

symphony

Vergleich optimaler Energiekonzepte für einen Standort in einem Wohngebiet

Autor: Simon Bach

Jahr: 2023



Quelle: Shutterstock

Einleitung

Angesichts der Besorgnis über Stromknappheit, steigende Energiepreise und die Notwendigkeit, bis 2050 treibhausgasneutral zu sein, untersuchte dieses Projekt die Energieversorgungsoptionen für ein neues Wohnviertel. Das Bauprojekt umfasste zehn Mehrfamilienhäuser und sechs Einfamilienhäuser mit einer beheizten Gesamtfläche von ca. 12.000 m². Ziel des Projekts war es, optimale Energieversorgungslösungen auf der Grundlage von Kosten, Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalent) und dem Grad der Autarkie zu ermitteln.

Die wichtigsten Fakten

- Standort: Wohnungsbau in der Schweiz
- Energiebedarf: Beheizte Fläche von ca. 12.000 m²
- System highlights: Grundwasserwärmepumpe, Sektorkopplung, Energieautarkie

Ergebnisse

- Optimale Lösungen für die Energieversorgung
- Ausgewogenheit von wirtschaftlicher und ökologischer Leistung
- Einbindung verschiedener Technologien

Die Ausgangslage

Das Hauptziel und die Herausforderung des Projekts bestand darin, die jährlichen Kosten, das jährliche CO₂-Äquivalent und den Grad der Autarkie zu bestimmen, die mit verschiedenen Energieversorgungsoptionen für das Viertel verbunden sind. Angesichts der vielen Eingangsparameter, die die Ergebnisse beeinflussen, und der vielfältigen Möglichkeiten zur Versorgung des Viertels stellte dieser Fall eine äußerst komplexe und vielschichtige Aufgabe dar.

Die Herausforderung, valide und aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, lag in der korrekten Darstellung des Modells und der Auswahl der Parameter für die Festlegung der Energiequellen, Speicher- und Umwandlungstechnologien.

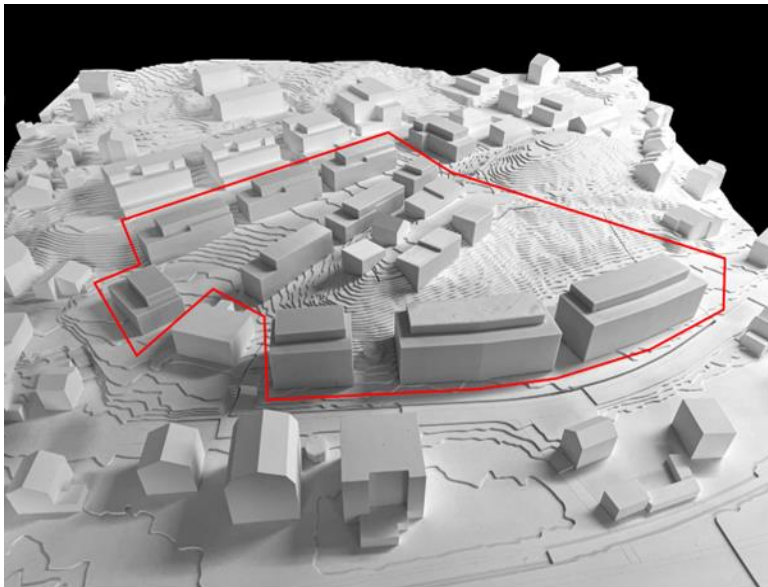


Abbildung 1: Südansicht und eingezeichnete Grenzen des Viertels.

