

# Hybrider Energieverbund am Pogusch

Erneuerbare Energien und kosteneffizienter Betrieb

H. Reitbauer, B. Reitbauer, K. Höfler,  
T. Weiss, W. Wagner, R. Pertschy,  
Fr. Hengel, R. Pichler, G. Maierl,  
D. Trieb, P. Fürst

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**35/2023**

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe  
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

### **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:  
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

# Hybrider Energieverbund am Pogusch

Erneuerbare Energien und kosteneffizienter Betrieb

Heinz Reitbauer, Birgit Reitbauer  
Steirereck Stadtpark GmbH

DI Dr. Karl Höfler, DI Dr. Tobias Weiss, Ing. Waldemar Wagner,  
Reinhard Pertschy, Franz Hengel  
AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Ing. Robert Pichler, Ing. Georg Maierl, Ing. David Trieb  
TBH Ingenieur GmbH

DI Paul Fürst  
PPAG architects ztgmbh

Wien, November 2022

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)



## **Vorbemerkung**

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). 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 BMK publiziert und elektronisch über die Plattform [www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at) zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Abstract</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Ausgangslage und Projektziele</b> .....	<b>12</b>
3.1.	<b>Status Quo / Ausgangssituation</b> .....	<b>12</b>
3.2.	<b>Motivation und Forschungsfrage</b> .....	<b>13</b>
3.3.	<b>Zielsetzung des Projektes</b> .....	<b>13</b>
3.4.	<b>Stand der Technik / Stand des Wissens</b> .....	<b>14</b>
3.5.	<b>Ergebnisse aus anderen Projekten</b> .....	<b>16</b>
3.6.	<b>Methodische Vorgangsweise</b> .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Entwicklung des integrierten Energiekonzeptes</b> .....	<b>20</b>
4.1.	<b>Energetische und bauliche Aufnahme des gesamten Areals</b> .....	<b>20</b>
a.	Analyse des Projektstandes, Festlegung der Bilanzgrenzen, KPI's .....	20
b.	Analyse und Bewertung der im Bestand eingesetzten Gebäudetechnik und Energieversorgungsanlagen.....	24
c.	Bestimmung der Nutzungen und Energieverbrauchsströme .....	25
4.2.	<b>Energiekonzept – Bewertung und Optimierung</b> .....	<b>26</b>
a.	Energetisches und bauphysikalisches Konzept .....	28
b.	Wärmerückgewinnungspotenziale und technisches Nutzungskonzept.....	31
c.	Bereitstellung und Nutzung von Energie-Flexibilitäten des Areals .....	33
d.	Erneuerbare Energieversorgungsanlagen Vorort.....	36
e.	Beschreibung Regelungskonzept:.....	44
4.3.	<b>Energetisches Simulationsmodell:</b> .....	<b>45</b>
Randbedingungen und Annahmen für das Simulationsmodell .....	45	
Modellierung.....	53	
Einfluss Bauteilaktivierung und Lastverschiebung.....	60	
Weitere Parameterstudie zur Basisvariante .....	62	
Conclusio .....	64	
<b>5</b>	<b>Generalplanung und Umsetzung</b> .....	<b>65</b>
5.1.	<b>Allgemeines – Vision aus der Sicht des Bauherrn:</b> .....	<b>65</b>
5.2.	<b>Bebauung – Architektur</b> .....	<b>68</b>
5.3.	<b>Ausführungs- und Detailplanung</b> .....	<b>71</b>
5.4.	<b>Umsetzung</b> .....	<b>73</b>
5.5.	<b>Baudokumentation</b> .....	<b>74</b>
5.6.	<b>Fertigstellung</b> .....	<b>82</b>
<b>6</b>	<b>Messtechnik- und Monitoring</b> .....	<b>83</b>
6.1.	<b>Erstellung des Messtechnik- und Monitoringkonzepts</b> .....	<b>83</b>

6.2.	Thingsboard: Datenablage, Dashboard und Betriebsoptimierung .....	88
6.3.	Digitales BIM Monitoringkonzept – Digitaler Zwilling: .....	89
6.4.	Auswertung der Monitoringergebnisse: .....	90
7	Schlussfolgerungen .....	95
7.1.	Erkenntnisse und weiterführende Arbeiten.....	95
7.1.	Verwertungs- und Verbreitungsaktivitäten .....	96
8	Ausblick und Empfehlungen .....	101
9	Verzeichnisse .....	102



# 1 Kurzfassung

## Motivation und Forschungsfrage

Am Beispiel des Gastronomie- und Hotelprojektes „Steirereck – Pogusch“ wurde durch energetische und ökologische Optimierungsmaßnahmen des Bestandes im Verbund mit den geplanten Neubaumaßnahmen ein Plus-Energie- Ensemble realisiert.

Ziel des Projektes war die Konzeption, Optimierung und Demonstration eines hybriden, hinsichtlich betrieblicher Stoffströme optimierten Energieversorgungssystems für den Gastronomie- und Hotelbetrieb „Steirereck“ in exponierter Lage auf dem Pogusch. Die dem Projekt zugrundeliegende Idee ist der Einsatz von Solarenergie, Biomasse und passiven Komponenten zum Plusenergiegebäudeverband an einem Standort mit hoher ökologischer Sensibilität.

## Status Quo / Ausgangssituation

Gasthöfe und Restaurants weisen einen Energiekostenanteil am Umsatz von ca. 6% auf, Hotels von ca. 4% (BMWWF, 2015). Der Energieverbrauch in der Hotellerie und Gastronomie ist ein entscheidender Produktionsfaktor, der hohe Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. Es steht außer Zweifel, dass wohn- und wohnähnliche Gebäude das höchste Potential zur Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen haben, es zeigt sich jedoch, dass Sondergebäude, wie Hotels und Tourismuseinrichtungen einerseits hohe Energieeinsparungspotenziale besitzen und andererseits wesentlich zur Verbreitung von Plus-Energiegebäuden und innovativen Technologien – speziell das beantragte Demoprojekt – beitragen können. Derzeit gibt es noch wenige innovative Umsetzungen im Bereich Energie- und Nachhaltigkeit bei Hotels und Tourismuseinrichtungen.

Folgende Defizite sind vorhanden:

- Komplexe Energie- und Ressourcenströme
- Meist werden einzelne Komponenten (Energie, Baustoffe, Nahrungsmittel, Mobilität, etc.) isoliert betrachtet – dadurch werden Synergiepotentiale nicht genutzt
- Es liegen kaum Verbrauchsdaten aller Ressourcenströme von Gastronomiegebäuden vor

## Projekt Inhalte und Zielsetzung

Am Beispiel des Gastronomie- und Hotelprojektes „Steirereck – Pogusch“ wurde durch energetische und ökologische Optimierungsmaßnahmen des Bestandes im Verbund mit den geplanten Neubaumaßnahmen ein Plus-Energie- Ensemble umgesetzt. Es wurde gezeigt, dass durch ein umfassendes Maßnahmenbündel ein nahezu energieautarkes, ressourcenschonendes Tourismusprojekt in „Insellage“ realisiert werden kann. Der Focus der Maßnahmen liegt im Bereich der Betriebsenergie (Wärme, Kälte, Strom), ergänzt durch Maßnahmen zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs (vielfältige Nahrungsmittelproduktion vor Ort, Kreislaufwirtschaft – Kompostierung, ökologische Baustoffauswahl) und Maßnahmen zur Senkung des mobilitätsbedingten Energie- und CO<sub>2</sub>-Verbrauches (Elektromobilität).

## **Methodische Vorgehensweise**

Die Entwicklung und Planung des Forschungsprojektes erfolgte durch Literatur- und Internetrecherchen, Bestandsanalysen vor Ort und in zahlreichen Workshops und Planungsbesprechungen (online und präsent) mit den Projektpartner:innen, um die Ziele für Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bereits im frühen Planungsstadium zu definieren. Energetische Simulationen für Errichtung und Betrieb des Areals bildeten die Grundlage für die Umsetzung des Demoprojektes.

Eine wissenschaftliche, qualitätssichernde Begleitung in der Planungs- und Bauphase, sowie ein Monitoring des laufenden Betriebs dienen der Optimierung und Überprüfung der Zielvorgaben.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Es wurde gezeigt, dass durch ein umfassendes Maßnahmenbündel ein nahezu energieautarkes, ressourcenschonendes Tourismusprojekt in „Insellage“ realisiert werden kann. Der Fokus der Maßnahmen lag im Bereich der Betriebsenergie (Wärme, Kälte, Strom), ergänzt durch Maßnahmen zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs (ökologische Baustoffauswahl etc.) und Maßnahmen zur Senkung des mobilitätsbedingten Energie- und CO<sub>2</sub>-Verbrauches (Elektromobilität).

Für die Besucher und Gäste des Hotelprojektes „Steirereck – Pogusch“ wurden die gesamten Maßnahmen und Verbrauchsdaten aufbereitet und werden in Form einer Präsentationstafel Interessierten vor Ort vorgestellt.

Auf Grund des hohen nationalen und internationalen Bekanntheitsgrades des Betriebes „Steirereck – Pogusch“ (Gäste sind u.a. wichtige Vertreter:innen aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Gesellschaft) weist das Forschungsprojekt bereits kurz nach der Fertigstellung ein hohes Verbreitungspotential (Multiplikatoreffekte) auf.

## **Ausblick**

Die Überprüfung des umgesetzten Lösungskonzeptes auf Zielkonformität durch Monitoring, messtechnische Begleituntersuchung und Evaluierung zeigte eindeutig, dass die Erreichung eines nahezu PLUS-Energiestandards möglich ist. Weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sollten sich mit der Wirtschaftlichkeit der gebäudetechnischen Komponenten für ein Plus-Energiegebäude in der Sanierung und Neubau beschäftigen. Dies ist Voraussetzung für einen zukünftigen großflächigen Umsetzung des Konzeptes im Hotel- und Gastronomiebereich.

# 2 Abstract

## Motivation and research question

Using the example of the "Steirereck - Pogusch" gastronomy and hotel project, a plus-energy ensemble was realised through energy and ecological optimisation measures of the existing building in combination with the planned new construction measures. The aim of the project was to design, optimise and demonstrate a hybrid energy supply system optimised in terms of operational material flows for the "Steirereck" restaurant and hotel in an exposed location on the mountain Pogusch. The idea underlying the project is the use of solar energy, biomass and passive components to create a plus-energy building ensemble at a location with high ecological sensitivity.

## Status Quo / Initial Situation

Hotels and restaurants have an energy cost share in turnover of approx. 6%, hotels of approx. 4% (BMWWF, 2015). Energy consumption in the hotel and restaurant sector is a decisive production factor that causes high costs and CO<sub>2</sub> emissions. There is no doubt that residential buildings have the highest potential for implementing sustainability goals, but it has been shown that special buildings, such as hotels and tourism facilities, on the one hand have high energy saving potentials and on the other hand can contribute significantly to the dissemination of plus-energy buildings and innovative technologies - especially the demo project „Steirereck Pogusch“. Currently, there are still few innovative implementations in the field of energy and sustainability in hotels and tourism facilities.

The following deficits exist:

- Complex energy and resource flows.
- Individual components (energy, building materials, food, mobility, etc.) are usually considered in isolation, which means that synergy potentials are not utilised.
- There is hardly any consumption data available for all resource flows of catering buildings.

## Project contents and objectives

Using the example of the "Steirereck - Pogusch" gastronomy and hotel project, a plus-energy ensemble was implemented by means of energy and ecological optimisation measures for the existing buildings in combination with new construction measures. It was shown that a comprehensive bundle of measures can be used to realise an almost energy-autonomous, resource-saving tourism projects in an "island location". The focus of the measures was on operating energy (heating, cooling, electricity), supplemented by measures to reduce resource consumption (diverse food production on site, recycling management - composting, ecological choice of building materials) and measures to reduce mobility-related energy and CO<sub>2</sub> consumption (electric mobility).

## **Methodological procedure**

The development and planning of the research project was done through literature and internet research, on-site inventory analyses and in numerous workshops and planning meetings (online and face-to-face) with the project partners in order to define the targets for energy and CO<sub>2</sub> savings in the early planning stages. Energy simulations for the construction and operation of the area formed the basis for the implementation of the demo project. Scientific, quality-assurance support in the planning and construction phases, as well as monitoring of the ongoing operation, served to optimise and verify the targets.

## **Results and conclusions**

It was shown that a comprehensive package of measures can be used to realise an almost energy-autonomous, resource-saving tourism project in an "island location". The focus of the measures was on operating energy (heating, cooling, electricity), supplemented by measures to reduce resource consumption (ecological choice of building materials, etc.) and measures to reduce mobility-related energy and CO<sub>2</sub> consumption (electric mobility). For the visitors and guests of the hotel project "Steirereck - Pogusch", the entire measures and consumption data were prepared and are presented to interested parties on site in the form of a presentation board. Due to the high national and international profile of the "Steirereck - Pogusch" hotel (guests include important representatives from politics, administration, business and society), the research project has a high dissemination potential (multiplier effects) shortly after completion.

## **Outlook**

The examination of the implemented solution through monitoring and detailed evaluation clearly showed that the achievement of a nearly plus energy standard is possible. Further research and development work should deal with the economic efficiency of the building services components for plus-energy buildings in renovation and new construction. This is a prerequisite for a future large-scale implementation of the concept in the hotel and restaurant sector.

# 3 Ausgangslage und Projektziele

## 3.1. Status Quo / Ausgangssituation

In Forschungsprojekten im Rahmen von „Haus der Zukunft“ und „Stadt der Zukunft“ konnten national und international viel beachtete Demonstrationsbauvorhaben umgesetzt werden. Der Großteil dieser Forschungsprojekte fokussierte sich auf Wohn- und Bürogebäude.

Es steht zwar außer Zweifel, dass wohn- und wohnähnliche Gebäude das höchste Potential zur Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen haben, es zeigt sich jedoch, dass Sondergebäude, wie Hotels und Tourismuseinrichtungen einerseits hohe Energieeinsparungspotenziale besitzen und andererseits wesentlich zur Verbreitung von Plus-Energiegebäuden und innovativen Technologien – speziell das vorliegende Demoprojekt – beitragen können. Derzeit gibt es noch wenige innovative Umsetzungen im Bereich Energie- und Nachhaltigkeit bei Hotels und Tourismuseinrichtungen.

Durchschnittlich liegen die Ausgaben für Energie in der Hotellerie derzeit bei 5–7% des Betriebsumsatzes. Dass diese Kosten bei Hotels ein höheres Gewicht zukommt als bei anderen Gebäudenutzungen, zeigt ein Vergleich mit Bürogebäuden. Hier lag der Anteil der Energiekosten nach einer früheren Untersuchung noch bei unter 1% (Voss et. al 2016). Deutlich wird, dass der überwiegende Anteil der Endenergie in Hotelbetrieben für Wärme anfällt. In diesen Angaben ist beim Großteil der Hotels die Energie zur Warmwasserbereitung enthalten. Im Mittel beträgt der flächengewichtete Endenergieverbrauch 136 kWh/m<sup>2</sup>a für Wärme und 72 kWh/m<sup>2</sup>a für Strom (Bohdanovicz, 2006). Der mittlere Endenergieverbrauch pro Übernachtung liegt bei 12 kWh Strom und 28 kWh für die Wärmebereitstellung (DEHOGA Bundesverband, 2016).

Energieeinsparung und Effizienzsteigerung im Hinblick auf eine Kosteneinsparung sind treibende Motivationen für Hotelbetreiber für Investitionen. Über die Kostenersparnis hinaus gewinnen vermehrt Themen rund um Ressourcen- und Klimaschutz im Hotelwesen an Bedeutung. Das gesamtgesellschaftlich gesteigerte Umweltbewusstsein wirkt sich mittelfristig auf die Erwartungshaltung an die Hotellerie aus. Gäste legen vermehrt Wert auf Nachhaltigkeit, beginnend beim Verpflegungsangebot bis hin zu vollends klimaneutralen Aufenthalten (BMWFW, 2016).

Da es sich bei einem Hotel um einen vielschichtigen Betrieb mit zahlreichen energieintensiven Zusatznutzungen handeln kann, benötigt ein umfassendes Energiekonzept für Null- und Plusenergiehotels eine differenzierte Betrachtung. Angebot und Auslastung sind wesentliche Faktoren für den Energieverbrauch. Mit wachsender Komplexität der Gebäudetechnik auf dem Weg zu Nullenergie in der Hotellerie und Gastronomie steigt auch das Risiko, dass die Systemkomponenten nicht optimal zusammenarbeiten oder sich sogar negativ beeinflussen. Derzeit werden in der Regel jedoch zentrale und dezentrale Anlagenkomponenten und Regelstrategie kaum überwacht und meist auch es erfolgt in der Regel auch bei innovativen Konzepten keine Erfassung und Optimierung der relevanten Energieströme im laufenden Betrieb.

Der Forschungsbedarf liegt sowohl auf der Effizienz und Funktionsweise der einzelnen Komponenten einschließlich aller Hilfsströme. Dies vor allem in Hinblick auf dem gesamten Gebäudeverband eines Gastronomie- und Hotelbetriebes und seiner über das Jahr ausgeglichenen Nullenergiebilanz. Dazu werden alle bedeutenden elektrischen und thermischen Energieströme im Hotel erfasst. Die

Systemebene (Speicher- und Erzeugersysteme (Solarthermie, Photovoltaik), Lüftungsanlage, Strombedarf) wird dabei komplett erfasst, während auf Zimmerebene eine repräsentative Auswahl von Apartments detailliert messtechnisch erfasst wird. Die Messungen werden durch Informationen aus dem vorhandenen Gebäudeleitsystem und vom Anlagenbetreiber ergänzt, um eine genaue Extrapolation der Teilergebnisse auf alle Räume des Hotels zu ermöglichen.

