

EnerPHit für ein klimaresilientes St. Johann (EnerPHit-for-2040)

LEUCHTTÜRME FÜR RESILIENTE STÄDTE 2040 - AUSSCHREIBUNG 2022

Ausschreibungsschwerpunkt:

F&E-DL 1: Erstellung von Klimaneutralitätsfahrplänen für Städte & Kommunen

Instrument

FuE Dienstleistung

Projektlaufzeit

16.01.2023 – 15.07.2024

DELIVERABLE 3-1: ERSTELLUNG VON ENERGIEBILANZEN UND CO2-EMISSIONEN MITTELS VARIANTENSIMULATION

Verfasst von:

Universität Innsbruck

Arbeitsbereich für Energieeffizientes Bauen

Rainer Pfluger – rainer.pfluger@uibk.ac.at

Sascha Hammes – sascha.hammes@uibk.ac.at

Andreas Frei – andreas.frei@uibk.ac.at



Marktgemeinde St. Johann

Hans Soder – hans.soder@st.johann.tirol



Regio-Tech (Projektleitung)

Das Zentrum für Regionalentwicklung

Andreas Franze – franze@regio-tech.at



Letzte Änderung
22.05.2024

INHALTSVERZEICHNIS

ERSTELLUNG VON ENERGIEBILANZEN UND CO2-EMISSIONEN	3
Grundlagen zu districtPH	3
Ergänzende PV-Kalkulation	4
Fazit der Variantensimulation	5
DISSEMINATION	6
DANKSAGUNG	12
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	13
REFERENZEN	13

ERSTELLUNG VON ENERGIEBILANZEN UND CO2-EMISSIONEN

Grundlagen zu districtPH

Die Energiebilanzierung und die Reduzierung von CO₂-Emissionen sind integraler Bestandteil von Klimaneutralitätsfahrplänen, die die notwendigen Schritte für den Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft skizzieren. Grundlage des EnerPHit-for-2040-Projekts ist die Variantensimulation mittels districtPH¹. Das Tool districtPH wurde im Rahmen des EU-Projekts Sinfonia entwickelt (Low Carbon Cities for Better Living)^{2 3}, um kommunale Stakeholder sowohl in der Assessment-Phase, der Entscheidungs- und Planungsphase sowie der Implementierungs- und Nutzungsphase zu unterstützen. Die Assessment-Phase inkludiert insbesondere District templates, SWOT-Tools, Baseline-Erstellung, Datenbank mit Best-Practices und Factsheets. Die Entscheidungs- und Planungsphase umfasst District-Tools, Assessment- und Auswahltools, Stakeholder Involvement-Tools sowie ein Tool zur Bewertung der PV-Hosting-Kapazität des lokalen Netzes. Die Implementierungs- und Nutzungsphase adressiert anwenderspezifische Manuals, Leitfäden und Tools. Vorangegangene Literaturstudien im Bereich District Tools und Fallstudien zur Entscheidungsunterstützung für Heiz- und Verteilsysteme in Wohnarealen unterstreichen den hohen Innovationsgrad der Erstellung von Fahrplänen auf Basis von Kohortenmodellen sowie die Vorzüge für deren Einsatz in der kommunalen Planungspraxis [1], [2]. Die dahinterstehende Methodik setzt nicht auf die Auswertung einzelner Gebäude, sondern auf die Evaluierung von Gebäudegruppen mit vergleichbarer Typologie. Die Klassifizierung erfolgt dabei hinsichtlich Energiestandard, Gebäudegröße und Nutzungsart. Ausgehend von einer Datenbank mit unterschiedlichen Gebäudetypologien, die aber beliebig erweitert werden kann, wird ein Abbild der gebauten Realität des zu untersuchenden Districts als sogenannte Baseline (status quo) erstellt.

