude erfüllen den Passivhausstandard und werden zentral durch eine Grundwasser-Wärmepumpe (Raumheizung) sowie Fernwärme (Warmwasser) versorgt. Ein umfassendes Monitoringsystem lieferte detaillierte Daten auf Quartiers-, Gebäude- und Wohnungsebene. Die Analyse der Monitoringdaten wurde durch begleitende Simulationsstudien unterstützt.

Der Heizwärmeverbrauch der Gebäude liegt nur geringfügig höher als der Planungswert, die Raumluftqualität entspricht erfahrungsgemäß der hohen Qualität von Passivhäusern. Die zentrale Grundwasser-Wärmepumpe erreichte im Betrieb

ebenfalls Leistungszahlen, die den Erwartungen der Planung entsprechen. Dennoch zeigt die Analyse, dass der hohe Anteil an Hilfsenergien (für Pumpen, Steuerung) die Gesamteffizienz des Systems deutlich reduziert. Ergänzend wurde ein dynamisches Gebäudemodell (MATLAB/Simulink, CARNOT) entwickelt und mit Messdaten kalibriert, welches die Grundlage für Variantenrechnungen und Optimierungen darstellte. Durch verbesserte Regelstrategien konnte in Simulationen eine Reduktion des jährlichen Stromverbrauchs der Wärmepumpe um bis zu 7.5% aufgezeigt werden. Zudem wurden verschiedene Systemkonfigurationen verglichen, u.a. mit oder ohne hydraulischer Entkopplung, sowie der Einsatz dezentraler Wärmepumpen auf Gebäudeebene. Durch gebäudeweise Wärmepumpen könnte die Effizienz weiter verbessert werden (in Summe 15 % Verbesserung).

In einem Gebäude wurden alle 52 Wohnungsstationen zur Trinkwarmwasserbereitung (FWS) mit Wärmemengenzähler ausgestattet die neben dem Energieverbrauch auch den Volumenstrom und die Temperaturen primärseitig erfasst. Diese Daten erlauben detaillierte Analysen des tatsächlichen Warmwasserverbrauchs und der gleichzeitigen Nutzung (Gleichzeitigkeit). Dabei zeigt sich eine große Bandbreite im Nutzerverhalten (Zapfdauer, Tageszeit, Durchfluss). Dies erlaubt wichtige Rückschlüsse für die zukünftige Auslegung von Wärmeversorgungssystemen. Die gemessenen Profile weichen teils deutlich von Normvorgaben (z.B. EN 16147) ab. Der Nutzenergiebedarf ist deutlich geringer als erwartet und es konnten viele geringfügige Zapfvorgänge festgestellt werden. Die Berechnung der Gleichzeitigkeitsfaktoren gemäß Norm kann bestätigt werden. Die Wärmeverteilverluste übersteigen die Planungswerte deutlich. Dies ist einerseits in den relativ hohen Vorlauftemperaturen und andererseits in den deutlich zu hohen Rücklauftemperaturen begründet. Es konnte nachgewiesen werden, dass durch eine Anpassung der Regelung des Warmhaltebypasses die Temperatur ohne Komforteinbußen deutlich reduziert werden kann. Die ungedämmten Frischwasserstationen tragen ebenfalls relevant zu den hohen Verteilverlusten bei. Hier konnte das Verbesserungspotential noch nicht ausgeschöpft werden.

Auf drei der Gebäude wurde eine Photovoltaikanlage installiert, die Strom zur Eigenversorgung beiträgt. Die Anbindung der PV-Anlage an das Gebäudecosystem erlaubt eine direkte Nutzung des erzeugten Stroms, vor allem für allgemeine Verbraucher und Hilfsenergiebedarf der Haustechnik. Für eine positive Energiebilanz wäre eine deutliche Ausweitung der PV-Nutzung notwendig. Die Kombination von hocheffizienten Gebäuden mit optimierten Wärmepumpenlösungen ist Grundlage für die Vision eines Plusenergiequartiers. Das Projekt liefert wichtige Erkenntnisse für die zukünftigen Bauphasen und für internationale Forschungskooperationen wie IEA EBC A83 Positive Energy Districts (PED) und IEA HPT A62 (Heat Pumps in PED). Die Voraussetzung für die Weiterentwicklung und Optimierung von nachhaltigen Quartierslösungen ist eine integrale Planung sowie eine simulationsgestützte Inbetriebnahme und Betriebsüberwachung.

Projektpartner

- Universität Innsbruck