Folgende Defizite sind somit vorhanden:

- Komplexe Energie- und Ressourcenströme
- Meist werden einzelne Komponenten (Energie, Baustoffe, Nahrungsmittel, Mobilität, etc.) isoliert betrachtet – dadurch werden Synergiepotentiale nicht genutzt
- Es liegen kaum Verbrauchsdaten aller Ressourcenströme von Gastronomiegebäuden vor

### **3.2. Motivation und Forschungsfrage**

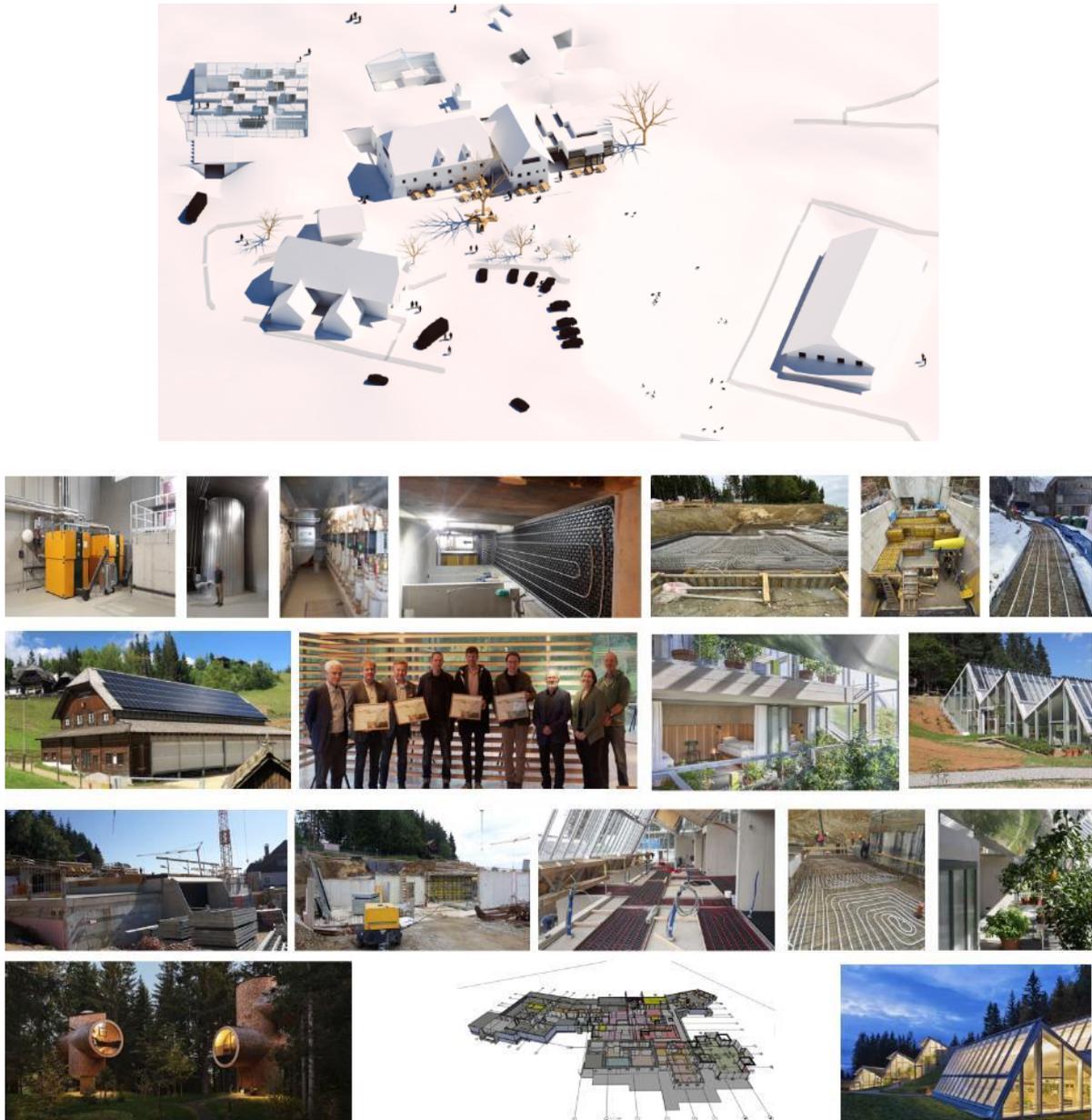
Am Beispiel des Gastronomie- und Hotelprojektes „Steirereck – Pogusch“ wurde durch energetische und ökologische Optimierungsmaßnahmen des Bestandes im Verbund mit den geplanten Neubaumaßnahmen ein Plus-Energie- Ensemble realisiert.

Ziel des Projektes war die Konzeption, Optimierung und Demonstration eines hybriden hinsichtlich betrieblicher Stoffströme optimierten Energieversorgungssystems für einen prototypischen Gastronomie und Hotelbetrieb in exponierter Lage, dem Steirereck am Pogusch. Die dem Projekt zugrundeliegende Idee war der Einsatz von Solarenergie, Biomasse und passiven Komponenten zum Plusenergiegebäudeverband an einem Standort mit hoher ökologischer Sensibilität.

### **3.3. Zielsetzung des Projektes**

Am Beispiel der Gastronomie und Hotelprojektes „Steirereck – Pogusch“ ist durch energetische und ökologische Optimierungsmaßnahmen des Bestandes im Verbund mit umfassenden Neubaumaßnahmen ein Plus-Energie- Ensemble entstanden. Es wurde gezeigt, dass durch ein umfassendes Maßnahmenbündel ein nahezu energieautarkes, ressourcenschonendes Tourismusprojekt in „Insellage“ realisiert werden kann. Der Focus der Maßnahmen lag im Bereich der Betriebsenergie (Wärme, Kälte, Strom), ergänzt durch Maßnahmen zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs (vielfältige Nahrungsmittelproduktion vor Ort, Kreislaufwirtschaft – Kompostierung, ökologische Baustoffauswahl) und Maßnahmen zur Senkung des mobilitätsbedingten Energie- und CO<sub>2</sub>-Verbrauches (Elektromobilität).

Abbildung 1 Plusenergieverbund Pogusch – Fotos/ Impressionen



Für die Besucher und Gäste des Hotelprojektes „Steirereck – Pogusch“ wurden die gesamten Maßnahmen und Verbrauchsdaten aufbereitet und in Form eines Energielehrpfades vorgestellt. Auf Grund des hohen nationalen und internationalen Bekanntheitsgrades des Betriebes „Steirereck – Pogusch“ (Gäste sind u.a. wichtige Vertreter aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Gesellschaft) weist das Forschungsprojekt ein hohes Verbreitungspotential (Multiplikatoreffekte).

### 3.4. Stand der Technik / Stand des Wissens

Nachhaltiger Tourismus ist eine der Herausforderungen für österreichische und europäische Tourismusziele. Im Dienstleistungssektor sind Hotels und Gaststätten jedoch als sehr energieintensiv

einzustufen und es bestehen zahlreiche direkte und indirekte Umweltauswirkungen z.B. im Bereich Energie, Nahrungsmittelproduktion, Wasser und Abfall. Generell sind im Tourismus Energie- und Umweltaspekte sehr stark miteinander verbunden. Gasthöfe weisen einen Energiekostenanteil am Umsatz von ca. 6% auf, Hotels von ca. 4% (BMWFW, 2015). Zusätzlich wird mit steigender Komfortklasse mehr Energie und Wasser pro Übernachtung benötigt. Der Energieverbrauch in der Hotellerie und Gastronomie ist ein entscheidender Produktionsfaktor, der hohe Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. Aber auch der Wasserverbrauch und das Abfallaufkommen kosten Geld und wirken sich auf die Umwelt aus (Dehoga, 2015).

Auf Grund verschärfter gesetzlicher (z.B. OIB RL 6) und fördertechnischer Vorgaben, und das Einfließen von Ergebnissen aus innovativen Forschungsprojekten in den österreichischen Bausektor sind Österreichs Neubauten in den letzten Jahren immer energieeffizienter geworden.

Der Passivhausstandard bzw. die Niedrigstenergiebauweise konnte sich sowohl im Wohnbau als auch bei Nicht-Wohngebäuden etablieren. In vielen nationalen Demonstrationsgebäuden der Programmlinien „Haus der Zukunft“ und „Stadt der Zukunft“ konnte nachgewiesen werden, dass ambitionierte Ziele zur Senkung des Heizwärme- und Kühlenergieverbrauches erreicht werden können. In der Konzeption von Null- und Plusenergiegebäuden wird in der Regel weniger auf Experimente und Highend-Technologie gesetzt, sondern auf bewährte Komponenten, welche aber intelligent kombiniert werden. Für die Dimensionierung der Komponenten, aber auch für die Modellierung des Systemverhaltens werden in der Regel Simulationen eingesetzt. Die Simulationen dienen einer hohen Planungssicherheit zur Erreichung der ambitiösen Ziele. Eingesetzt werden meist effiziente, aber gleichermaßen robuste sowie zuverlässige Komponenten.

Der weitaus größte Teil der umgesetzten Demonstrationsbauvorhaben waren jedoch Einzelobjekte für Wohn- und Bürobauten, umgesetzte innovative Projekte für Hotellerie und Gaststätten sind seltener anzutreffen.

Erfahrungen und Ergebnisse aus diesen umgesetzten Demonstrationsbauvorhaben haben zwar die technische Umsetzbarkeit von innovativem Maßnahmen zur Senkung des Ressourcen- und Energieverbrauch aufgezeigt, eine größere Marktdiffusion ist aber auf Grund wirtschaftlicher und organisatorischer Probleme ausgeblieben. Maßnahmen die über den Niedrigst- und Passivhausstandard (wie z.B. Plusenergiesiedlungen) hinausgehen sind auf Grund der deutlich höheren Investitionskosten, fehlendem Know-how, fehlender organisatorischer Rahmenbedingungen und oftmals unwirtschaftlichen Amortisationszeiten für Bauträger und im Rahmen ihrer normalen Bautätigkeit kaum umsetzbar.

Zwei der vielversprechendsten Konzepte, für Nullenergiegebäude in Hotels und Gastronomiebetrieben im Alpenraum sind das Schiestlhaus am Hochschwab und die Monte Rosa-Hütte in der Schweiz. Diese Nullenergiehäuser haben eine ausgeglichene Energiebilanz: Sie gleichen ihren externen Energiebezug im Jahresmittel durch den eigenen Energiegewinn, etwa durch Solaranlagen, wieder aus.

Mit dem Schiestlhaus am Hochschwab wurde in Österreich erstmals ein Demonstrationsvorhaben für energieeffizientes und ökologisches Gebäude im Alpenraum umgesetzt. Mittels einer fassadenintegrierten Photovoltaikanlage mit 7,5 kWp Leistung und einer fassadenintegrierten Solarthermieanlage mit einer Fläche von 62,5 m<sup>2</sup>. Ergänzt mit einem Rapsölblockheizkraftwerk kann sich das Gebäude mit 100 % erneuerbarer Energie selbst versorgen.

Auch bei der Monte Rosa-Hütte in der Schweiz wird einen Autarkiegrad von über 90% mittels Solarenergie und Batteriespeicher und Blockheizkraftwerk gewährleistet. Beide Gebäude wurden detailliert wissenschaftlich analysiert und über einen Zeitraum von einigen Jahren vermessen.

Zu erwähnen sind auch die beiden Demonstrationsprojekte „Kolpinghaus Salzburg“ in dem ein 3-Sterne-Hotel in Plusenergie-Standard realisiert wurde sowie das „Boutique-Hotel Stadthalle“ die erstmals aufgezeigt haben, dass Nullenergie auch im urbanen Kontext möglich ist. Durch eine effiziente Gebäudehülle, die Integration von Photovoltaik, Nutzung der im Abwasser enthaltenen Wärme sowie hohe Ansprüche an einen energieeffizienten Betrieb entstanden zwei innovativen Leuchtturmprojekten für die Hotelbranche.

In Zukunft wird es vor allem in der Gastronomie und Hotellerie darum gehen, innovative Technologien und Konzepte weiter zu optimieren und dabei intelligent miteinander zu vernetzen. Im laufenden Gebäudebetrieb und bei Zubauten gewinnt zudem der Einsatz moderner Planungswerkzeuge in der Branche immer mehr an Bedeutung. Hier gibt es spezialisierte Software und Tools sowie innovative Ansätze für die Gebäude- und Anlagensimulation. Das Lastmanagement, der Energieaustausch zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten (Hotel, Gastronomie, Produktion) und die Speicherung von thermischer und elektrischer Energie spielt speziell bei Nullenergiekonzepten im Tourismusbereich eine übergeordnete Rolle. Zu Überschusszeiten gewonnene Wärme und Strom sollte möglichst zur Gänze trotz der wechselnden Betriebszeiten und unterschiedlichen Auslastungszeiten selbst genutzt werden, um einen hohen Autarkiegrad zu erreichen. Bei einfachen und nicht vernetzten Anlagen kann es vorkommen, dass die Systeme in sich zwar gut geregelt und gesteuert werden, aber nicht übergreifend optimiert sind und daher unnötig viel Energie verbrauchen. Die Kenntnis des Lastprofils und des Ertrages durch erneuerbare Energien ist daher unabdingbar. Haustechniksysteme reagieren automatisch auf Belegungen, Nutzungszeiten und die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien. Idealerweise werden Messsysteme in die Gebäudeautomation integriert und werden somit eine Unterstützung für ein übergeordnetes Energiemanagementsystem über alle Gebäudeteile und Nutzungseinheiten.

Des Weiteren zeigen die Ergebnisse aus dem Demonstrationsprojekt „Kolpinghaus Salzburg“ sowie „+ERS-Plusenergieverbund Reininghaus Süd“, dass zu einem funktionierenden Energiemanagementsystem von Null- und Plusenergiegebäuden mit komplexer Anlagenstruktur system- und gewerkübergreifende Vernetzung auch die Einbindung der Mitarbeiter:innen zwingend erforderlich ist. Konkrete Anweisungen, Ziele, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten sind klar zu regeln und zu kommunizieren. All diese Themen werden bereits in der frühen Planungsphase konkretisiert.

### **3.5. Ergebnisse aus anderen Projekten**

Im Projekt „+ERS - Plusenergieverbund Reininghaus Süd“ (FFG Proj. Nr. 832742) wurde eine Siedlung (Wohnanlage) realisiert, die durch ein innovatives Maßnahmenbündel eine positive Energiebilanz aufweist. Der Focus lag auf der Reduktion der Betriebsenergie für Heizen, Warmwasser und Kühlen durch ein innovatives Haustechnikkonzept mit der Bezugsebene  $m^2/Quartier$ . Das Projekt ERS konnte nachweisen, dass Energieverbünde im Gebäudebereich einen wichtigen Beitrag zur Erlangung energie- und klimapolitischer Ziele leisten können. Durch die Erweiterung der energetischen Systemgrenzen vom Einzelgebäude zum multifunktionalen Gebäudeverband eröffnen sich neue Möglichkeiten der

Energieeffizienzsteigerung für den Gebäudesektor. Auf Grund unterschiedlicher Nutzungs- und Lastprofile von multifunktionalen Gebäudeverbänden ergeben sich zahlreiche energetische Synergieeffekte, die hohe Energieeinsparpotentiale, bei geringen Investitionskosten generieren können. Mit der Realisierung des Plusenergieverbundes Reininghaus Süd konnte gezeigt werden, dass eine wirtschaftlich umsetzbare, technisch und organisatorisch innovative Lösung für Plusenergieverbundkonzepte der Zukunft möglich ist.

Das erworbene Know-How und die Erfahrungen wurden im Projekt energy<sup>2</sup>POG für die Entwicklung der Algorithmen genutzt.

Im Projekt „**IEA EBC Annex 52 NZEB**“ beschäftigen sich internationale ExpertInnen im Rahmen des IEA Joint Project SHC Task 40 / ECBCS Annex 52 mit Fragestellungen rund um Begriffsbestimmung und Bilanzierung von Null- oder Plusenergiegebäuden, entwickeln Tools für die Umsetzung und zeigen innovative Lösungskonzepte auf, die sich in der Praxis bewähren.

Das erworbene Know-How und die Erfahrungen wurden im Projekt energy<sup>2</sup>POG für die Begriffsbestimmungen und innovativen Lösungskonzepte genutzt.

Im Projekt „**IEA SHC Task 40 / Annex 52 - Net Zero Energy Buildings (NZEB)**“ (FFG-Nr. 819407 (Phase 1), FFG-Nr. 828098 (Phase 2)) beschäftigten sich internationale Expert:innen bezüglich einer Definition von Rahmenbedingungen für Nullenergiegebäude, die ihren Gesamtenergiebedarf in der Jahresbilanz über erneuerbare Energieträger decken.

Das erworbene Know-How und die Erfahrungen wurden im Projekt energy<sup>2</sup>POG für die Definitionen der Rahmenbedingungen genutzt.

Im Projekt „**KooWo - Kooperatives Wohnen Volkersdorf – Suffizienz, Flächen sparen und Energieeffizienz im Areal**“ (FFG-Nr. 861667) wurde am Beispiel des gemeinschaftlich geplanten Wohnprojekts „KooWo“ in Volkersdorf Suffizienz umgesetzt und das übergeordnete Ziel einer ganzheitlichen Energie- und CO<sub>2</sub>-Reduktion erreicht. Das Wohnprojekt verschiebt die Systemgrenze von einer nutzflächenbezogenen zu einer personen- und Sozialgemeinschaft-bezogenen Betrachtungsweise und generiert durch einen kollektiven Lebensraum Einsparungspotentiale beim Ressourcenverbrauch pro Kopf.

Das erworbene Know-How und die Erfahrungen wurden im Projekt energy<sup>2</sup>POG von einem Wohngebäude zu einem Tourismusbetrieb transferiert.

Im Projekt „**Smart ABC - Smart Energy Efficient Buildings and Building Clusters**“ (FFG-Nr. 833725) wurden anhand unterschiedlicher Einzelgebäude- und Gebäudeverbandsvarianten relevante Kombinationen von Energieversorgungstechnologien hinsichtlich PE-Einsatz und CO<sub>2</sub>-Emissionen bewertet und getestet.

Ziel dieser Bewertung auf Basis von Masterarbeiten und der Ökobilanzierung mittels GEMIS waren Empfehlungen zur Abbildung und Bewertungsmethodik von Gebäuden und Gebäudeverbänden, die „Nahezu Null“ Energie verbrauchen und/oder Energie aus erneuerbaren Energiequellen nutzen.

Das erworbene Know-How und die Erfahrungen wurden im Projekt energy<sup>2</sup>POG eingesetzt und auf den Energieverbund Pogusch umgelegt.