Basierend auf dem realen Gebäudebestand St. Johanns (vgl. D2-1) erfolgt eine Zuweisung mit Gebäudetypologien nach TABULA⁴ als Datengrundlage für districtPH. Das Tool districtPH wird genutzt, um basierend auf definierten Zielvorgaben Modelle zu erstellen, die als Ausgabe eine Prognose des Energieverbrauchs und der CO-Emission liefern. Die Kalkulation berücksichtigt insbesondere den Heizwärmebedarf im Gebäudesektor (aufgeschlüsselt nach Gebäudetypologie), den elektrischen Energiebedarf im privaten Wohnbausektor, den Bereich Verkehr samt Beleuchtung sowie Aspekte des öffentlichen Nahverkehrs. Durch Variation der Zielvorgaben und Entwicklungsraten können verschiedene Varianten simuliert werden (Szenarioentwicklung). Auf diese Weise kann der Einfluss von Sanierungsmaßnahmen auf den zukünftigen Energiebedarf und andererseits der notwendige Zubau an erneuerbaren Energien quantitativ ermittelt werden. Mit den durchzuführenden Variantensimulationen ist es auch möglich, abzuschätzen in welchem Ausmaß, gesetzte Maßnahmen von den Vorgaben abweichen dürfen, um das Ziel Klimaneutralität 2040 zu erreichen oder inwiefern auf Alternativstrategien zurückgegriffen werden muss.

Variantensimulation

Der erste Schritt besteht darin, die aktuellen Emissionswerte und Energieverbrauchsmuster zu erheben. Basisbewertungen (status quo) bieten einen Bezugspunkt für die Messung des Fortschritts. Diese erfolgten bereits in D2-1 und werden daher an dieser Stelle nicht wiederholt.

Die Zielvorgaben adressieren alle Sektoren, jedoch mit Schwerpunkt im Gebäudesektor, da dieser als wesentlichster Energieverbraucher ausgewiesen werden konnte und der zudem am besten seitens der Gemeinde beeinflussbar ist (vgl. D2-1). Ausgehend von der Zielsetzung eine hohe Energieeffizienz im Gebäudesektor zu erreichen, bspw. durch Sanierung im EnerPHit-Standard, erfolgen diesbezüglich spezifische Parametrisierungen im districtPH. So stellt die Sanierung im EnerPHit-Standard eine

¹ https://passiv.de/de/04_php/07_districtph/07_districtph.html, 05.2024

² <http://www.sinfonia-smartcities.eu/en/knowledge-center/energy-balance-district-tool>, 05.2024

³ <http://www.sinfonia-smartcities.eu/en/project>, 05.2024

⁴ <https://webtool.building-typology.eu/#bm>, 05.2024

Variante dar. Hinzu kommt eine Vergleichsvariante, die auf aktuellen Sanierungsraten und dem EnEV-Standard⁵ basiert. Ergänzende Varianten zu diesen beiden beinhalten den Austausch des Heizsystems bei Sanierung von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern. Ausgehend von den verbleibenden CO₂-Emissionen kann der notwendige Bedarf für den Ausbau erneuerbarer Energien bestimmt werden. Im Weiteren können von diesen Benchmark-Szenarien Sub-Szenarien und Fallback-Strategien erstellt werden, die in Abhängigkeit von der zeitlichen Entwicklung greifen. Abbildung 1 stellt die Verläufe der CO₂-Emissionen für die drei Szenarien dar.

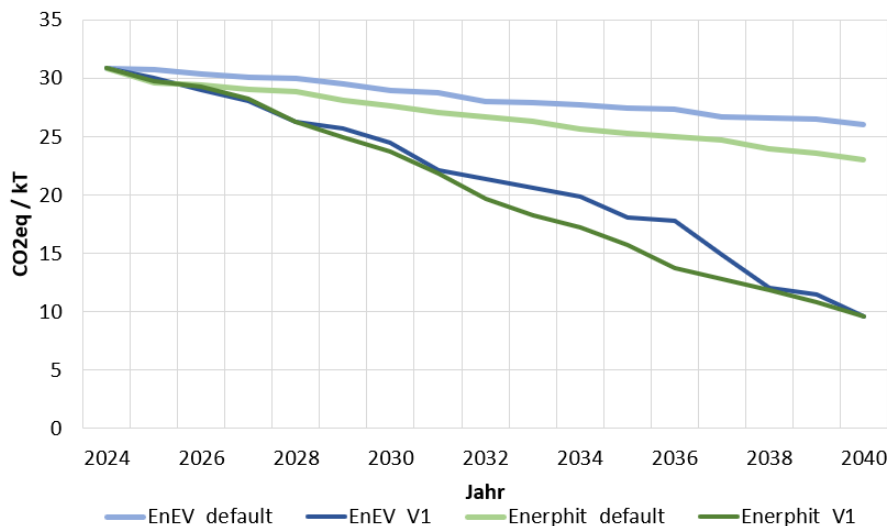


Abbildung 1: Verlauf der CO₂-Emissionen für vier verschiedene Varianten der energetischen Gebäudesanierung für die Marktgemeinde St. Johann (V1: Heizsystemwechsel bei Sanierung auf erneuerbare Energien).