Quelle: Bearbeitete Darstellung nach dem Original von Philipp Beeler; Ritz Architektur AG; 2022

Warum der Autor Symphony gewählt hat

Die Auswahl der Software war einer der entscheidenden Schritte für das Projekt. Symphony war die klare Wahl aufgrund der Systemoptimierung, die selbstständig die Optionen mit den niedrigsten Kosten und Emissionen ermittelt. Ein weiterer Vorteil von Symphony im Vergleich zu anderen Programmen ist seine Technologieoffenheit. Dies ermöglicht eine umfassende Berücksichtigung aller Energiequellen, Speicher- und Umwandlungstechnologien. Zudem ermöglicht Symphony die Modellierung des gesamten Quartiers.

Die Geschichte der Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit zwischen Lauber IWISA, einem führenden Unternehmen im Bereich der Gebäudetechnik im Oberwallis, Symphony, der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig und dem Autor Simon Bach war für alle Beteiligten eine positive Erfahrung.

Der Einführungsprozess verlief reibungslos und war dank der selbstgesteuerten Tutorials einfach. Das Team von Symphony war bei Fragen immer ansprechbar.

Ergebnisse

Um die optimalen Energielösungen für Lauber IWISA zu finden, wurden drei Varianten modelliert:

- Variante 1: Jedes Gebäude wird durch dezentral installierte Wärmepumpen mit Aussenluft als Wärmequelle versorgt.
- Variante 2: Es existiert eine zentrale Grundwasserförderung und ein Netz, um das Grundwasser im Quartier zu verteilen. Jedes Gebäude wird durch dezentral installierte Wärmepumpen mit Grundwasser als Wärmequelle versorgt.
- Variante 3: Es existiert eine zentrale Biomasseverbrennung. Jedes Gebäude wird durch ein Nahwärmenetz und Hausübergabestation versorgt.

Symphony ermöglichte es, Technologien zu berücksichtigen, die derzeit kaum genutzt werden (Wasserstoff, Elektrolyseure und Abwasser als Wärmequelle für Wärmepumpen). Es ist jedoch zu beachten, dass diese Technologie aufgrund der hohen Kosten der Wasserstoffumwandlungskette nicht zu den Pareto-optimalen Lösungen gehört.

Der Optimierungsalgorithmus lieferte die Lösungen mit den niedrigsten Kosten und CO₂-Äquivalenten, die auf der so genannten Pareto-Front dargestellt sind. In dieser Studie wird sie aus drei Lösungen pro Szenario gebildet: Diese stellen die kostenoptimale Lösung (Beispiel in Abbildung 2, der am weitesten links liegende Punkt jeder Kurve), die CO₂-optimale Lösung (der am weitesten rechts liegende Punkt) und eine Lösung dar, die einen Kompromiss zwischen den beiden Zielen darstellt (der Punkt in der Mitte).

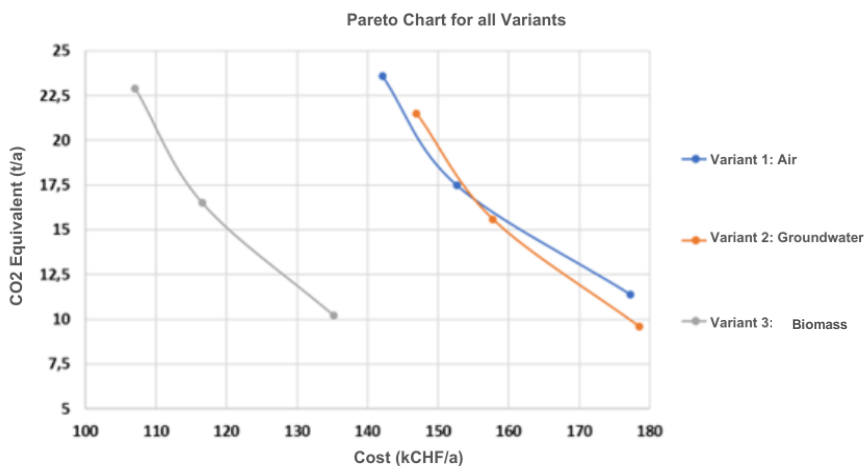


Abbildung 2: Pareto-Diagramm für die drei von Symphony angebotenen Pareto-optimalen Lösungen