Im Projekt „**IEA SHC Task 51 Solar Energy in Urban Planning**“ (FFG-Nr. 843143) war das Ziel dieser internationalen Forschungskooperation die Stärkung der Integration solarer Energiesysteme in Stadt- bzw. Stadtteilen in der Wechselwirkung architektonischer Gestaltung und energietechnischer Systemanalyse.

Das erworbene Know-How und die Erfahrungen wurden im Projekt energy<sup>2</sup>POG eingesetzt und auf den Energieverbund Pogusch umgelegt.

### **3.6. Methodische Vorgangsweise**

Die Vorgangsweise bei der Entwicklung und Planung des Forschungsprojektes erfolgte im ersten Schritt durch Literatur- und Internetrecherchen, Bestandsanalysen vor Ort.

Eine Abschätzung der relevanten Indikatoren auf Basis der zu diesem Zeitpunkt dem Projektteam vorliegenden Informationen wurde zusammengefasst und diente als Basis für weitere Planungen hinsichtlich eines Plus-Energie-Quartiers.

In zahlreichen Workshops, Exkursionen und Planungsbesprechungen (online und präsent) mit den Projektpartner:innen, wurden die Ziele für Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen definiert. Energetische Simulationen für Errichtung und Betrieb des Areals bildeten die Grundlage für die Umsetzung des Demoprojektes.

Die Bewertung der ersten Konzepte attestierte einerseits deren prinzipielle Machbarkeit im Rahmen des Projektes, machte aber gleichzeitig klar, dass die weitere Ausarbeitung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit an ihre Grenzen stößt.

In der Detailplanung und Umsetzung des Projektes wurde auf die bewährten Methoden Bauwirtschaft zurückgegriffen

Eine wissenschaftliche, qualitätssichernde Begleitung in der Planungs- und Bauphase, sowie ein Monitoring des laufenden Betriebs dienten der Optimierung und Überprüfung der Zielvorgaben.

Es wurden im Zuge der Forschungsarbeit folgende Methoden eingesetzt:

- Umfangreiche Literatur- und Internetrecherchen
- Empirische Bestandserhebungen vor Ort bezüglich Wärme- und Strombedarfs (Befragungen, Messungen, Zählungen...)
- Expert:innengespräche mit Systemherstellern, wie KWK-Anlagen, Wasserstoff-Speicher etc.
- Exkursionen zu Vergleichsobjekten
- Bauphysikalische Ausführungs- und Detailplanung, sowie Optimierung der einzelnen Bauteile;

- Durchführung von thermischen Gebäudesimulationen;
- Untersuchung verschiedener Systemauslegungen hinsichtlich Wärme- und Kälteverteilung unter integraler Zusammenarbeit von allen Bereichen;
- Installation und insbesondere die Inbetriebnahme und Monitoring aller haustechnischen Anlagen.

Die erfolgreichen Methoden für die Bearbeitung der Forschungsarbeit wurden im Projektteam gemeinsam festgelegt. Diese haben sich in der Umsetzung gut bewährt und führten zum Erfolg der Arbeit. Relevante Probleme hat es im Laufe der Projektzeit nicht gegeben.

# 4 Entwicklung des integrierten Energiekonzeptes

Die Ziele des Projektes, die Konzeption, Optimierung und Demonstration eines hybriden hinsichtlich betrieblicher Stoffströme optimierten Energieversorgungssystems für den Gastronomie und Hotelbetrieb in exponierter Lage wurden durch die sehr gute Zusammenarbeit aller Projektpartner:innen jedenfalls erfüllt. Das erarbeitete und umgesetzte Konzept ermöglicht die Integration und Einbindung betrieblicher Stoffströme in das Wärme- und Energieversorgungssystem. Dieses verknüpft energierelevante Komponenten wie Niedrigstenergiestandard, thermische und elektrische Versorgung aus erneuerbaren Energieträgern mit nachhaltiger Pflanzenzucht in gebäudeintegrierten Glashäusern zur Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln.

Die Entwicklung eines möglichst autark funktionierenden Gebäudes zum annähernd Nullenergieensemble, sowie die architektonisch zeitgemäße Umsetzung des ökologischen Gesamtkonzeptes ist gelungen und wurde durch zahlreiche Jury-Preise ausgezeichnet.

## 4.1. Energetische und bauliche Aufnahme des gesamten Areals

Die umfangreiche Analyse und Bauaufnahmen des Projektstandes und die Bewertung der im Bestand eingesetzten Gebäudetechnik und Energieversorgungsanlagen, Festlegung der Bilanzgrenzen und Bestimmung der Energieverbrauchsströme waren Voraussetzung für die weitere Planung des Energiekonzeptes.

### a. Analyse des Projektstandes, Festlegung der Bilanzgrenzen, KPI's

Abbildung 2 Bestandssituation, Quelle google map



Basierend auf den verfügbaren Plänen der Bestandsgebäude, den adaptierten Planständen des Neubaus sowie Aufnahmen vor Ort wurden die Rahmenbedingungen für die weiterführenden energetischen Analysen im Detail erhoben und im Projektteam bilateral und in Planungsbesprechungen erörtert. Interviews mit verantwortlichen Mitarbeiter:innen aus unterschiedlichen Abteilungen vervollständigten die umfangreiche Bestandsaufnahme.

Dabei wurden auch die Bilanzgrenzen für die Bewertung mittels KPI's (Energie, PEI, CO<sub>2</sub>, Ökonomie, Energieflexibilität/SRI, Netzdienlichkeit, etc.) festgelegt.

Folgende Aufnahmen vor Ort bzw. Fragen wurden dabei erörtert und als Grundlage für die weiteren Betrachtungen verwendet:

- **Detailaufnahmen vor Ort und Bestandsgrundrisse**

Im Rahmen von Begehungen wurden sowohl die baulichen als auch die gebäudetechnischen Anlagen begutachtet und für eine weitere Verwendung der Haustechnikanlagen bewertet.

Zur Bewertung der energetischen Situation wurden die wesentlich zu beheizenden Nettoflächen ermittelt, um in weiter Folge die erforderlichen Gebäudekennzahlen zu berechnen bzw. abschätzen zu können (beheizter Bereiche bezogen auf die Nettogrundfläche).

Abbildung 3 Bestandsgebäude Flächenzusammenstellung, Quelle: TBH Ingenieur GmbH

Bereich	UG	EG	OG	Bestand (ohne Neubau)	Gesamt (inkl. Bestand)
Lager/Garderoben		679 m <sup>2</sup>	14 m <sup>2</sup>		693 m <sup>2</sup>
Glashaus „Kalt“			289 m <sup>2</sup>		289 m <sup>2</sup>
Glashaus „Warm“			112 m <sup>2</sup>		112 m <sup>2</sup>
Wohnraum		132 m <sup>2</sup>	115 m <sup>2</sup>		247 m <sup>2</sup>
Küchenbereiche		568 m <sup>2</sup>		321 m <sup>2</sup>	568 m <sup>2</sup>
Sanitärräume	90 m <sup>2</sup>				90 m <sup>2</sup>
Gasträume/Feuerküche		718 m <sup>2</sup>	235 m <sup>2</sup>	408 m <sup>2</sup>	953 m <sup>2</sup>
Schlafen im Stall				870 m <sup>2</sup>	870 m <sup>2</sup>
Jagdhütte				63 m <sup>2</sup>	63 m <sup>2</sup>
Sterzhütte				31 m <sup>2</sup>	31 m <sup>2</sup>
Gesamt			693	1.693 m <sup>2</sup>	3.917 m <sup>2</sup>

- **IST-Situation der Wärmeversorgung**

Der Ausgangspunkt zur Erstellung des Energiekonzeptes waren in weiterer Folge die Energieverbräuche der Bestandsanlage auf Basis der angeführten Gebäudeflächen sowie die Bewertung der Ist-Situation der Wärmeversorgung.

Die Beheizung erfolgte mittels Biomassehackgutkessel (KWB Typ Powerfire TDS 150) mit einer Brennstoffwärmeleistung von 166 kW und zugehörigem Rührwerk zur Brennstoffaustragung.

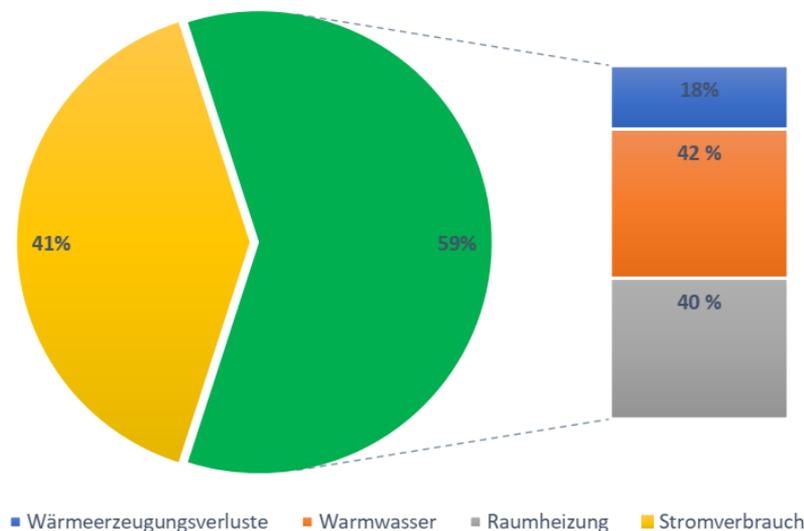
Abbildung 4 Bestandsgebäude Endenergie Quelle: TBH Ingenieur GmbH

Verbrauch/ Erzeugung	Energiemenge	Endenergie [kWh]	Datenursprung
Hackgut	680 Srm	530.000	Berechnung mit Kesselvollbetriebsstunden bei 3.000 h/a
Pellets	-	-	Energiemenge des wassergeführten Pelletofens unbekannt
Strombedarf	388.572 kWh	388.572	Lt. Beratungsbericht LK-Stmk. Für 140 kVA Netzanschluss
Solarthermie	30.000 kWh	30.000	Erfahrungswert TBH lt. Anlagenzustand
Photovoltaik	6.860 kWh	6.860	Annahme TBH für 4,6 kWp PV Tracker

Weiters ist eine thermische Solaranlage zur Heizungsunterstützung mit 100 m<sup>2</sup> Kollektorfläche in Form von Flachkollektoren, sowie ein Ölkessel als Ausfallsicherheit vorhanden. Biomassekessel und Solaranlage befinden sich in/auf einem separaten Gebäude, von wo aus die Wärmeverteilung über Rohrleitungen im Erdreich erfolgt. Weiters trug ein Pelletofen mit Heizeinsatz im Jagdhaus teilweise zur Beheizung bei. Jedes Gebäude verfügte über eine separate Unterverteilung. Die Wärmeabgabe besteht, bis auf jene im Jagdhaus (Fußbodenheizung), aus Radiatoren.

Die Warmwasserbereitung erfolgte dezentral in jedem Gebäude (auf Basis vorliegender Energieverbrauchswerte).

Abbildung 5 Energieverbrauchsanteile der Bestandsgebäude Quelle: TBH Ingenieur GmbH

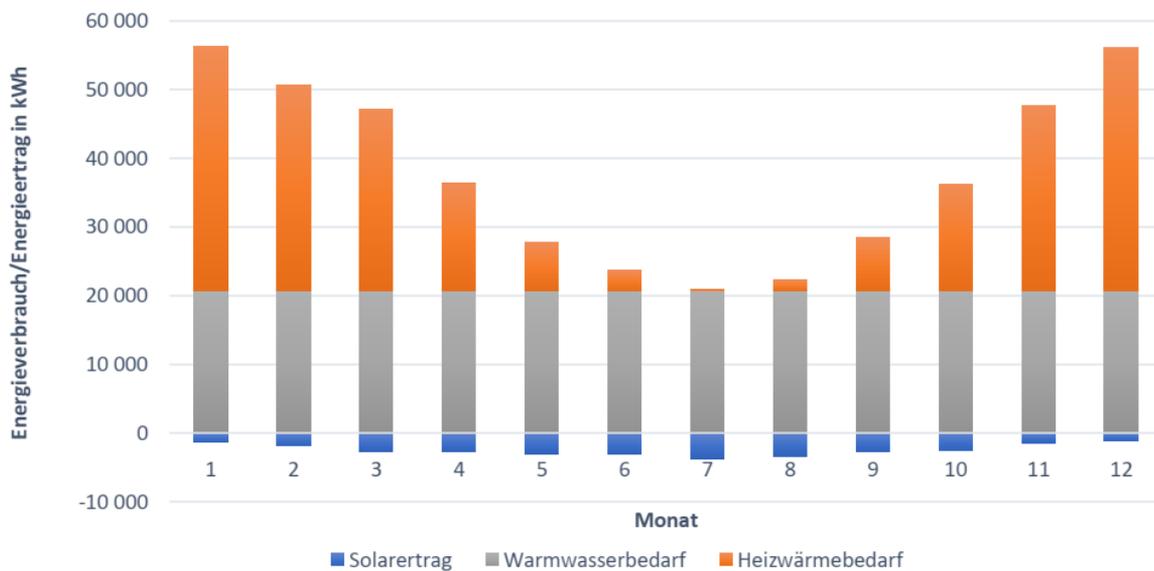


Der Stromverbrauch belief sich in Summe auf rund 41% des gesamten Energieverbrauchs, der restliche Anteil von 59% wurde für die Wärmeversorgung benötigt. Davon konnten rund 42% dem Energieverbrauch für Warmwasser und rund 17% der Raumheizung zugeordnet werden.

Die Differenz von 18% kann größenordnungsmäßig den Verlusten für die Wärmereizung angerechnet werden. Jene dargestellten Ergebnisse sind nicht als gemessene Werte zu verstehen, mangels der Datenlage wurden auf Basis des Gesamtenergiebedarfs sowie des Warmwasserbedarfs die restlichen Zahlenwerte berechnet bzw. abgeschätzt.

Die Thermische Energiebedarfsstruktur eines Jahres wird anhand vorliegender Brennstoffverbräuche als synthetisch generiertes Profil dargestellt.

Abbildung 6 Thermische Energiebedarfsstruktur eines Jahres, Quelle: TBH Ingenieur GmbH



- **Primärenergieverbrauch PEI und CO<sub>2</sub>-Verbrauch**

Die Wärmeversorgung des gesamten Areals erfolgte über Biomasse, Sonnenkollektoren und Stromversorgung durch den Netzbetreiber E-Werk Kindberg. Die Konversionsfaktoren wurden der OIB-6 Richtlinie (2019) entnommen.

Abbildung 7 Primärenergieverbrauch PEI und CO<sub>2</sub>-Verbrauch (Bestand), Quelle: TBH Ingenieur GmbH

Verbrauch / Erzeugung	Endenergie [kWh/a]	PEI erneuerbar [kWh/a]	PEI nicht erneuerbar [kWh/a]	CO <sub>2</sub> -Verbrauch [kg/a]
Hackgut	530 000	545 900	53 000	9 010
Strombedarf	388 572	396 343	237 029	88 206
Solarthermie	30 000	-30 900	-3 000	-510
Photovoltaik	6 860	-6 997	-4 185	-1 557
<b>GESAMTVERBRAUCH</b>	<b>918 572</b>	<b>904 346</b>	<b>282 844</b>	<b>95 149</b>

- **Versorgungsengpässe von Wärme und Strom**

Das Pogusch „Energie KPI“ betrachtet die Anzahl und durchschnittliche Dauer von auftretenden Ausfallzeiten von Wärme und Strom. Geplante Ausfälle aufgrund von Wartungsarbeiten oder zur Pflege ihrer Systeme sind darin ebenfalls enthalten. Diese sind von großer Bedeutung, um eine langfristige, nachhaltige Versorgungsleistung zu gewährleisten. Daher war eine separate Betrachtung von geplanten versus ungeplante Ausfallzeiten durchaus sinnvoll.

Für z.B. ungeplante Stromausfälle wurden die Ursachen dafür identifiziert und entsprechende Strategien und Maßnahmen zur schnellen Wiederherstellung erörtert. Auftretende, ungeplante Ausfälle im Bereich der Wärmeversorgung beruhen oft auf mangelnde Pflege und Wartung ihrer Systeme. Im konkreten Fall konnten diesbezüglich keine Auffälligkeiten festgestellt werden.

- **Energieflexibilität / SRI**

Im Bestand wurden keine signifikanten Energieflexibilitäten genutzt. Somit war ein großes Potential für den zukünftigen Energieverbund gegeben. Die einzelnen Gebäude wurden in die Berechnungen und Simulationen mit ihren eruierten und zukünftig prognostizierten Nutzungen Verbrauchswerten miteinbezogen.

- **Ökonomie**

Im Bestand wurden die einzelnen Gebäude vorwiegend dezentral beheizt. Im neuen Konzept werden alle Gebäude gemeinsam zentral über die neu errichtete Heiztechnikzentrale mittels Biomasse (Hackschnitzelheizung) und KWK (Biomasse) beheizt.

- Heizung/Warmwasser: Kosten Wärme pro kWh<sub>th</sub>: 0,02 Euro (Stand 2019)
- Strom: Kosten Strom pro kWh<sub>el</sub>: 0,12 Euro (Stand 2019)

## **b. Analyse und Bewertung der im Bestand eingesetzten Gebäudetechnik und Energieversorgungsanlagen**

Die derzeit installierte Gebäudetechnik sowie die Energieversorgungsanlagen (Strom, Wärme, Kälte) wurden in Hinblick auf ihren technischen Zustand, den vorherrschenden technischen Rahmenbedingungen, üblichen Betriebsweisen untersucht. Somit konnten die noch vorhandenen Potenziale für Beiträge in einem neuen, smarten Gesamtenergiekonzept im Detail betrachtet und eingeplant werden.

Abbildung 8 Wiederverwendbarkeit der installierten Gebäudetechnik, Quelle: TBH Ingenieur GmbH

<b>Wärmeerzeuger:</b>	<b>Wiederverwendbarkeit und Potential</b>
Biomassehackgutkessel 150 kW	Ja, jedoch schon sehr viele Betriebsstunden
Ölkessel als Ausfallssicherung	Nein
Solaranlage 100m <sup>2</sup>	Ja, wenn eine Demontage schadensfrei erfolgen kann

(Erfahrungswerte und Nutzungsdatenkatalog)

<b>Stromerzeuger:</b>	<b>Wiederverwendbarkeit und Potential</b>
bestehende PV-Anlage	Ja

### c. Bestimmung der Nutzungen und Energieverbrauchsströme

Im Projektteam wurde die zukünftig geplante Nutzung (Belegung, Auslastung, Temperaturprofile, Komfortkriterien, Nutzung von Geräten und Einrichtungen, Nutzungsdauern, E-Mobilität, etc.) der unterschiedlichen Gebäudeteile im Detail besprochen und final für die weitere Planung festgelegt.