Zur Sicherstellung der Ziele ist eine laufende Überwachung und transparente Berichterstattung über den Fortschritt erforderlich, um bei Bedarf Anpassungen vornehmen zu können. Der Energieausgleich und die Reduzierung der CO₂-Emissionen sind entscheidende Elemente des Klimaneutralitätsfahrplan.

Ergänzende PV-Kalkulation

Nach TirolSolar⁶ konnten bereits in D2-1 große solare Potentiale für St. Johann festgestellt werden. Inwiefern diese in St. Johann durch einen Ausbau der Photovoltaik erschlossen werden können, wird im Rahmen einer Masterthesis ausgearbeitet. Der Fokus der Arbeit liegt dabei auf gezielten Potentialanalysen der Dachflächen (TirolSolar) als auch auf Fassadenfläche, Freiflächen und Verkehrsflächen. Zudem werden identifizierbare Ausbaumöglichkeiten in den Kontext nationaler und europäischer Ausbaustrategien gesetzt. Um im Weiteren mehr Sicherheit in einer Planbarkeit von möglichen Ausbaustrategien zu erhalten, werden lokale, wie nationale Gesetzgebungen (Limitierung und Förderungen) sowie wirtschaftliche und bauliche Rahmenbedingungen einbezogen. Um aus resultierenden Ausbaupotentialen (d.h. einschließlich identifizierbarer Abminderungsfaktoren) einen jahreszeitlichen Verlauf generierter elektrischer Energie zu erstellen, wird ein seitens der Universität Innsbruck entwickeltes Matlab-Tool verwendet. Die mit dem PV-Ausbau verbundenen CO₂-Emissionen können mit den Szenarien aus districtPH zusammengeführt werden. Auf diese Weise konnten mehrere Szenarien definiert werden. Exemplarisch dargestellt wird dies in Abbildung 2 für die vier zuvor genannten Sanierungsstrategien. Im Klimafahrplan werden Sub-Strategien für Verfehlungen eines Benchmarking-Ziels definiert.

⁵ <https://www.baunetzwissen.de/glossar/enev-4424473>, 05.2024

⁶ <https://www.tirolsolar.at/#16/47.5223/12.4284>, 05.2024

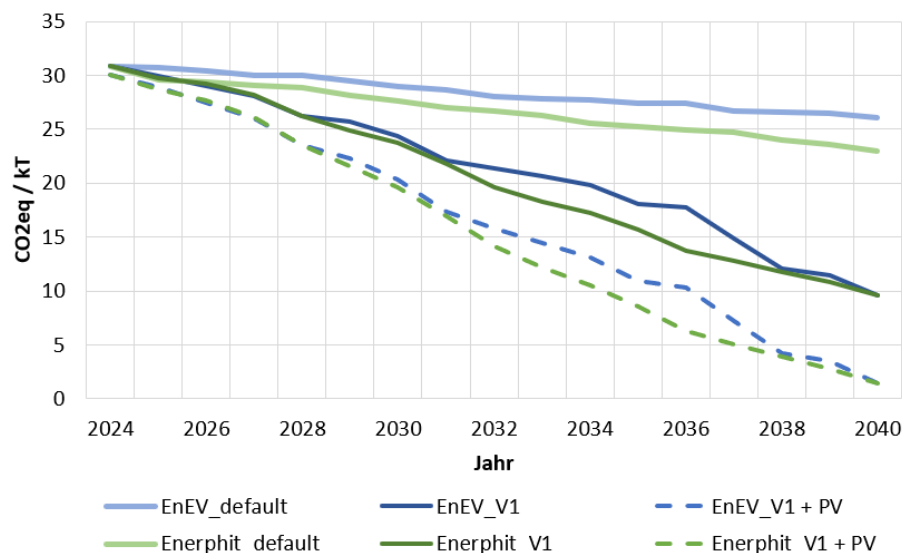


Abbildung 2: Verlauf der CO₂-Emissionen für vier verschiedene Varianten der energetischen Gebäudesanierung für die Marktgemeinde St. Johann samt Einfluss zugebauter PV (V1: Heizsystemwechsel bei Sanierung auf erneuerbare Energien).