Die Analyse ergab, dass sich die jährlichen Kosten und das CO₂-Äquivalent für die beiden Varianten mit Wärmepumpen nur geringfügig unterscheiden. Die höheren Investitionskosten für die Variante mit Grundwasser-Wärmepumpen werden langfristig durch geringere Stromkosten im Vergleich zu Luft-Wasser-Wärmepumpen ausgeglichen. Die Hackschnitzelverbrennung bietet sowohl bei den Kosten als auch beim CO₂-Äquivalent Vorteile gegenüber der Pelletverbrennung. Insgesamt hat dieser Ansatz deutlich geringere Jahreskosten als die Varianten mit Wärmepumpen.

Die Pareto-optimalen Lösungen für die Variante mit Holzverbrennung zeigten, dass die Hackschnitzelverbrennung sowohl bei den Kosten als auch beim CO₂-Äquivalent Vorteile gegenüber der Pelletverbrennung bietet. Insgesamt hat diese Variante (Nr. 3) deutlich geringere Jahreskosten als die Varianten mit Wärmepumpen. Allerdings zeigt Abbildung 3, dass der Autarkiegrad bei Variante 3 deutlich geringer ist. Das bedeutet, dass die jährlichen Kosten bei dieser Variante stark von der Entwicklung der Hackschnitzelpreise abhängen. Generell war die Bewertung der Autarkie für die verschiedenen Lösungen mit den vorliegenden Simulationsergebnissen ohne großen Aufwand möglich.

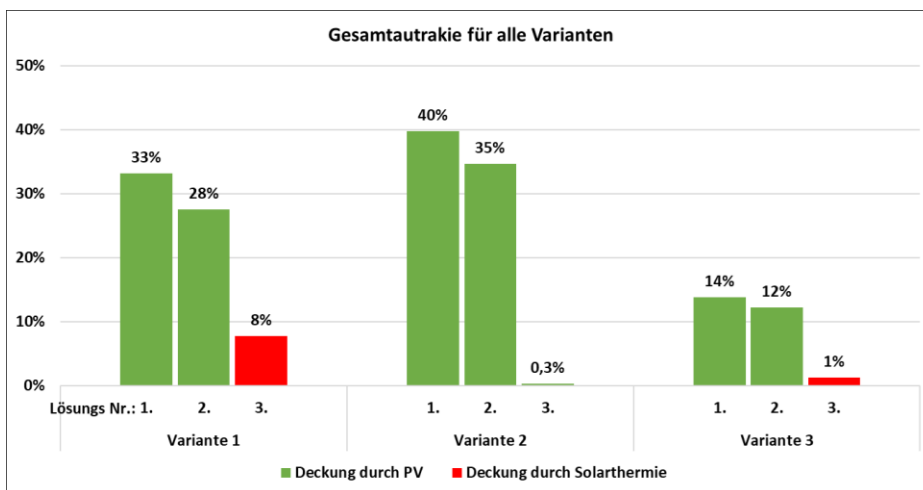


Abbildung 3: Autarkie für die drei Pareto-optimalen Lösungen der drei verschiedenen Varianten (Lösung 1 = kostenoptimale Lösung, Lösung 3 = CO₂-optimale Lösung).

Unter Berücksichtigung der drei verschiedenen Faktoren Kosten, CO₂-Äquivalent und Autarkie schneidet die Grundwasserwärmepumpe am besten ab. Sie hat zwar höhere jährliche Kosten, aber der Autarkiegrad ist hier auch am höchsten. Diese Variante ist somit am unabhängigsten von den Kosten für den Import von Energieträgern.

Diese Analyse war nur dank der Plattform von Sympheny möglich. Der Optimierungsalgorithmus lieferte selbständig die Lösungen mit den geringsten Kosten und dem kleinsten CO₂-Äquivalent.