Basierend auf diesen Festlegungen wurden Energieverbrauchsprofile übers Jahr erstellt (Wärme, Kälte, Strom), dass neben den saisonal bedingten Schwankungen auch die unterschiedliche Nutzung im Wochenprofil (Montag bis Mittwochnachmittag kein Restaurantbetrieb) im Detail berücksichtigt.

Abbildung 9 Auszug Nutzungsmatrix, Quelle: Steirereck, Stadtpark GmbH

#### Nutzungsmatrix (beispielhaft):

Salettl:	Zeit:	Pax:	Zeit:	Pax:
	Mo: 8-11	30		
	Di: 8-11	30		
	Mi: 8-11	30		
	Do: 8-11	40	12-24	60
	Fr: 8-11	40	12-24	60
	Sa: 8-11	40	12-24	60
	So: 8-11	40	12-24	60

#### Glashaus:

	Zeit:	Zimmer:
Mo:		nicht für Reservierung freigegeben
Di:		nicht für Reservierung freigegeben
Mi:		nicht für Reservierung freigegeben
Do:		10
Fr:		10
Sa:		10
So:		10

Schank:	Zeit:	Pax:	Zeit:	Pax:
	Mo: 8-11	5		
	Di: 8-11	5		
	Mi: 8-11	5		
	Do: 8-11	10	12-24	25
	Fr: 8-11	10	12-24	25
	Sa: 8-11	10	12-24	25
	So: 8-11	10	12-24	25

## Leistungsaufstellung (Areal):

Auf Basis der zum Zeitpunkt der zur Verfügung stehenden Angaben sowie seitens des Planers getroffenen Annahmen ergaben sich für die einzelnen Bereiche folgende Anschlussleistungen für das neue Energiekonzept:

Abbildung 10 Darstellung der Leistungsaufstellung Quelle: TBH Ingenieur GmbH

Art	Anzahl Ges.	Leistung je EH	Bemessende Wirkleistung [kW]	GLZ Faktor	Tatsächliche Wirkleistung [kW]	Tatsächlicher Strombedarf [A (+cos-Phi)]	Leistungs-faktor [cos-Phi]
Sterzhütte	1 Stk	5,00 kW	5,0 kW	0,60	3,0 kW	4,6 A	0,95
Heizhaus	1 Stk	5,00 kW	5,0 kW	0,60	3,0 kW	4,6 A	0,95
Jagdhütte	1 Stk	5,00 kW	5,0 kW	0,60	3,0 kW	4,6 A	0,95
BHKW Zusatzheizung	1 Stk	5,00 kW	5,0 kW	1,00	5,0 kW	9,0 A	0,80
Vogelhäuser	4 Stk	5,00 kW	20,0 kW	0,60	12,0 kW	18,2 A	0,95
Wohnhaus	1 Stk	5,00 kW	5,0 kW	0,60	3,0 kW	4,6 A	0,95
Küche Bestand	321 m2	10,00 W/m2	3,2 kW	0,60	1,9 kW	2,9 A	0,95
Küche NEU	857 m2	10,00 W/m2	8,6 kW	0,60	5,1 kW	7,8 A	0,95
Küchengeräte	1 Stk	399,00 kW	399,0 kW	0,40	159,6 kW	242,5 A	0,95
Kältetechnik	1 Stk	20,00 kW	20,0 kW	0,70	14,0 kW	21,3 A	0,95
Gasträum	125 m2	10,00 W/m2	1,2 kW	0,60	0,7 kW	1,1 A	0,95
Salettl	122 m2	10,00 W/m2	1,2 kW	0,60	0,7 kW	1,1 A	0,95
Restaurant OG	103 m2	10,00 W/m2	1,0 kW	0,60	0,6 kW	0,9 A	0,95
Restaurant UG	113 m2	10,00 W/m2	1,1 kW	0,60	0,7 kW	1,0 A	0,95
Alte Stube	161 m2	10,00 W/m2	1,6 kW	0,60	1,0 kW	1,5 A	0,95
Glashaus	600 m2	10,00 W/m2	6,0 kW	0,60	3,6 kW	5,5 A	0,95
Dampferzeuger	1 Stk	4,00 kW	4,0 kW	0,80	3,2 kW	4,9 A	0,95
Waschküche	1 Stk	82,00 kW	82,0 kW	0,10	8,2 kW	12,5 A	0,95
Hackschnitzheizung	1 Stk	10,00 kW	10,0 kW	0,60	6,0 kW	10,8 A	0,80
Rehleinhütte	1 Stk	10,00 kW	10,0 kW	0,60	6,0 kW	9,1 A	0,95
Lüftungsanlagen	1 Stk	30,00 kW	30,0 kW	0,60	18,0 kW	32,5 A	0,80
HKLS	1 Stk	10,00 kW	10,0 kW	0,60	6,0 kW	10,8 A	0,80
Schlafen im Stall	1 Stk	5,00 kW	5,0 kW	0,60	3,0 kW	4,6 A	0,95
Schafstall	1 Stk	5,00 kW	5,0 kW	0,60	3,0 kW	4,6 A	0,95
Pumphaus	1 Stk	5,00 kW	5,0 kW	0,60	3,0 kW	5,4 A	0,80
E-Ladestation intern	1 Stk	11,00 kW	11,0 kW	0,50	5,5 kW	8,4 A	0,95
			<b>660 kW</b>		<b>279 kW</b>	<b>435 A</b>	
<b>SUMME - Tatsächliche Wirkleistung</b>					<b>279 kW</b>		
<b>Gebäude - Gleichzeitigkeitsfaktor</b>				<b>60%</b>			
<b>SUMME - Tatsächliche Wirkleistung mit Gebäude GLZ</b>					<b>167 kW</b>		

## 4.2. Energiekonzept – Bewertung und Optimierung

Bei der Entwicklung des integrierten Energiekonzeptes mit dem Fokus auf Wärmerückgewinnungspotentiale und Abwärme-Verfügbarkeit wurde die Detailbetrachtung der Maßnahmen zur Energieflexibilität des Areals und Entwicklung auf ein innovatives Energie- und Regelungskonzept gelegt. Dynamische Simulationen und ingenieurmäßige Berechnungen waren Voraussetzung für die Optimierung eines nachhaltigen Energiekonzeptes für das gesamte Areal.

## Energetische Ziele:

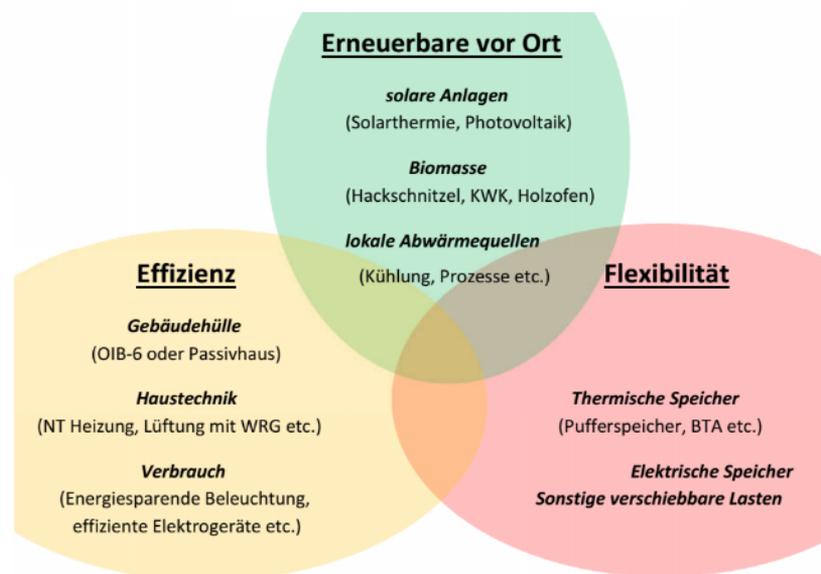
- energetisch und ökologisch optimiertes Plus-Energie-Ensemble
- innovatives, optimiertes Energieversorgungskonzept für Gastronomiebetriebe welches auf die hohen elektrischen und thermischen Lasten gastronomischer Anforderungen abgestimmt ist
- Erkenntnisse und Multiplizierbarkeit des Gesamtensembles für andere Betriebe mit ähnlichen Voraussetzungen und Bedarfsstrukturen
- Reduktion des Ressourceneinsatzes und Senkung des Energie- und CO<sub>2</sub> Verbrauchs
- Schaffung eines präventiven Systems zur Sicherstellung der Netzversorgung

Bei dem bestehenden bzw. geplanten Zubau handelt es sich um einen Gebäudeverbund, welcher sich im Wesentlichen in vier Nutzungsbereiche gliedert:

- Übernachtigung, Beherbergung
- Gaststätte, Restaurant
- Küchenbereich (inkl. Nebenräume) sowie
- Glashäuser inkl. Beherbergung

Im Zuge einer Betriebserweiterung wurden dabei Bereiche vergrößert bzw. neu errichtet. Im Rahmen der Entwicklung eines integrierten Energiekonzeptes und deren Optimierung wurden die Effizienz, die Möglichkeit des Einsatzes Erneuerbarer Energie vor Ort und die Flexibilität miteinander verknüpft.

Abbildung 11 Energiekonzept – Vision



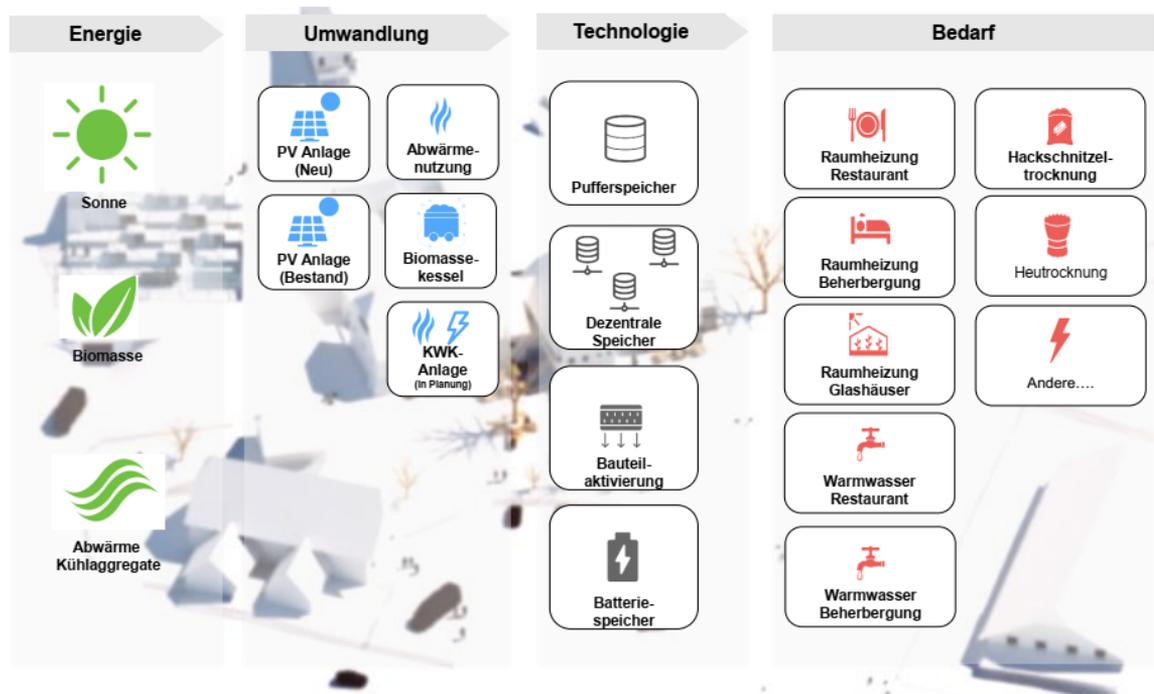
## a. Energetisches und bauphysikalisches Konzept

### Energetisches Konzept

Der „Hybride Energieverbund“ basiert auf dem Zusammenspiel unterschiedlichster erneuerbarer Energiesysteme. Das daraus resultierende Energiekonzept berücksichtigt bereits bestehende Strukturen wie auch neu zu errichtende Systeme und fasst dies in einer Systemlösung zusammen. Das Energiekonzept ermöglicht für das gesamte Areal „Steirereck“ die Erreichung eines Plus-Energie Standards und berücksichtigt explizit die spezifischen Rahmenbedingungen einer Lage auf rund. 1.000m<sup>2</sup> Seehöhe, insbesondere die Nutzung der vor Ort verfügbaren erneuerbaren Energien.

Zentral wichtig ist dabei, dass die bestehenden Versorgungsanlagen (150 kW Hackgutanlage und eine 5 kWp Photovoltaikanlage) im neuen Gesamtkonzept die Basis bilden können und im intelligenten Zusammenspiel mit den gezielten neuen Elementen die Erreichung des Plus-Energie-Standards möglich wird. Die neuen Gebäude wurden im Niedrigenergiestandard unter teilweiser Nutzung von Passivhauskomponenten ausgeführt. Konsequente Umsetzung von kontrollierter Belüftung inkl. Wärmerückgewinnung zählt zum Ausführungsstandard. Die Wärmeabgabe erfolgt auf Basis Niedertemperatursysteme (Fußboden- und Wandheizung). Die geplanten Gewächshäuser werden thermisch hochwertig ausgeführt und strikt in einen moderat beheizten Teil und in einen gering beheizten Teil getrennt. Die Bestandsgebäude sind thermisch in einem sehr guten Zustand (ca. 50-70 kWh/m<sup>2</sup>a) und größtenteils auch mit kontrollierter Wohnraumlüftung und Wärmerückgewinnung ausgestattet.

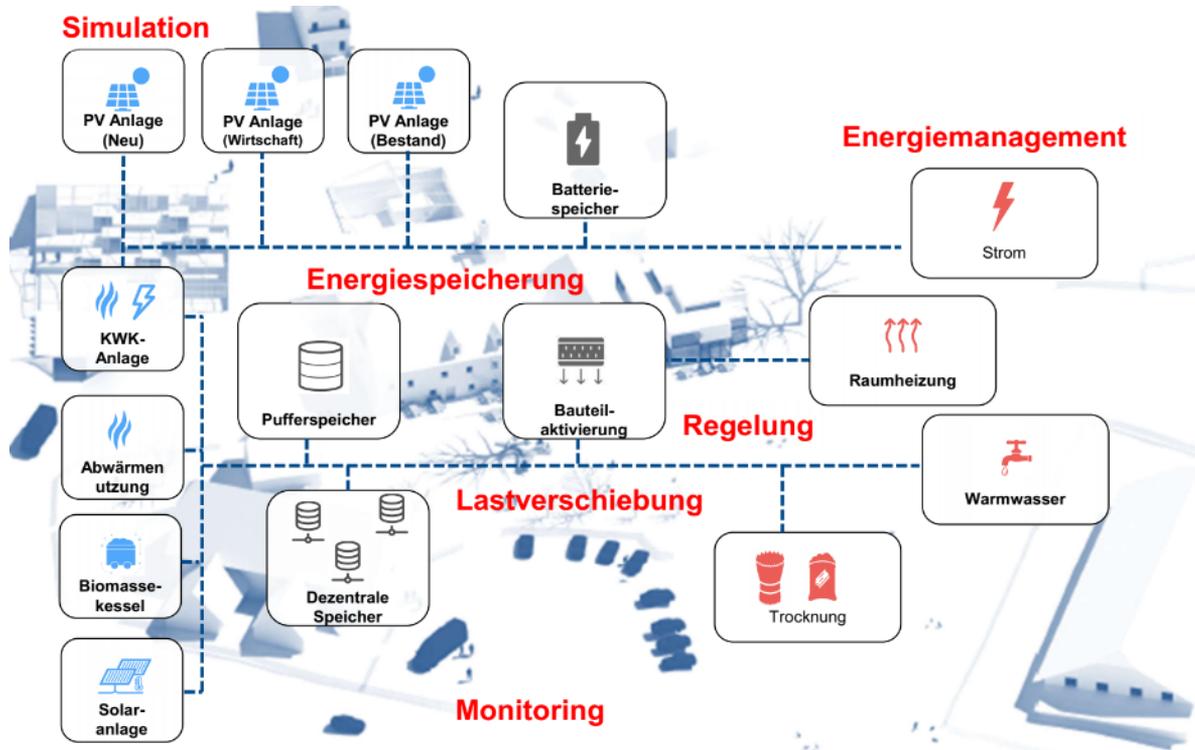
Abbildung 12 Prinzipschema - Energieverbund Quelle: AEE INTEC



- Heizungspufferspeicher (38,5m<sup>3</sup>)
- Trinkwasserspeicher (ca. 70m<sup>3</sup>)
- Brauchwassersystemen (ca. 40m<sup>3</sup>) zur Regenwassernutzung
- Thermische Aktivierung von Betondecken und Fundamentbauteilen
- Last- und Energiemanagement für Stromverbraucher
- Mobile Batteriespeicher aus Elektrofahrzeugen
- Smartes Regelungskonzept
- Wärmerückgewinnung aus Gewerbekälteanlagen
- Wärmerückgewinnung aus Abwärme Holzöfen

## Energetisches Plus-Energie-Konzept:

Abbildung 13 Prinzipschema – Energetisches PLUS-Energiekonzept Quelle: AEE INTEC



Das Energiekonzept basiert auf festgelegte Parameter sowie energetische Kennwerte der Bestandsanlagen. Bei dem zu betrachtenden Objekt handelt es sich um einen Gebäudeverbund aus bestehenden und neu zu errichtenden Gebäudeteilen. Folgende Gebäude wurden dabei energetisch in die Betrachtungen integriert:

- **Hauptgebäude mit Restaurant, Salettl, Küche und Lagerbereichen**
- **Kaltes und Warmes Glashaus**
- **Wohngebäude**
- **Baumhäuser** (Neu in den Energieverbund dazugekommen)
- **Schlafen im Stall** (Neu in den Energieverbund dazugekommen)
- **Sterzhütte** (Neu in den Energieverbund dazugekommen)
- **Krampl Gebäude** (Neu in den Energieverbund dazugekommen)
- **MA-Haus / Wirtschaftsgebäude** (Neu in den Energieverbund dazugekommen)

Die nachfolgende Abbildung zeigt anhand des Lageplans die gesamte Liegenschaft samt relevanter Gebäude:

Abbildung 14 Lageplan der betroffenen Gebäude inkl. Bestandsgebäude



Die wesentlichen Grundsäulen der Energieversorgung basieren auf der Schaffung einer hohen Energieeffizienz der Gebäude, der maximalen Nutzung von Abwärmen, der Bereitstellung und Nutzung von Energieflexibilitäten zur Verschiebung von Lasten sowie einer stromnetzdienlichen Dimensionierung und Betriebsweise erneuerbarer Energieanlagen.