Fazit der Variantensimulation

Auf Basis des Monte-Carlo-Algorithmus können künftige Entwicklungen entsprechend ihrer statistischen Wahrscheinlichkeiten simuliert werden. Auf diese Weise werden Zukunftsszenarien der kommunalen CO₂-Emissionen errechnet, die in Folge für das Carbon-Tracking als Leitlinie zur Erreichung der Klimaschutzziele verwendet werden. Im Weiteren können in Kombination mit Monitoring-Konzepten laufend Risikobewertungen erfolgen und bei Verfehlen von Benchmarks Fallback-Szenarien definiert werden. Strom- & Wärmenetze, erneuerbare Energien, E-Mobilität und öffentliche Verbraucher werden in der Bilanz berücksichtigt.

Einschränkend muss jedoch gesagt werden, dass die Berechnungen keine aktuellen Lasten und Leistungen für Verbrauch und Erzeugung liefern. Aussagen über die Notwendigkeit von Speichermaßnahmen von Überschüssen aus den Sommermonaten für die Deckung von Leistungsunterschuss in den Wintermonaten können damit nicht getroffen werden. Strategisch gesehen tragen aber alle Leistungsreduktionen im Kernwinter zu einer Entzerrung und Homogenisierung der Jahresdauerlinie und damit zur Vermeidung kostspieliger saisonaler Energiespeicherung bei. Darum sind alle Maßnahmen zur Heizlastreduktion mittels energetischer Sanierung im EnerPHit-Standard besonders wichtig.

DISSEMINATION

Inhalte dieses Berichts wurden auf der 27. Internationalen Passivhaustagung 2024 in Innsbruck vorgestellt:

Pfluger, R.; Hammes, S.; Frei, A. (2024) EnerPHit für ein klimaresilientes St. Johann (EnerPHit-for-2040). Tagungsband der 27. Internationalen Passivhauskonferenz, Innsbruck, Österreich, 05.-07.04.2024, 283-288. <https://univention.passiv.de/nextcloud/s/6rwga5ktAWyStYX> (deutschsprachiger Version des Tagungsbandes)

Kurzfassung des Beitrags

Im Rahmen des Förderprogramms "Leuchttürme für resiliente Städte 2040" (FFG) wurde die Erstellung von Klimaneutralitätsfahrplänen für Städte und Kommunen gefördert. Die Marktgemeinde St. Johann in Tirol, Österreich, möchte ein Zeichen setzen und gemeinsam mit den Projektbeteiligten Universität Innsbruck und Regio-Tech einen Fahrplan zur Klimaneutralität St. Johanns bis 2040 erstellen. Die Projektidee ging aus Voruntersuchungen des EU-Projektes outPHit hervor, bei denen u.a. die serielle Sanierung von drei Liegenschaften aus den 1960er-Jahren der Wohnungsbaugesellschaft NHT im EnerPHit-Standard geplant ist und deren zeitliche Integration an die Fernwärmeversorgung auf Quartiersebene mit Hilfe von districtPH untersucht wurde. Dabei wird die Relevanz der seriellen Sanierung für die Erreichung von Energiezielen hervorgehoben. Im Rahmen des Leuchtturmprojekts sollen daher diese Methoden auf die gesamte Marktgemeinde und deren angrenzenden Siedlungsstrukturen (Energeregion) ausgedehnt werden.

St. Johann führt ein Energiemonitoring für Strom, Wärme und Wasser aller gemeindeeigenen Liegenschaften durch. Das Fernwärmenetz versorgt derzeit rund 1000 Haushalte (800 Gebäude) größtenteils mit Abwärme der benachbarten Egger-Werke sowie der Bioenergie Sperten (2 MW im Sommer, 20 MW im Winter) und stößt damit bereits jetzt an seine Leistungsgrenzen, wenn auf fossilen Ausbau verzichtet werden soll. Sanierung im EnerPHit-Standard und weitgehende Effizienzsteigerung sollen nun einen weiteren CO₂-neutralen Netzausbau ermöglichen. Die Kommune möchte daher zur Erfüllung der Klima- und Energieziele bis 2040 mit gutem Beispiel vorangehen und erste kommunale Referenzprojekte angehen.

Als Sofortmaßnahme wird bei der kommunalen Objektauswahl die Sanierung des Hallen- und Freibades "Panorama Badewelt", aufgrund seines extrem hohen Energieverbrauchs mit höchster Dringlichkeit ausgewählt. Obwohl dessen Gebäudehülle bereits in einen guten Zustand versetzt wurde, konnten noch erhebliche Einsparpotenziale lukriert werden, die in diesem Beitrag dargestellt werden. Allein durch den Tausch der Filterpumpen durch Hocheffizienzpumpen konnte eine Stromeinsparung von 40% erreicht werden. Rund 70% Einsparungen im Bereich der Wärmeversorgung können durch Maßnahmen im Lüftungs- und Wärmerückgewinnungsbereich (Verdampfungsenthalpie) lukriert werden. Zusätzlich können knapp 200 MWh/a über Duschwasser-Wärmerückgewinnung in Schwimmhalle und Saunabereich eingespart werden. In diesem Beitrag soll zudem die prinzipielle Vorgehensweise zur Bestimmung der Energie-Baseline, der Prognosemodelle mit Hilfe von districtPH sowie die daraus entwickelten Varianten und Handlungsempfehlungen vorgestellt werden. Versorgungsseitig wird neben der Fernwärme auch der Status Quo und das Ausbaupotenzial im Bereich PV und Wärmepumpen berechnet.

Repräsentativ für andere Kommunen kann dieser Beitrag wertvolle Erkenntnisse zur fundamentalen Bedeutung der Energieeffizienz auf dem Weg zur Klimaneutralität liefern.

Darstellung der wichtigsten Vortragsfolien im Kontext des Berichts

Leuchttürme für resiliente Städte 2040



FFG-Förderung zur Erstellung von Klimaneutralitätsfahrplänen für Städte und Kommunen

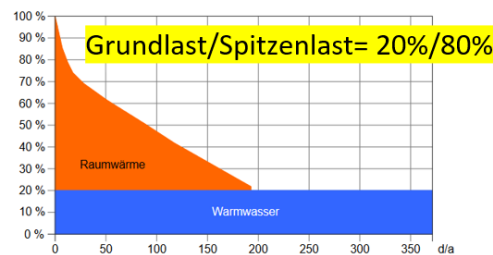
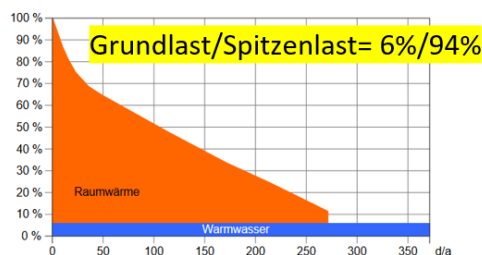
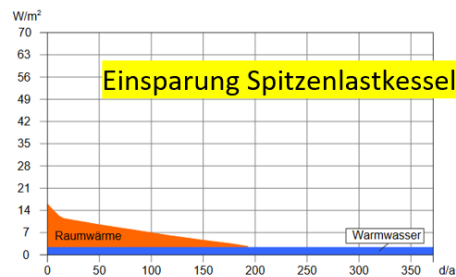
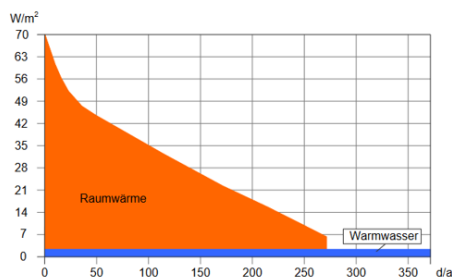
Projektleitung: Regio-Tech

Projektpartner:

- Marktgemeinde St. Johann in Tirol
- Universität Innsbruck AB Energieeffizientes Bauen

Jahresdauerlinie Altbau vs. EnerPHit/PH

Ausgeglichene Dauerlinie, geringere Spitzenlast



PV-Potenziale



- Dachflächen
- Fassaden/Balkonkraftwerke
- Parkplätze?