### ***Bauphysikalisches Konzept und Energieeffizienz***

Als Schnittstelle zwischen Außen – und Innenklima kommt der Gebäudehülle eine hohe Bedeutung für die Gebäudeenergieperformance zu. Die Dächer bzw. Dachgärten sind vorwiegend extensiv begrünt und als Terrassen nutzbar. Durch die den tragenden Bauteilen umschließenden Wärmedämmungen konnten Fenster und Anschlüsse wärmebrückenfrei geplant werden und die Energiekennwerte reduzieren sich wesentlich.

Die Baukörper sind sehr kompakt und können daher als sehr energieeffizient angesehen werden. Die Ausrichtung des Gebäudes zur optimierten Nutzung von aktiven und passiven solaren Erträgen wurde bestmöglich umgesetzt. Der architektonische Entwurf ermöglicht eine sehr kompakte und energiesparende Bauweise. Durch die großteils unter Niveau angeordneten Nebenräume und Wohnraum ist der Energieverbrauch sehr gering. Zusätzlich ist aufgrund der Nutzungen eine Zonierung der Raumtemperaturen möglich – was zusätzlich energiesparend wirkt.

Um eine möglichst hohe Energieeffizienz zu erzielen, wurden zusätzlich die Wand-, Fußboden- und Deckenaufbauten hinsichtlich des winterlichen Wärmeschutzes (möglichst niedrige U-Werte) optimiert - somit ist eine Minimierung des Ausstoßes von Treibhausgasen möglich.

Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte):

- U-Wert Außenwände opak  $\leq 0,12-0,20$  [W/m<sup>2</sup>K]
- U-Wert erdberührte Wände  $< 0,24$  [W/m<sup>2</sup>K]
- U-Wert erdberührte Böden  $< 0,20$  [W/m<sup>2</sup>K]
- U-Wert Flachdächer  $< 0,10-0,15$  [W/m<sup>2</sup>K] tlw. als Gründächer
- U-Wert Glas  $\leq 0,50-0,60$  [W/m<sup>2</sup>K]
- U-Wert Fenster/ Pfosten-Riegel- Fassade gesamt  $\leq 0,80$  [W/m<sup>2</sup>K]

Durch die wärmetechnisch hochwertigen Gebäudehüllen und den effizienten, strahlungsgesteuerten außenliegenden Sonnenschutz ist eine gleichmäßige innere Oberflächentemperatur der Raumbegrenzungsflächen zu erwarten. Somit kann die sommerliche und winterliche behagliche operative Temperatur in den Aufenthaltsräumen zusammen mit den geplanten haustechnischen Ausrüstungen zu Heizen / Kühlen erreicht werden.

Die neu zu errichtenden Gebäude wurden im Niedrigenergiestandard unter teilweiser Nutzung von Passivhauskomponenten ausgeführt. Konsequente Umsetzung von kontrollierter Belüftung inkl. Wärmerückgewinnung zählt zum Ausführungsstandard. Die Wärmeabgabe erfolgt auf Basis Niedertemperaturesysteme (Fußboden- und Wandheizung). Die geplanten Gewächshäuser werden thermisch hochwertig ausgeführt und strikt in einen moderat beheizten Teil und in einen gering beheizten Teil getrennt.

Die Bestandsgebäude sind thermisch in einem sehr guten Zustand (ca. 50-70 kWh/m<sup>2</sup>a) und größtenteils auch mit kontrollierter Wohnraumlüftung und Wärmerückgewinnung ausgestattet. Die Wärmeabgabe erfolgt über großzügig ausgestattete Radiatoren und über Fußbodenheizung. Weder Bestandsgebäude noch Neubauf Flächen werden aktiv klimatisiert.

## **b. Wärmerückgewinnungspotenziale und technisches Nutzungskonzept**

Mit technischen Systemen zur Wärmerückgewinnung reduziert man erfolgreich die Menge an Primärenergie, die zum Heizen im weitesten Sinne, zum Beispiel als Raumwärme, als Wärme zur Warmwasserbereitung und als Prozesswärme, benötigt wird.

Der Einbau einer Wärmerückgewinnung senkt sowohl den Heizwärmebedarf als auch den Brennstoffbedarf erheblich. Damit spielt Wärmerückgewinnung konzeptionell eine bedeutende Rolle bei der effizienten Gestaltung von energieverbrauchenden Prozessen und der Energiewende, die Energieeinsparung zum Ziel hat. Wärmerückgewinnung stellt somit eine Mehrfachnutzung von Wärme dar und ermöglicht es den konventionellen Brennstoffeinsatz zu reduzieren.

Folgende Themenfelder wurden vom Projektteam als mögliche Potentiale bezüglich Wärmerückgewinnung diskutiert und verifiziert:

- Wärmerückgewinnung Kälte-/Gastro
- Wärmepumpenanlage in Verbindung mit Tiefenbohrung
- Free-Cooling Komponenten

- Regenwassernutzung (Garten/Glashaus/Nutzung WC)
- Nutzung Hackgutkesselanlage (Erweiterung/Einbindung)
- Wärmerückgewinnung/Wassertasche/ Griller
- Untersuchung Vorwärmung RW – Nutzung Glashaus
- Untersuchung E – Mobility/Einbindung
- Implementierung Notstrom
- Energieabgabe Radiatoren/Bestand u. Neubau/NT
- Energieverbund WP/Tiefenbohrung
- Nachtkühlung Lüftung – Anbindung Erdkollektor
- Zentraler Optimierer E – Technik
- LED – Einsatz
- Untersuchung Quartierspeicher

In Detailgesprächen mit den Anbietern der Kühlmöbel und Ausstattern der Kühlräume als auch dem Anbieter der „Feuerküche“ wurden vom Projektteam technische Konzepte zur konsequenten Auskoppelung der aus diesen Anwendungen anfallenden Abwärmen entwickelt.

Diese anfallende Abwärme wurde für das zukünftige innovative Energiesystem eingeplant.

Nachfolgend befindet sich eine Übersicht jener Bereiche welche potentiell für eine Abwärmenutzung geeignet erscheinen.

- Abwärmenutzung der Normal-, Tiefkühl- und Klimaanlage
- Abwärmenutzung der raumluftabhängigen Feuerstätte
- Abwärmenutzung des Abwassers

Wesentliche Kriterien für eine sinnvolle Nutzung von Abwärme waren das Temperaturniveau der Abwärmequellen sowie die zeitliche Verfügbarkeit.

Diese Tatsachen wurden in den weiteren Betrachtungen miteinbezogen.

### c. Bereitstellung und Nutzung von Energie-Flexibilitäten des Areals

Für die Erreichung eines hohen Eigenversorgungsgrades mit vor Ort generierter, erneuerbarer Energie (teilweise fluktuierend) in Verbindung mit schwankenden Lastprofilen ist die Bereitstellung und Aktivierung von Energie-Flexibilitäten unerlässlich. Schwankende Verbraucherlastprofile stellen sich beim Areal „Steirereck“ einerseits durch die saisonalen Schwankungen im Energiebedarf (insbesondere Wärme) und andererseits durch die Öffnungszeiten der Restauration (Mittwochnachmittag bis Sonntagabend) ein. Um hier in Verbindung mit den Erzeugungsanlagen auf entsprechende Flexibilisierungspotenziale nutzen zu können, sind die nachfolgenden Elemente angedacht:

- Wasser(Puffer)speicher (gesamt 40.000 l)
- Thermische Aktivierung von massiven Fundamentplatten und Zwischendecken (Bauteilaktivierung)
- Lastverschiebepotenziale mit den Gewächshäusern
- Batteriespeicher
- Mobile Speicher, evt. in Verbindung mit Elektrofahrzeugen
- Wasserstoffspeicher
- Smartes Regelungskonzept, das die allgemeine Speicherfähigkeit der Gebäude, die Leistungsregelungsmöglichkeiten der Erzeugungsanlagen, Interaktionen mit dem Stromnetz als auch die oben genannten Flexibilisierungsmaßnahmen aktiv berücksichtigt

Damit sollen einerseits die Spitzenleistungen der Versorgungsanlagen gezielt kleiner dimensioniert werden können und gleichzeitig auch eine netzdienliche Betriebsweise sichergestellt werden.

Die technische Machbarkeit und Potenzialanalyse der bereits definierten Maßnahmen zur Energieflexibilisierung, wie Bauteilaktivierung, Speichersysteme für Wärme und Strom basierend auf den definierten Lastprofilen wurde betrachtet. Zusätzlich wurden Potentiale aufgezeigt, welche dann jedoch aus wirtschaftlichen Gründen zum Zeitpunkt der Projektentwicklung nicht verfolgt wurden.

Konkret wurde simulationsgestützt untersucht, inwieweit Spitzenleistungen der Versorgungsanlagen gezielt kleiner dimensioniert, Eigenversorgungsgrade gesteigert und gleichzeitig auch eine netzdienliche Betriebsweise sichergestellt werden kann.

#### **Zentraler Energiespeicher und Warmwasserbereitung in Speicherladesystem**

Der in der neuen Technikzentrale eingesetzte Pufferspeicher 25m<sup>3</sup> nimmt überschüssige Energie der Heizung auf, um diese im Bedarfsfall zeitversetzt an das gesamte Areal abgeben zu können. Das sorgt für eine höhere Effizienz, sinkende Heizkosten und einen umweltschonenden Betrieb.

Das Speicherladesystem ist ein Verfahren zur Erwärmung von Trinkwasser. Das **Speicherladesystem** ist eine Kombination von Durchflusssystem und Speichersystem. Die Hauptkomponenten sind ein Speicher in dem erwärmten Trinkwasser gespeichert wird und ein Wärmeübertrager außerhalb des Speichers zur Erwärmung.

Abbildung 15 Zentraler Pufferspeicher 25m<sup>3</sup> im Heizhaus, Quelle: AEE INTEC



Abbildung 16 Dezentraler Pufferspeicher im Haupthaus, Quelle: ÖGUT



### Bauteilaktivierung für Lastverschiebungspotentiale und Beheizung

Die thermische Bauteilaktivierung nutzt die vorhandenen Gebäudemassen, wie Stahlbetondecken und -platten, sowie die Fußbodenheizung zur Temperaturregulierung. Die Wände, Decken oder Böden werden mit wasserführenden Rohren hinterlegt, die zum Heizen und Kühlen der Räumlichkeiten eines Gebäudes dienen und somit auch die Wärme über einen längeren Zeitraum speichern können.

Durch diese Tatsache kann in den Gebäudemassen der Glashäuser die überschüssige Energie von Montag bis Mittwoch (Restaurant geschlossen) gespeichert und in der restlichen Zeit der Woche entsprechend für die Beheizung der Gewächshäuser genutzt werden



(Lastverschiebepotenziale mit den Gewächshäusern). Somit kann die erforderliche Heizleistung des Gesamtareals geringer dimensioniert werden.

Abbildung 17 Bauteilaktivierung, Quelle: TBH Ingenieur GmbH



### **Batteriespeicher - Mobile Speicher**

Strom aus Solaranlagen gehört zu den wichtigsten erneuerbaren Energien und ist eine gute Möglichkeit, Ökostrom selbst zu produzieren. Denn Sonnenenergie ist umweltfreundlich und sie steht unbegrenzt und kostenlos – speziell in Gebieten mit wenig Nebel zur Verfügung. Ein Stromspeicher besteht aus einem Akku, einem Batteriemangement sowie einer Speicherregelung. Die Funktion des Batteriemangements ist es, die gängigen Stromverbraucher mit Solarstrom zu versorgen und den optimierten Speicherbetrieb zu sichern. Normalerweise besteht in Durchschnittshaushalten morgens und abends der höchste Strombedarf. In jener Zeit wird jedoch nur wenig bis gar kein Strom erzeugt. Mittags und nachmittags, wenn die Stromerzeugung einer PV-Anlage ihr Maximum erreicht hat, wird hingegen wenig Strom benötigt. Im konkreten Fall des Energieverbundes Pogusch wird jedoch – durch die Kühlanlagen, Gästezimmer etc. gantztägig Strom verbraucht, daher ist derzeit eine Speicherung nicht erforderlich bzw. wirtschaftlich. Einzig der Einsatz einer Ladesäule für Elektrofahrzeuge wurde derzeit umgesetzt. Nach Fertigstellung der KWK-Anlage wird diese Problematik nochmals überdacht und betrachtet.

### **Potentialanalyse Wasserstoff-Speicher**

Mit der 66 kW<sub>peak</sub> großen Photovoltaikanlage soll erneuerbarer Strom erzeugt und zur Wasserstoff-Energiezelle geleitet werden. Mit einer intelligenten Steuerung wird gerade benötigter Strom sofort ins Stromnetz des Areals geleitet. Wenn mehr Strom aus der Photovoltaikanlage zur Verfügung steht als in den Gebäuden verbraucht wird, wird dieser zuerst in einen Batteriespeicher eingelagert. Ist der Batteriespeicher voll, wird der am Dach des Schafstalles produzierte erneuerbare „überschüssige“ Strom mit Hilfe der Elektrolyse von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt und der Wasserstoff in Druckspeicherbehältern eingelagert. In der Nacht und vor allem in den Wintermonaten, wenn die

PV-Anlage wenig oder gar keinen Strom liefert, erzeugt die Wasserstoff-Energiezelle den benötigten Strom für das Areal. Dabei wird zuerst der Batteriespeicher entleert und in weiterer Folge der eingelagerte Wasserstoff mit Hilfe einer Brennstoffzelle wieder in nutzbaren Strom umgewandelt, sodass 365 Tage / 24 Stunden im Jahr mit vor Ort erzeugtem erneuerbarem Strom versorgt ist und im Falle eines Black-outs der Betrieb betriebsfähig ist.

Die Prognosen und Berechnungen während der Projektphase ergaben, dass annähernd der mit der PV-Anlage erzeugte Strom während des Betriebes (auch ohne Restaurantbetrieb) verbraucht wird. Somit wurde der Einsatz eines Wasserstoff-Speichers vorerst hintangestellt.

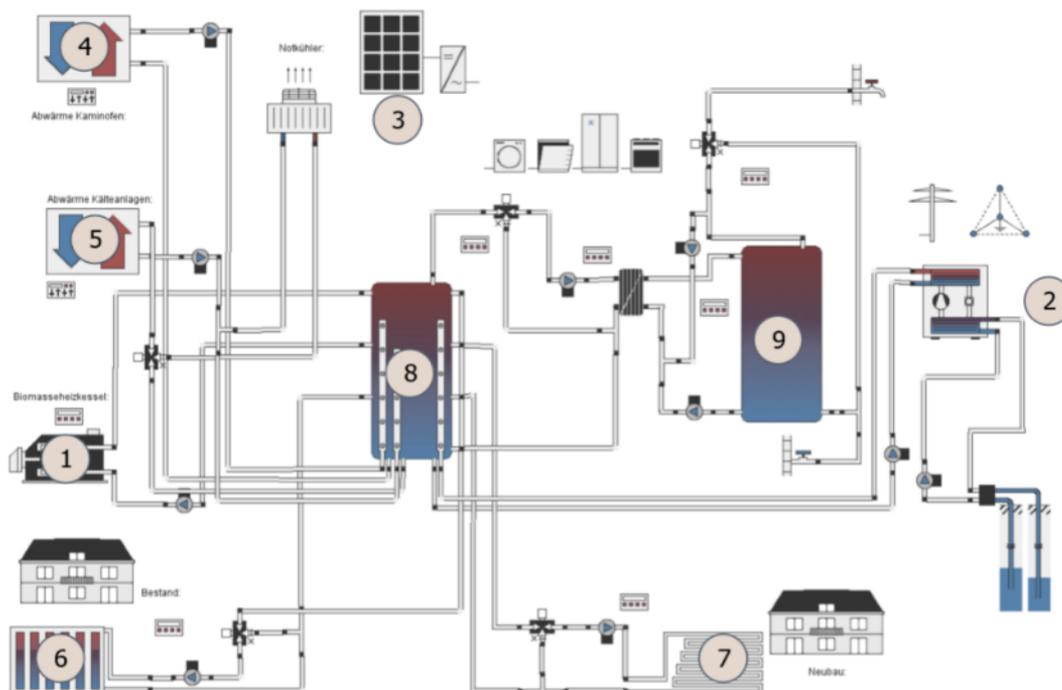
Fazit:

Der noch verbleibende Restenergiebedarf soll über ein eigenes Windstromprojekt (Investitionen dafür sind nicht Teil des gegenständlichen Projektes) oder durch Zukauf von Windstrom aus benachbarten Windkraftanlagen erfolgen. Die Entscheidung dazu ist noch offen.

#### d. Erneuerbare Energieversorgungsanlagen vor Ort

Plus-Energie Standard bedeutet eine bilanzielle Versorgung des Areals Steirerneck über ein Jahr zu 100% aus vor Ort erzeugter erneuerbarer Energie. Dabei gilt es aber eine netzdienliche bzw. netzentlastende Betriebsweise als Notwendigkeit mit zu berücksichtigen, sprich nicht das übergeordnete Stromnetz als Problemlöser für ein zeitliches Missverhältnis zwischen Erzeugung und Verbrauch zu benutzen.