(Geringe Akzeptanz für Freiaufstellung/
Agro-PV)



Dachaufsicht Panorama Badewelt
500 PV-Module, 800 m², 170 kWp,
Vordergrund: PV-Ertrag 150.000 kWh
Hintergrund: Solarthermie

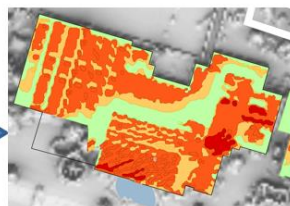
Evaluierung der PV-Potentiale



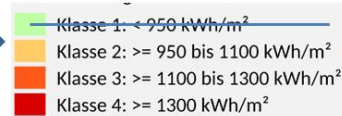
PV-Tool



Identifizierung
relevanter
Flächen



Filter



Beste
Potentiale

Ergebnisse



- **Nutzbare Dachflächen: 2987**
- **Potential Solarstrahlung: 727 095 MWh/a**
- **Potential Energie aus PV: 58 168 MWh/a**
- **Maximal installierbare PV-Leistung: 68 MWp**
- **Installierte PV-Leistung (Stand 08.2022): 2 MWp**
- **Zubaupotential: 66 MWp**



EnerPHit-for-2040



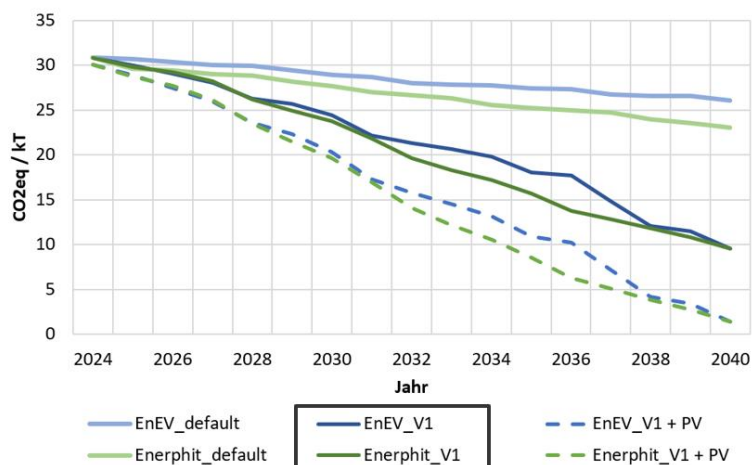
Funktionalität und Workflow mit districtPH



- Erfassung des Bestands über Gebäudetypologie
- Erstellung von Energiebilanzen für Quartiere
- Heizwärmebedarf der Altbauten wird realistisch abgeschätzt
- Untersuchung von Sanierungs- und Entwicklungsszenarien für den Gebäudebestand

Neben Wechsel auf erneuerbare Energien ist eine Energieeffizienzsteigerung notwendig, um Klimaziele zu erreichen

EnerPHit-for-2040

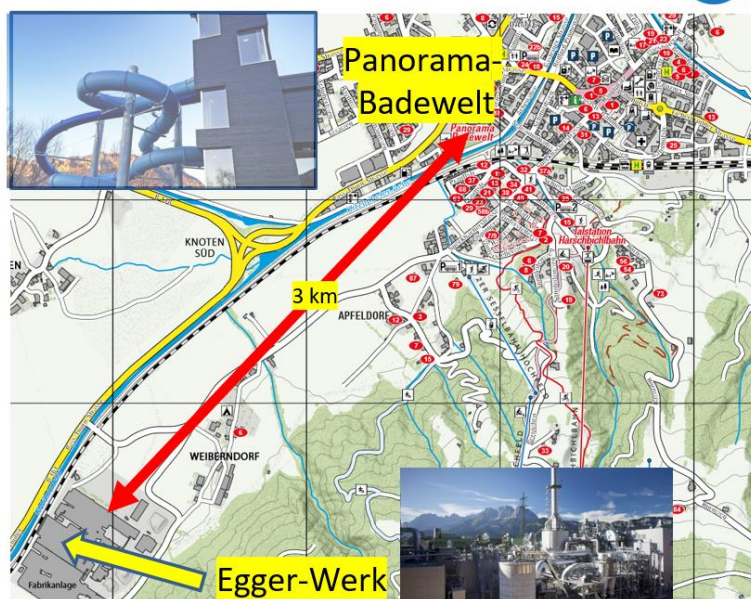


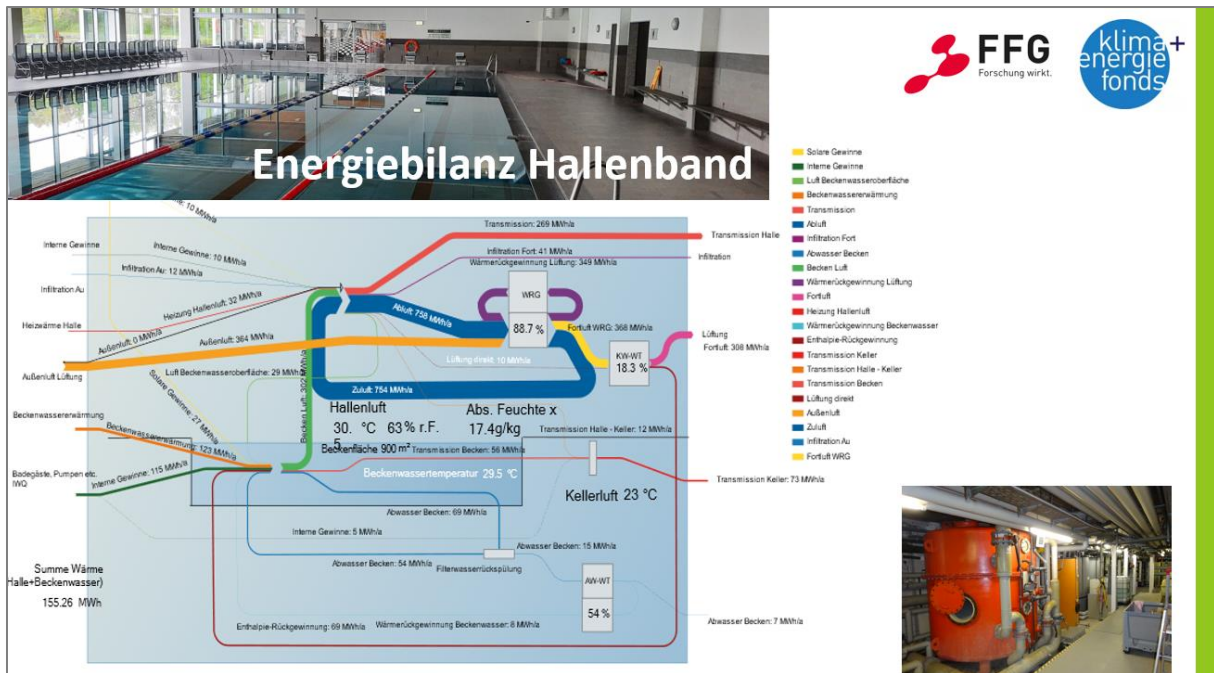
→ V1: Energieträgeraustausch bei Sanierung

Pionierprojekt Panorama Badewelt



Energieeffizienz
WRG
PV
Solarthermie
Fernwärme





DANKSAGUNG

Die Studenttätigkeiten im FuE-Dienstleistungsprojekt „EnerPHit-for-2040“⁷ wird von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG im Rahmen des Programms „Leuchttürme für resiliente Städte 2040“ unter der FFG-Fördervertragsnummer 899852 durchgeführt. „Leuchttürme für resiliente Städte 2040“ ist ein Programm des Klima- und Energiefonds und wird von der FFG abgewickelt.



⁷ <https://smartcities.at/projects/klimaresilientes-st-johann/>, 05.2024

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Verlauf der CO₂-Emissionen für vier verschiedene Varianten der energetischen Gebäudesanierung für die Marktgemeinde St. Johann (V1: Heizsystemwechsel bei Sanierung auf erneuerbare Energien). 4

Abbildung 2: Verlauf der CO₂-Emissionen für vier verschiedene Varianten der energetischen Gebäudesanierung für die Marktgemeinde St. Johann samt Einfluss zugebauter PV (V1: Heizsystemwechsel bei Sanierung auf erneuerbare Energien). 5

REFERENZEN

- [1] G. Dermentzis, F. Ochs, A. Thuer, und W. Streicher, „Supporting decision-making for heating and distribution systems in a new residential district - An Austrian case study“, *Energy*, Bd. 224, S. 120141, Juni 2021, doi: 10.1016/j.energy.2021.120141.
- [2] G. Dermentzis, J. Schnieders, R. Pfluger, D. Pfeifer, W. Feist, und F. Ochs, „An overview of energy district tools in Europe and the importance of an equivalent heating reference temperature for district simulations“, *Bauphysik*, Bd. 39, Nr. 5, S. 316–329, Okt. 2017, doi: 10.1002/bapi.201710036.