Abbildung 18 Darstellung des Anlagenschemas Quelle: TBH Ingenieur GmbH



- |  |   |
|--|---|
| (1) Hackgutkesselanlage/ KWK-Anlage (in Planung)   | (6) Wärmeabgabe Bestandsgebäude reduzieren    |
| (2) Nicht umgesetzt                                | (7) Wärmeabgabe Neubau minimieren             |
| (3) Photovoltaikanlage bzw. Thermische Solaranlage | (8) Zentraler Energiespeicher                 |
| (4) Abwärmenutzung Heizofen                        | (9) Warmwasserbereitung in Speicherladesystem |
| (5) Abwärmenutzung Kühlmöbel                       |   |

Eine weitere Voraussetzung für die neuen Versorgungselemente ist eine synergetische Kombinierbarkeit mit den bestehenden Versorgungsanlagen. Basierend auf den grundsätzlich vor Ort verfügbaren erneuerbaren Energiequellen, wie Sonnenenergie, Biomasse, (Wind und Geothermie) und dem spezifischem Lastprofil (mit hohem, saisonal relativ konstantem Stromverbrauch) war rasch klar, dass Biomasse eine wichtige Bedeutung in der Energieversorgung zukommen wird. Konkret war eine Biomasse KWK-Anlage mit rund 100 kW(th) und 50 kW(el) als Ergänzung zur bereits bestehenden Hackgutkesselanlage (150 kWth) umzusetzen.

Aufgrund des reduzierten Wärmebedarfs im Sommer wird der Strombedarf zu großen Teilen über eine 97 kWp umfassende Photovoltaikanlage abgedeckt. Der im Antrag geplante Batteriespeicher soll dabei sowohl im Sommer als auch im Winter die Unterschiede im Tagesgang als auch im wöchentlichen Energieverbrauch ausgleichen. Abwärmen und die bestehende thermische Solaranlage reichen in den Sommermonaten größtenteils aus die Wärmeversorgung zu decken, Restabdeckung erfolgt über den bestehenden Hackgutkessel oder partiell auch über die KWK. Obwohl die KWK gut in der Leistung regelbar ist, zeigt sich insbesondere in der Heizperiode eine Verschiebung von generierter Wärme in der Zeit von Montag bis Mittwoch in die Fundamentplatte der Gewächshäuser als adäquate Methode, um einen möglichst durchgehenden Betrieb der KWK-Anlage zu ermöglichen.

Basierend auf all diesen Maßnahmen dieses integrierten Gesamtenergiekonzeptes kann ein jährlicher Eigenversorgungsgrad zwischen 70 und 80% (basierend auf Stundenwerten!) für Wärme und Strom erreicht werden, bei gleichzeitig praktisch keinen zusätzlichen Belastungen für das übergeordnete Stromnetz.

Folgende Wärme- und Stromerzeuger wurden in die weiteren Studien und Betrachtungen miteinbezogen:

## **(1) Hackgutkesselanlage bzw. KWK-Anlage**

### **Hackgutkesselanlage 2x150 kW**

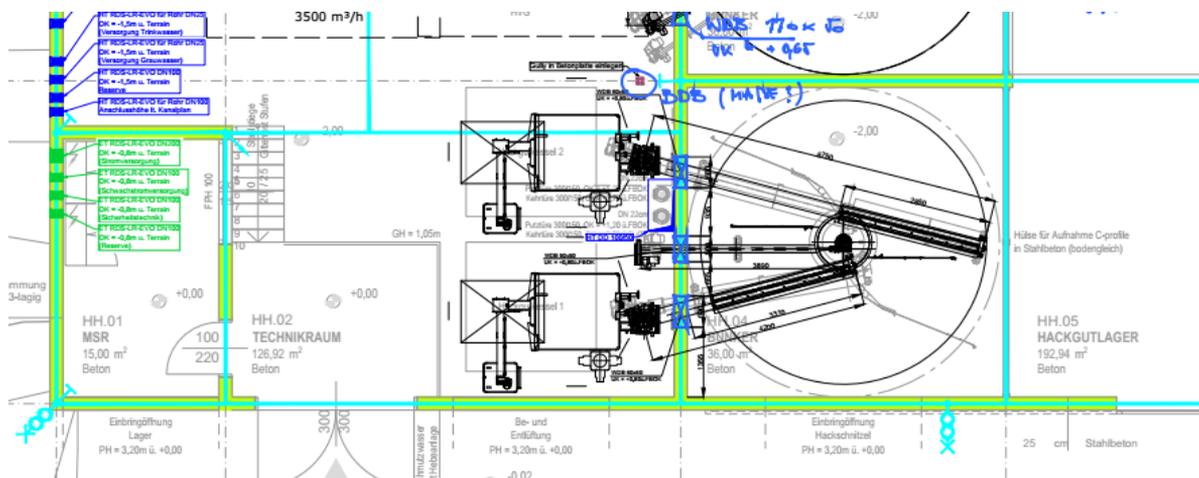
Aus einem Lagerraum wird mittels Drehfederaustragung das Hackgut in eine Förderschnecke gerührt und durch die rückbrandsichere Einrichtung zum Kessel transportiert. Durch eine entsprechende Steuerung wird der Brennstoff unter getrennter Zufuhr von Primär- und Sekundärluft in einer Rost-, Retorten- oder Vorofenfeuerung gut ausgebrannt. Es handelt sich dabei um zwei Kesselanlagen 2 x 150 kW, wobei eine davon als Ausfallsicherung fungiert.

Abbildung 19 Hackgutkesselanlage im Heizhaus  
Quelle: AEE INTEC



Die Hackschnitzel werden aus heimischem Holz aus unmittelbarer Nähe zum Plusenergie-Areal hergestellt. Kurze Transportwege aus der Umgebung sind somit garantiert.

Abbildung 20 Anlagenschemas Hackgutkesselanlage Quelle: TBH Ingenieur GmbH



### Holzverstromungsanlage KWK

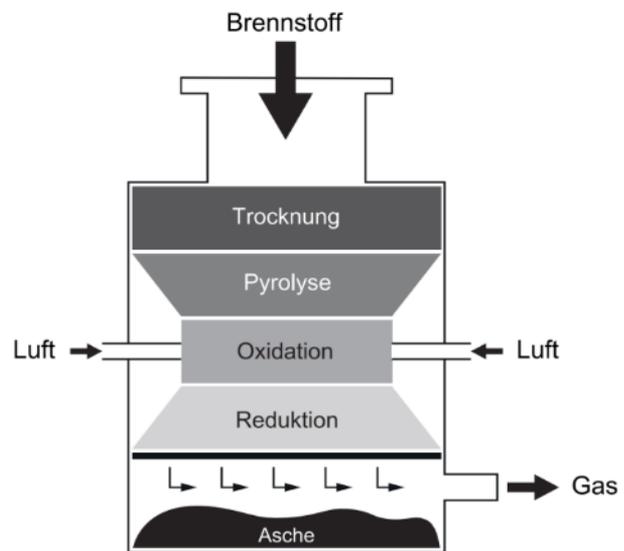
Wirkungsweise: Bei der Vergasung von Holz und damit in weiterer Folge bei der Gewinnung von Holzgas handelt es sich um einen thermochemischen, mehrstufigen Umwandlungsprozess, ähnlich der Verbrennung. Im Gegensatz zur Verbrennung wird der Prozess jedoch gezielt abgebrochen, sodass nicht nur Kohlendioxid und Wasser, sondern auch brennbares Gas entsteht, das in einem Gasmotor zu Strom und Wärme umgewandelt wird.

Als Vergasungsstoff der Holzvergasungsanlage wird naturbelassenes Hackgut verwendet. Über ein Zwei-Klappen-Schleusensystem wird Hackgut mittels einer Schnecke dem Reformer zugeführt. Im Reformer findet die Vergasung des Holzhackgutes statt, das in Flussrichtung folgende einzelne Prozessschritte durchläuft:

- Trocknung (bis ca. 200 °C)
- Pyrolyse (200 °C bis ca. 600 °C)
- Oxidation (bis 1200 °C)
- Reduktion (ca. 900 °C)

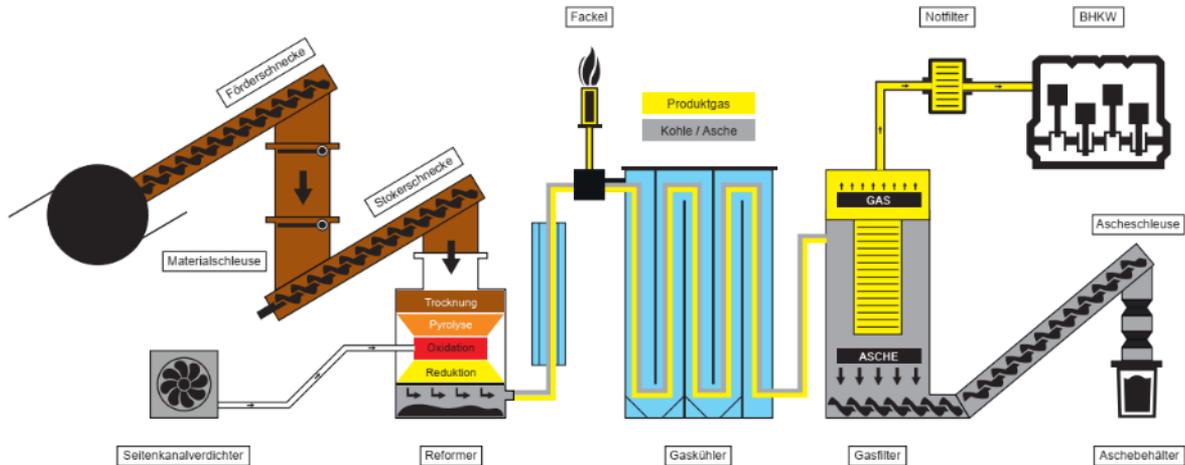
Die bei der Pyrolyse entstehenden Produkte (Teere, Koks, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>...) werden in der Oxidationszone teilweise verbrannt bzw. gecrackt. In der Reduktionszone wird anschließend durch die besondere Bauart und Regelung des Vergasers das Holzhackgut in ein sehr teearmes Holzgas umgewandelt.

Das erzeugte Holzgas wird in einem Wasser/Gas-Rohrwärmetauscher auf ca. 110°C abgekühlt und in einem Gewebefilter mit mechanischer Abreinigung trocken gereinigt. Die anfallende Kohle/Asche wird mit Förderschnecken durch eine Ascheschleuse aus dem Gasfilter in einen Vorratsbehälter befördert. Das abgekühlte und gereinigte Holzgas wird dann der Gasregelstrecke des Gasmotors zugeführt. Die erzeugte Wärmeenergie aus Motorkühlung, Abgaswärmetauscher, Holzgaskühlung und ggf. aus der Gemischkühlung wird mittels Plattenwärmetauscher an das angeschlossene Wärmenetz übertragen. Beim Startvorgang wird das noch nicht motortaugliche Holzgas unmittelbar nach dem Reformier automatisch abgefackelt.



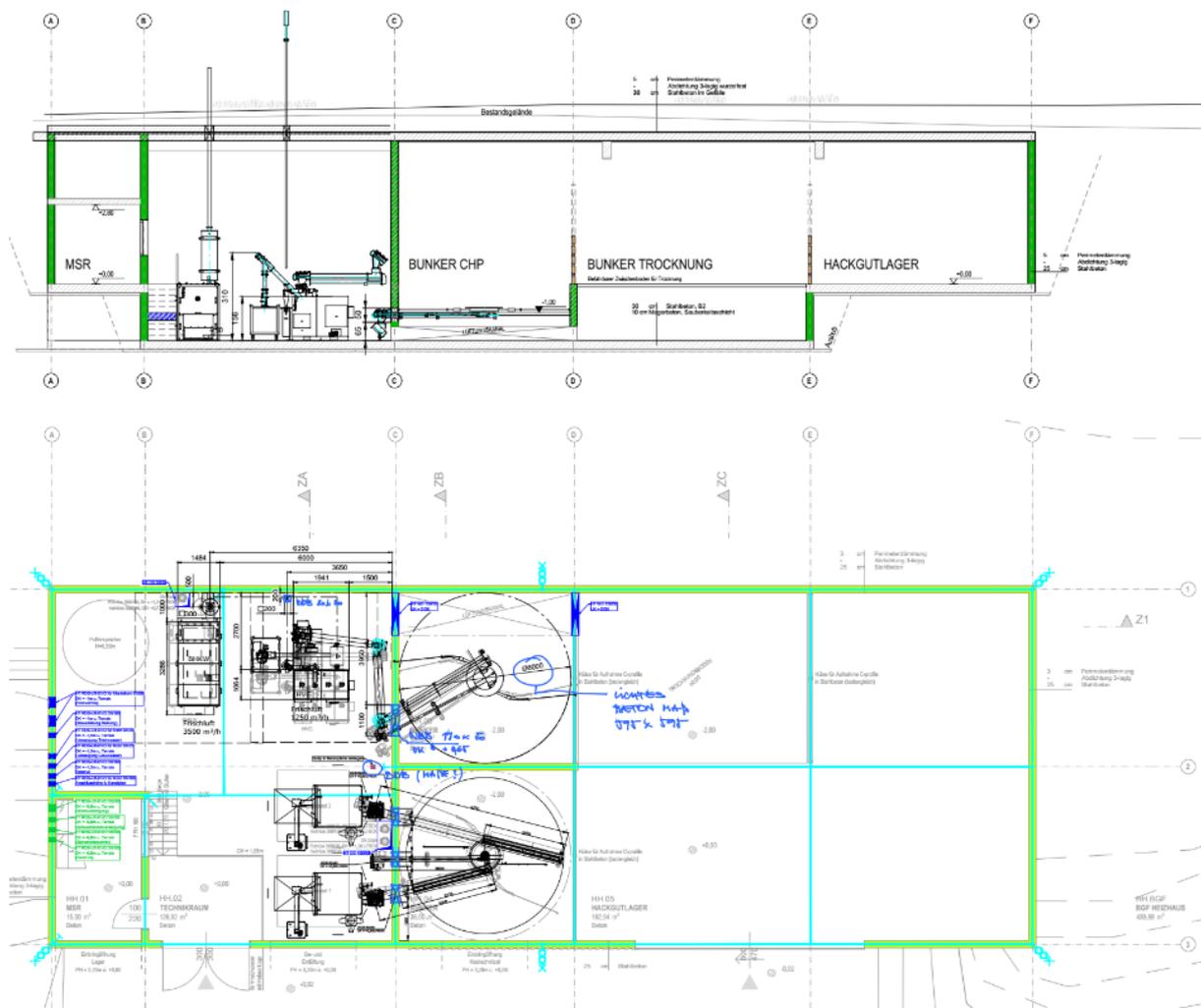
Bei der Holzvergasungsanlage handelt es sich um einen autothermen Festbett-Gleichstromvergaser. Nachfolgende Grafik zeigt das Grundprinzip der Holzverstromungsanlage:

Abbildung 21 Schematischer Aufbau KWK-Anlage Quelle: www.froehling.com



Aufstellort: Die geplante und im Jahre 2023 installierte Anlage ist eine Indooranlage und wird im neuen Heizhaus aufgestellt werden.

Abbildung 22 Heizzentrale Neu mit KWK-Anlage (Quelle: TBH Ingenieur GmbH)



Die Aufbereitung des vergasungstauglichen Brennstoffes (Brennstoffoptimierung durch Trocknung und Siebung) sichert die Maximierung des Anlagenwirkungsgrades.

Die Trocknung erfolgt durch die Abwärme der KWK-Anlage.

## (2) Wärmepumpe mit Abwasser bzw. Erdsonden als Wärmequelle

### Potentialanalyse Wärmegewinnung aus Abwasser

Abwasser ist eine Energiequelle, die zum Heizen und Kühlen von Gebäuden genutzt werden kann. Weil es im Winter relativ warm ist (in der Regel über 8 °C) und im Sommer verhältnismäßig kühl (maximal 20 °C), stellt Abwasser eine geeignete Energiequelle für Wärmepumpen und Kältemaschinen dar.

Das Abwasser, das über den Wärmetauscher fließt, erwärmt diesen Wasserkreislauf. Dieser wird anschließend durch die Wärmepumpe auf eine noch höhere Temperatur gebracht. So kann im Winter

ein Gebäude geheizt oder Warmwasser aufbereitet werden. Der umgekehrte Effekt wird im Sommer zur Kühlung des Gebäudes genutzt.

Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Abwasserwärmenutzungs-Anlagen (AWN-Anlagen) stehen verschiedene Berechnungstools zur Verfügung.

Die Investitionskosten der Anlage setzen sich zusammen aus den Anschaffungs- und Herstellkosten für Wärmeübertrager, Wärmepumpen und Anschlussleitung. Zusätzlich fallen Investitionen in die Steuerungstechnik an. Berücksichtigt werden müssen zudem Unterhalts- und Energiekosten.

Fazit:

Aufgrund der geringen Abwassermenge und der Unregelmäßigkeit wurde aus wirtschaftlichen Gründen diese Energiebeschaffungsmöglichkeit nicht weiterverfolgt.

### **Potentialanalyse Erdsonden als Wärmequelle**

Um an diese thermische Energie zu gelangen, sind zuvor ein oder mehrere Bohrungen notwendig. Anschließend werden Doppel-U-Rohre in die Bohrlöcher eingelassen und mit einem Betongemisch versiegelt. In den Rohren zirkuliert eine Sole (frostsichere Flüssigkeit), die die im Erdreich gespeicherte thermische Energie aufnimmt und sie an die angeschlossene Erdwärmepumpe weitergibt. Letztere nutzt diese Wärme, um ein Kältemittel zum Verdampfen zu bringen.

Was folgt, ist der für Wärmepumpen typische Verdichtungsprozess. Hierbei wird das verdampfte Kältemittel so lange verdichtet, bis es die benötigte Temperatur erreicht hat, um sie für Heizung und Warmwasserbereitung zu verwenden.

Fazit:

Aufgrund der zusätzlich erforderlichen Bohrungen (aus statischen Gründen ist dies nicht erforderlich) wurde aus wirtschaftlichen Gründen diese Energiebeschaffungsmöglichkeit nicht weiterverfolgt.

### **(3) Photovoltaikanlage bzw. Thermische Solaranlage**

Abbildung 23 Montage Neue PV-Anlage (66 kWp) auf dem Schafstall Quelle: TBH Ingenieur GmbH

Auf der südlichen Seite des Dachs Schaf-Stall wurde eine Photovoltaik-Anlage mit ca. 66kWp Aufdachanlage mit monokristallinen Modulen vorgesehen.



Durch eine eigenverbrauchs-optimierte Auslegung der Photovoltaikanlage wurde nur ein Mindestmaß an erzeugtem Strom in das öffentliche Netz eingespeist, während der Großteil der elektrischen Energie unmittelbar zum Eigenverbrauch herangezogen werden kann.

Abbildung 24 Fertigstellung Neue PV-Anlage (66 kWp) auf dem Schafstall, Quelle: AEE INTEC



Die Photovoltaikanlage mit 66kWp produziert einen Jahresertrag von ca. 74.623 kWh.

Die Generatoranschlusskästen bzw. Wechselstromrichter werden im Schafstall in der unmittelbaren Nähe des Messwandlerverteilers situiert.

Die bestehende thermische Solaranlage wurde vom Bestandsgebäude abgenommen um - wie im Energiekonzept geplant - für die Gesamtenergieerzeugung weiter verwendet zu werden. Allerdings wurde diese alte Anlage so beschädigt, dass eine Weiterverwendung nicht möglich war. Somit wurde in den weiteren Betrachtungen darauf nicht mehr Rücksicht genommen.

#### **(4) Nutzung der vom Kühlmöbel erzeugten Abwärme**

In der Kältetechnik werden Platten-Wärmeübertrager oder Rohrbündel-Wärmeübertrager eingesetzt, um das Brauchwarmwasser (BWW), oder das Pumpenwarmwasser aufzuheizen.

Das erhitze Kältemittel strömt durch einen Platten-Wärmeübertrager im Gegenstrom zum aufzuheizenden Medium (Wasser). Somit kann man die Abwärme der Kälteanlage an einen Speicher abgeben, bevor man sie restlos über einen Kondensator an die Außenluft abgibt. Da die Temperatur des erhitzen Kältemittels begrenzt ist (im Normalfall max. + 80°C) kann das Wasser nur bis ca. +40/+45°C erwärmt werden.

Die Abwärme aus Kälteanlagen ist mehr als ein Abfallprodukt: Sie lässt sich wirtschaftlich sinnvoll direkt oder indirekt für Heizung und Warmwassererzeugung nutzen und hat folgende Vorteile:

- Energieeinsparung: Energie, die nicht genutzt wird, wird wieder nutzbar gemacht und nicht verschwendet (bis zu 80% nutzbare Abwärmeleistung)
- Ökonomie: weniger Ölverbrauch / Stromverbrauch
- Ökologie: Geringerer Verbrauch von Neuenergie, Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes

### (5) Abwärmenutzung über zwei Heizofen mit WRG

Bei der Holzverbrennung im Kamin entsteht eine hohe Abgaswärme, die meist ungenutzt über den Schornstein an die Umwelt abgegeben wird. Die Wärmerückgewinnung erfolgt über zwei Abgaswärmetauscher.

Abbildung 25 Abgaswärmetauscher Typ FW-200, Quelle: Fercher GmbH

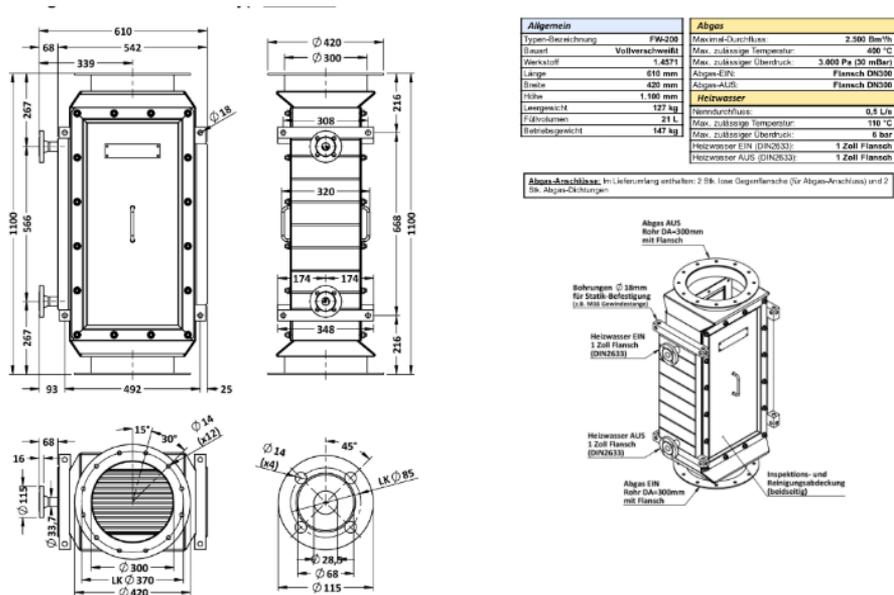


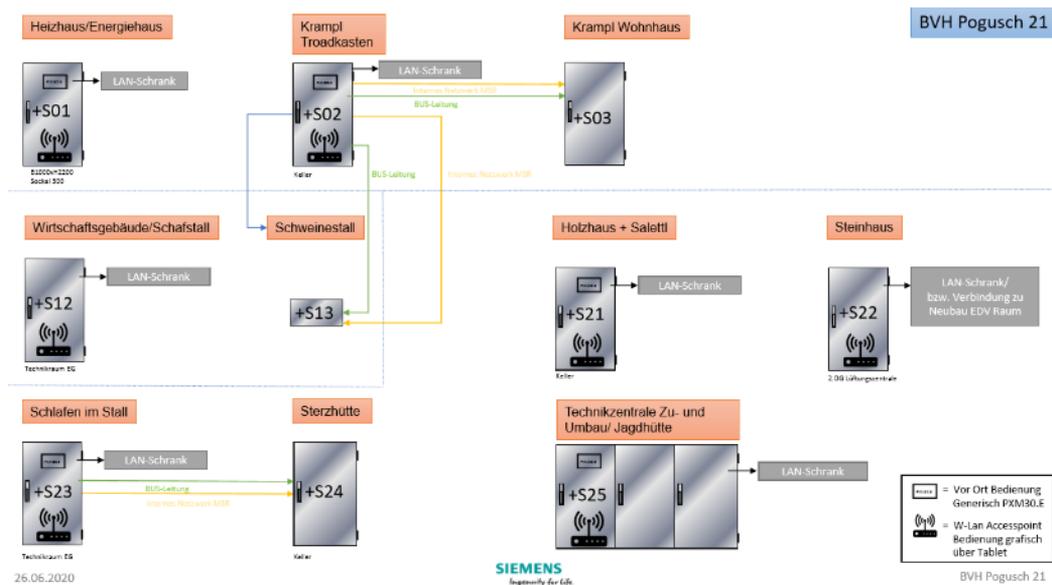
Abbildung 26 Holzöfen in der Schankküche Quelle: PPAG und AEE INTEC



## e. Beschreibung Regelungskonzept:

Die in ein Netzwerk eingebundenen Systemkomponenten der MSRL-Raumautomation kommunizieren untereinander. Die Kommunikation mit der MSRL-Automation bzw. dem MSRL-Management erfolgt direkt. Über die Kommunikationsschnittstelle übertragen werden je Raum/Bereich: Von der Raumautomation zur Automation bzw. zum Management: Istwerte von Messwerten berechnete Sollwerte Regel-/Ausgangssignale in Prozent oder als binäre Werte Ventilatorschaltstufen.

Abbildung 27 Regelungstechnischer Verbund Quelle: Siemens



Der Sollwertbereich für Raumtemperaturregelkreise beträgt 10° bis 30° Celsius. Alle relevanten Regelparameter (z.B. Sollwerte, Proportionalbereiche) sind individuell einstellbar. Der Einfluss von Sollwertkorrekturstellern (Relativwertverstellung +/-) aus Raumfühlern oder Raumbediengeräten ist individuell einstellbar. Alle Regler für sequenzielle Ansteuerungen (z.B. Heizen/Kühlen) haben einstellbare Totzonen. Alle Regler haben die Möglichkeit einer einstellbaren Sollwertanhebung/-absenkung. Für jeden Regelkreis steht zumindest ein Zeitschaltprogramm mit Tages-, Wochen- und Jahresplänen, kleinstem Schaltabstand 1 Minute und mit automatischer Umstellung zwischen Sommer- und Winterzeit zur Verfügung. Es sind mindestens 3 Betriebsarten pro Regelkreis (z.B. Normalbetrieb, reduzierter Betrieb und Standby-Betrieb) vorhanden.

Bei Regelkreisen für z.B. Kühldecken, Kühlbalken und eingebundenen Kondensatwächtern wird bei Ansprechen des Kondensatwächters das zugehörige Regelventil geschlossen. Bei Abwesenheit wird wieder auf Normalbetrieb zurückgeschaltet. Wenn pro Regelsignal mehr als ein Stellantrieb angesteuert wird, erfolgt eine parallele Ansteuerung der Antriebe. Die Ausführung von Reglern erfolgt mit integrierten Bedienelementen.

Alle Mess- und Rechenwerte können auf dem MSRL-Managementssystem visualisiert und in Liniendiagrammen dargestellt werden. Über eine BACnet Schnittstelle bietet das MSRL-System die Möglichkeit einer Datenanbindung an Fremdsysteme. Die Datenschnittstelle wurde hier zur Anbindung an das AEE Datenloggersystem verwendet. Die Messdaten vom Siemenssystem werden dabei im Minuten-Intervall übertragen.

### 4.3. Energetisches Simulationsmodell:

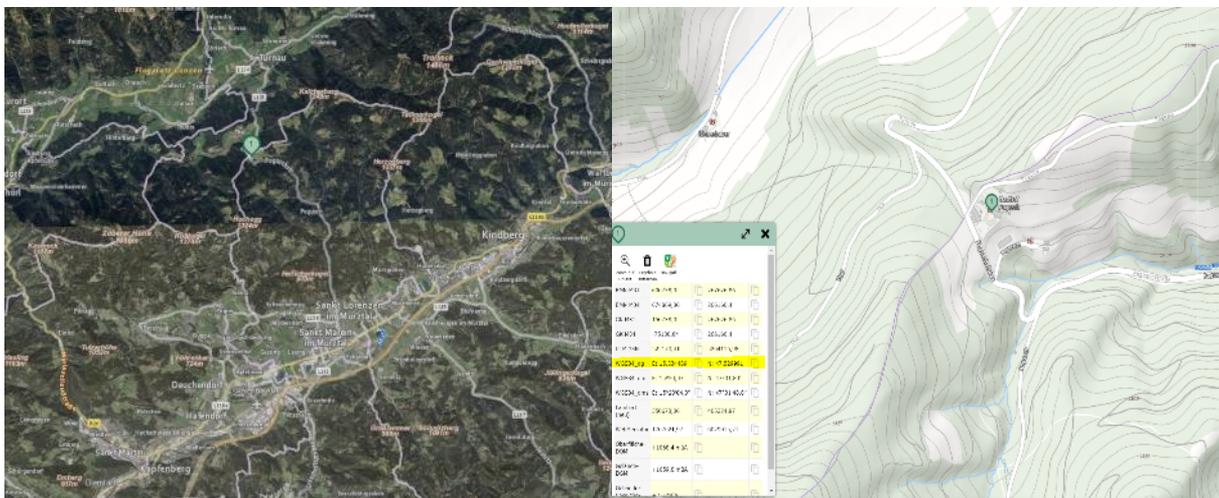
Ziel des energetischen Simulationsmodelles war es die parallele Begleitung des Forschungsvorhabens indem das Energieverbundsystem simulativ abgebildet wurde, um Erkenntnisse hinsichtlich Spitzenlasten, Verschiebungspotentiale, Einsparungen, Abwärmenutzung, etc. schnell und akkurat zu erhalten. Um jedoch Verbesserungspotentiale zu identifizieren, musste das reale System modelliert werden, wobei Vereinfachungen im Gegensatz zu den realen Gegebenheiten unerlässlich sind. Die Kunst ist es jedoch Vereinfachungen zu treffen, aber noch immer repräsentative Ergebnisse zu erhalten. Dahingehend wird das gesamtheitliche Modell hierin dokumentiert und dessen Vereinfachungen diskutiert, um in erster Instanz eine Baseline zu erhalten. Diese Baseline wird als Referenzsystem für weitere Optimierungen herangezogen, wohingegen Einsparungen mit den definierten KPIs (Energieströme über Systeme, Spitzenleistungen, Temperaturverlauf in den Speichern, etc.) verglichen werden.

#### Randbedingungen und Annahmen für das Simulationsmodell

##### Klimadaten und Standort

Das Gasthaus Pogusch befindet sich in der Steiermark zwischen St. Lorenzen im Mürztal und Turnau (etwas süd-östlich des Hochschwabgebietes). Es befindet sich auf einer Anhöhe mit Freiflächen umrandet von Waldflächen. Die Höhe über Meeresspiegel liegt bei 1058 m.ü.M.

Abbildung 28 Standort des Gasthauses Pogusch in der Steiermark



(grober Ausschnitt – links bzw. mit Höhenlinien rechts und im Detail)

Abbildung 29 Eingaben zum Ort des simulierten Objektes

<b>Position</b>					
Station	<input type="text" value="Pogusch"/>				
Country	<input type="text" value="-"/>				
Latitude	<input type="text" value="47.53 N"/>	<input type="text" value="[*]"/>	Elevation	<input type="text" value="1058"/>	<input type="text" value="[m]"/>
Longitude	<input type="text" value="15.334 E"/>	<input type="text" value="[*]"/>	Time zone	<input type="text" value="1.0 E"/>	<input type="text" value="[h]"/>

## Gewählte Referenzjahre und Simulationsperiode

Simuliert wurde über das gesamte Jahr, in diesem Fall wurde das Jahr 2019 in IDA ICE gewählt. Damit die Sensitivität des durchschnittlichen Testreferenz-Jahres (TRY) am Pogusch verglichen werden kann, wurde hier wahlweise der komplett konträre Standort Wien City (TRY) genommen, und die Daten aus Meteonorm gegenübergestellt. Ziel des Vergleiches ist der Vergleich der Strahlung und der Temperaturen zwischen der erhöhten exponierten Lage und jener Lage in einem urbanen Umfeld mit einer hohen Bebauungsdichte bzw. geringer Vegetation.

Die Monatswerte für die Strahlungen, Direktstrahlung auf die Normale (IDirNorm) und die Diffusstrahlung auf die horizontale Ebene (IDiffHor), zeigen Vorteile für den Standort Pogusch in den Wintermonaten, zwischen Oktober und April im Gegensatz zu dem Standort Wien (vgl. Pogusch und Wien).

Dies entspricht auch der Heizsaison und kann daher als Vorteil genutzt werden, da solare Erträge auf diesem Breitengrad im Winter erwünscht sind. In den restlichen Monaten zeigen sich höhere Strahlungswerte für Wien, was einen höheren Beitrag zur Überwärmung von Gebäuden liefern könnte. Die Jahreserträge gleichen sich aber dann zwischen den beiden Standorten nahezu aus.

Hinsichtlich der Temperaturen sind die Monatsmittelwerte in den beiden Abbildungen dargestellt. Hier ist ersichtlich, dass jene Werte von Wien deutlich höher sind als am Pogusch, was u.a. aufgrund der Höhenunterschiede der Standorte aber auch durch die Bebauung rückgeschlossen werden kann. Was hier aber interessant ist, ist, dass die mittleren Monatstemperaturen über die Sommermonate am Pogusch relativ gering sind, was der sommerlichen Überwärmung von Gebäuden i.S. mit hohem Glasanteil entgegenwirken kann. Die nachfolgenden Simulationen zeigen dann die Ergebnisse, ob und wie häufig eine sommerliche Überhitzung am Standort Pogusch auftritt.

Abbildung 30 Monatssummen der direkten Strahlung auf die Normale bzw. der Diffusstrahlung auf die Horizontale in kWh/m<sup>2</sup> und die mittlere Außentemperatur in °C für den Standort Pogusch

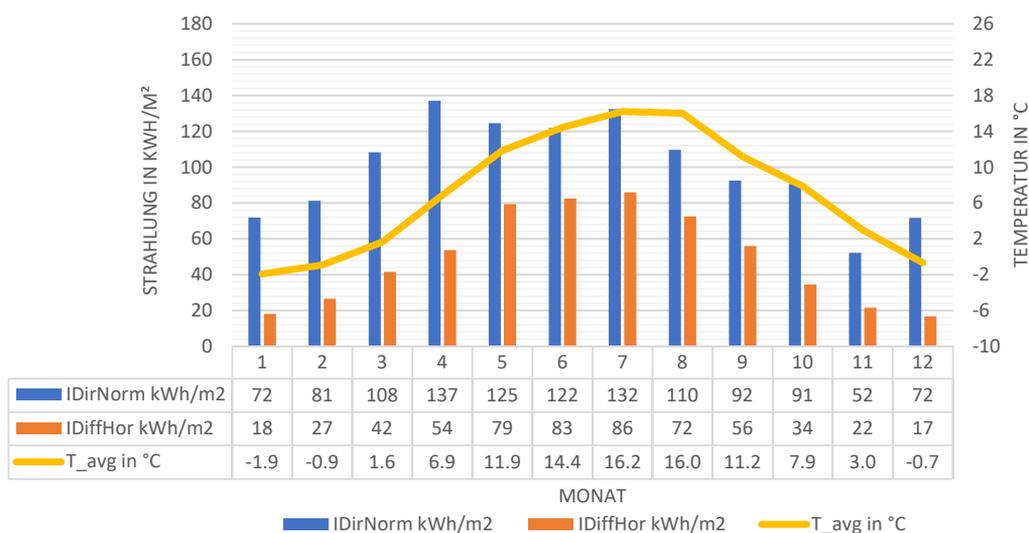
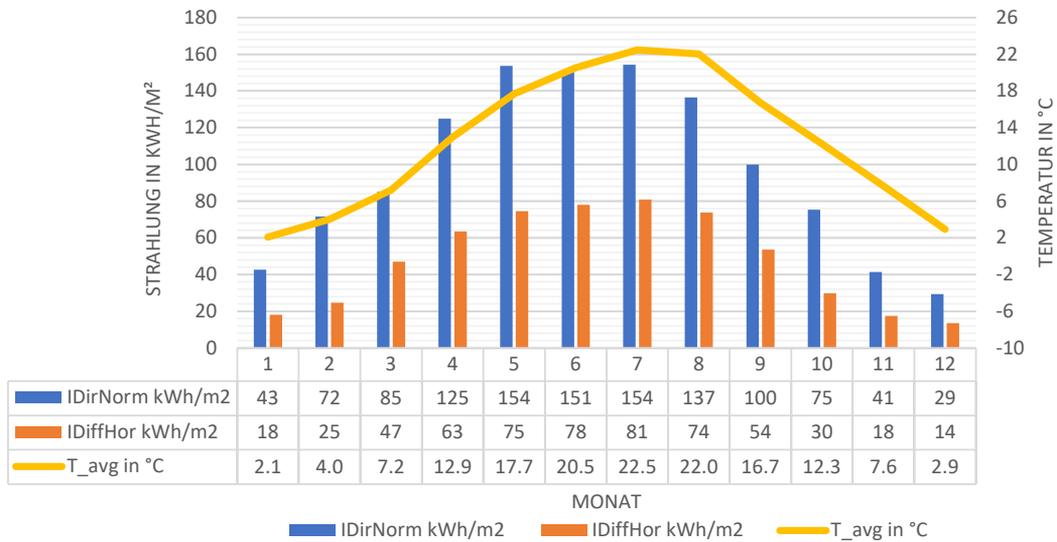


Abbildung 31 Monatssummen der direkten Strahlung auf die Normale bzw. der Diffusstrahlung auf die Horizontale in kWh/m<sup>2</sup> und die mittlere Außentemperatur in °C für den Standort Wien



Nachfolgende Abbildungen zeigen die ausgewählte Klimadaten (Temperatur und Strahlung) auf Stundenbasis und sind ergänzend zur obigen Darstellung zu sehen. Die geringsten Temperaturen werden hier in etwa in der zweiten Jännerwoche erreicht, gilt für beide bzw. die wärmsten bei ca. 4500 h was Mitte Juli entspricht. Die Einstrahlungen auf Stundenbasis zeigen höhere Strahlungsleistungen für den Standort Pogusch und das über eine Zeitdauer von ca. 1000 h im Jahr. Bei den geringeren Strahlungsleistungen ist Wien im „Vorteil“. Die Strahlungsleistung des diffusen Lichtes kann als ungefähr gleich angesehen werden. Diese erstellten Werte aus Meteonorm (mittleres Test-Referenz-Jahr) wurden für die Simulationen am Standort Pogusch herangezogen und in IDA ICE als Simulationsumgebung eingelesen.

Abbildung 32 Vergleich Stundenwerte der Temperatur zwischen Pogusch und Wien

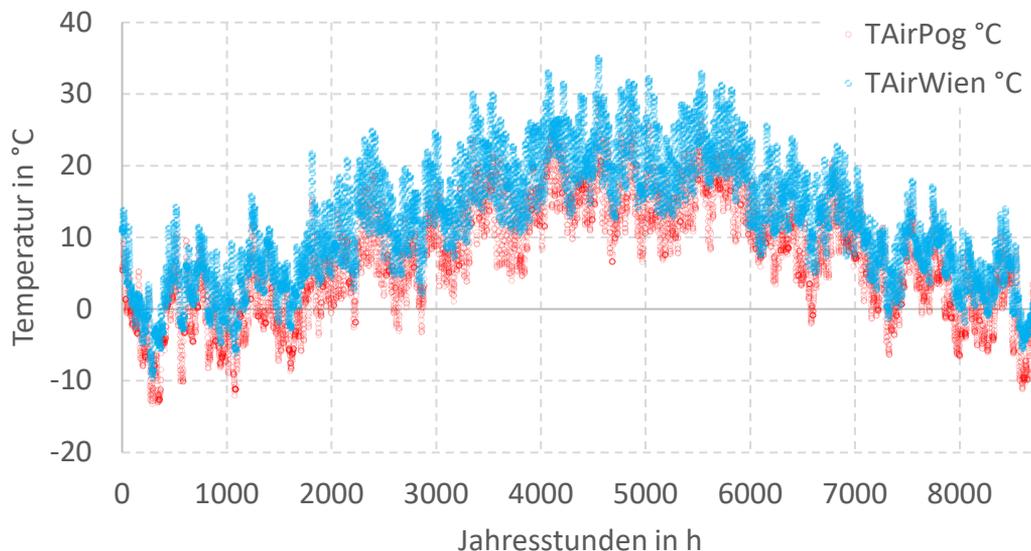
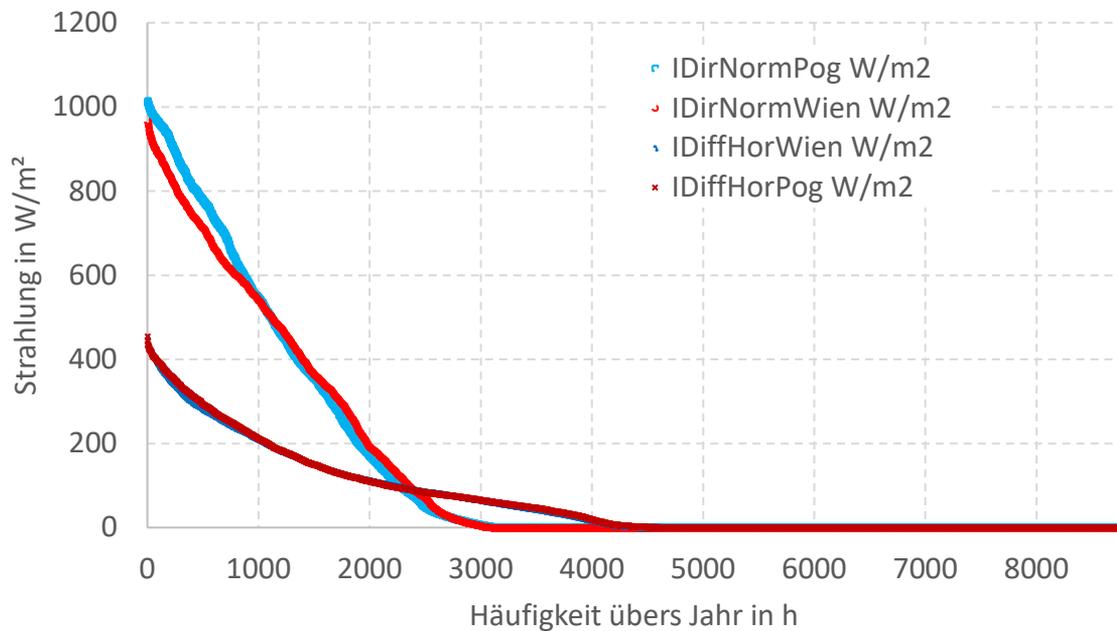


Abbildung 33 Vergleich Jahresdauerlinien der Strahlung (Direkt-normal und Diffus-horizontal) zwischen Pogusch und Wien



### Zeitpläne und Nutzungsprofile

Ein wichtiger Punkt bei Simulationsannahmen sind reale Daten zu verwenden, sofern man zu diesen Zugang hat. Für das gegenständliche Projekt wurden die Zeitpläne für die Lüftung, Warmwasserverbrauch, Betriebszeiten von Anlagenkomponenten, Belegung von Zonen, z.B. Restaurant, Zimmer, Wohnen, etc. akribisch mit dem Bauherrn, Planer und Architekten ausgearbeitet, analysiert und in die Simulation übertragen. Die Zeit- und Nutzungspläne sind in den Tabellen Tabelle 1 bis 7 aufgelistet.

Tabelle 1: Lüftungsstrategie des Wellnessbereichs mit Faktor zum Maximalluftvolumenstrom, wobei außerhalb der Regelzeiten die Lüftung auf Grundlast aus Hygienegründen läuft

Lüftung Wellness							
bis stunde	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
1	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
2	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
3	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
4	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
5	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
6	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
7	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
8	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
9	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
20	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
21	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
22	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
23	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
24	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

Tabelle 2: Lüftungsstrategie der Küche mit Frühstücken zwischen Mo-So um 8-11 Uhr und Regelbetrieb von Do-So zwischen 8-23 Uhr mit den Skalierfaktoren zu den Auslegungslüftungsströmen

Lüftung Küche							
bis Stunde	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9	0.33	0.33	0.33	0.67	0.67	0.67	0.67
10	0.33	0.33	0.33	0.67	0.67	0.67	0.67
11	0.33	0.33	0.33	0.67	0.67	0.67	0.67
12				1.00	1.00	1.00	1.00
13				1.00	1.00	1.00	1.00
14				1.00	1.00	1.00	1.00
15				0.67	0.67	0.67	0.67
16				0.67	0.67	0.67	0.67
17				0.67	0.67	0.67	0.67
18				0.67	0.67	0.67	0.67
19				0.67	0.67	0.67	0.67
20				1.00	1.00	1.00	1.00
21				1.00	1.00	1.00	1.00
22				0.33	0.33	0.33	0.33
23				0.33	0.33	0.33	0.33
24							

Tabelle 3: Lüftungsstrategie vom Salettl und Holzhaus mit Frühstücken zwischen Mo-So um 8-11 Uhr und Regelbetrieb von Do-So zwischen 8-24 Uhr mit den Skalierfaktoren zum Auslegungslüftungsvolumenstrom

Lüftung Salettl/Holzhaus							
bis stunde	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12				0.50	0.50	0.50	0.50
13				1.00	1.00	1.00	1.00
14				1.00	1.00	1.00	1.00
15				1.00	1.00	1.00	1.00
16				0.50	0.50	0.50	0.50
17				0.50	0.50	0.50	0.50
18				0.50	0.50	0.50	0.50
19				0.50	0.50	0.50	0.50
20				1.00	1.00	1.00	1.00
21				1.00	1.00	1.00	1.00
22				1.00	1.00	1.00	1.00
23				1.00	1.00	1.00	1.00
24				1.00	1.00	1.00	1.00

Tabelle 4: Skalierfaktor für die Warmwasserbereitung im Schlafen im Stall, wobei zwischen 7-8 und 18-20 Uhr von Mo-So volle Leistung angenommen wurde

WW Schlafen im Stall							
bis stunde	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8	1	1	1	1	1	1	1
9			0.1			0.1	
10	0.1	0.1			0.1		0.1
11			0.1	0.1		0.1	0.1
12	0.1				0.1		
13		0.1				0.1	0.1
14			0.1		0.1		
15	0.1	0.1		0.1			
16				0.1	0.1		
17	0.1	0.1	0.1			0.1	0.1
18				0.1			
19	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1
21							
22							
23							
24							

Tabelle 5: Skalierfaktor der Leistung für die Warmwasserbereitung in der Gastronomie mit Betrieb zwischen Do-So von 12 bis 24 Uhr

WW Gastro							
bis Stunde	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13					0.31	0.31	0.31
14					0.31	0.31	0.31
15					0.31	0.31	0.31
16					0.31	0.31	0.31
17					0.31	0.31	0.31
18					0.31	0.31	0.31
19					0.31	0.31	0.31
20					0.31	0.31	0.31
21					0.31	0.31	0.31
22					0.31	0.31	0.31
23					0.31	0.31	0.31
24					0.31	0.31	0.31

Tabelle 6: Betriebszeiten des Ofens mit dem Leistungskalierfaktor für den Betrieb von Do-So zwischen 09-21 Uhr

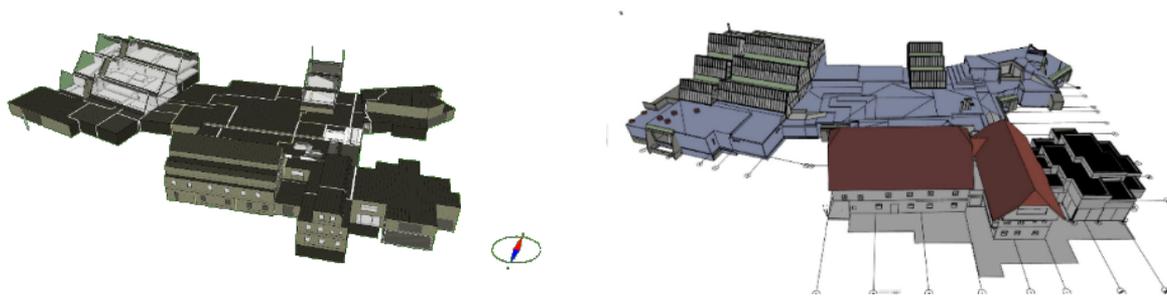
Betriebszeiten Ofen							
bis Stunde	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10				1.00	1.00	1.00	1.00
11				1.00	1.00	1.00	1.00
12				1.00	1.00	1.00	1.00
13				1.00	1.00	1.00	1.00
14				1.00	1.00	1.00	1.00
15				1.00	1.00	1.00	1.00
16				1.00	1.00	1.00	1.00
17				1.00	1.00	1.00	1.00
18				1.00	1.00	1.00	1.00
19				1.00	1.00	1.00	1.00
20				1.00	1.00	1.00	1.00
21				1.00	1.00	1.00	1.00
22							
23							
24							

Tabelle 7: Gesamtüberblick über alle Gebäude Zonen und Annahmen mit den Betriebszeiten und Leistungen

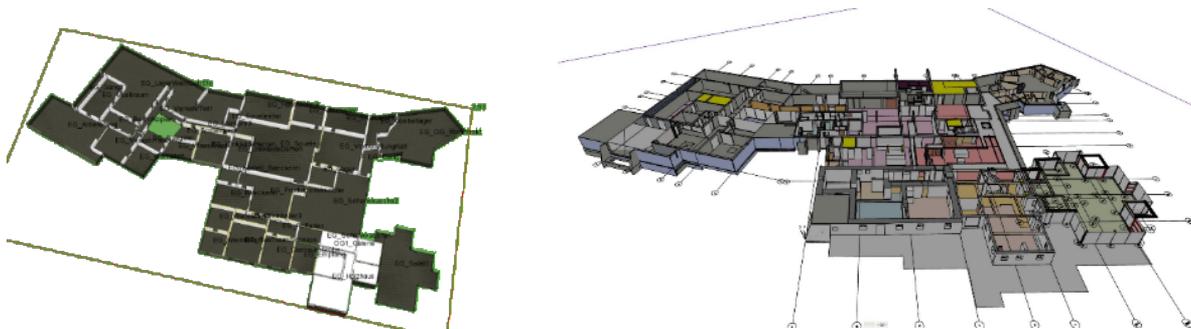
No.	Abgang	Art	ang. max. Leistung in kW	Systemtemperaturren T_VU/T_RL in °C	Wochentage	Anzahl Wochentage	Zeiten in hh	Anzahl Stunden Tag in h	Monat	Anzahl Monate	Leistung in kWh/h	Jahresenergie in kWh	Speichergröße in lt	Anmerkung
1	WW Gastro	Warmwasser	175	75/50	Do - So	4	12-24	12	alle	12	60.00	150171	1500	ca. 12000 l pro Tag bei dt 50 und 4.2 kJ/kgK
2	WW_WoHa	Warmwasser		75/50	Mo - So	7	06-20	14	alle	12	0.57	2920		Versorgung über WW Gastro - Ann. 2 kW Leistung WWB
3	WW Wäscherei	Warmwasser		75/50	Mo - So	7	11-16	5	alle	12	7.00	12775		
4	Küchenlüftung	Lüftung	120	60/40	Do - So	4	08-23	15	alle	12	40.00	125143		Grundlast Do - So
5		Lüftung	120	60/40	Mo - Mi	3	08-11	3	alle	12	40.00	18771		Grundlast Mo - Mi Frühstück
6		Lüftung	120	60/40	Do - So	4	08-11	3	alle	12	40.00	25029		Teillast I Vormittag Frühstück
7		Lüftung	120	60/40	Do - So	4	14-19	5	alle	12	40.00	41714		Teillast II Nachmittag Abend
8		Lüftung	120	60/40	Do - So	4	11-14	3	alle	12	40.00	25029		Teillast I Mittag
9		Lüftung	120	60/40	Do - So	4	19-21	2	alle	12	40.00	16686		Volllast II Abend
10	Lüftung Wellness + Kojen + Nachbarräume	Lüftung	57.5	60/40	Mo - So	7	00-24	24	alle	12	19.17	167900		Grundlast 1/3
11		Lüftung	57.5	60/40	Mo - So	7	08-18	10	alle	12	19.17	69958		Alternierend von 8 bis 18 Uhr Teill und Voll.
12		Lüftung	57.5	60/40	Mo - So	7	08-18	10	alle	12	9.58	34879		Vollast nur jede 2. Stunden von 8-18
13	Kältemaschine	Abwärme	51	45/40	Mo - So	7	00-24	24	alle	12	51	446760	3000 lt	Wärmeabgabe direkt in den Speicher, dann an das System für Glashaus Warm/Kalt (BKA) und Wohnhaus bzw. Freifläche und Anlieferung (<5°C aktiviert); Nachheizung nur vom 6000 lt Speicher zum 3000 lt Speicher
14	Ofen	Abwärme	40	60/40	Do - So	4	09-21	12	alle	12	40	100114	6000 lt	Neu: Nachheizung für den 6000 lt Speicher
15	FBH Htz Gastro Glashaus Salettl	Heizung	93	40/32	Mo - So	7	00-24	24	Oktober - April	7	46.5	122552		50% Fläche von Gastro - Personenbelegung reduzieren von 11-22 Uhr von Do - So // Heizung in der Heizsaison von 1. Okt bis 30. April (212 Tage) & mittlere Tamb = 4 °C ca 50% v. Max
16	FBH Htz Gastro Glashaus Salettl	Heizung	93	40/32	Mo - So	7	00-24	24	Oktober - April	7	27.9	73531		30% Fläche von Glashaus - Absenkung Heizlast durch Glasanteil zwischen 11-14 Uhr bei Sonne auf 50% // Heizung in der Heizsaison von 1. Okt bis 30. April (212 Tage) & mittlere Tamb = 4 °C ca 50% v. Max
17	FBH Htz Gastro Glashaus Salettl	Heizung	93	40/32	Mo - So	7	00-24	24	Oktober - April	7	18.6	49021		20% Fläche von Gastro - ohne Absenkung // Heizung in der Heizsaison von 1. Okt bis 30. April (212 Tage) & mittlere Tamb = 4 °C ca 50% v. Max
18	FBH Wohnhaus	Heizung	9.3	40/32	Mo - So	7	00-24	24	Oktober - April	7	9.3	24510		ohne Absenkung & mittlere Tamb = 4 °C ca 50% v. Max
19	Jagdhütte	Heizung	15	60/40	Mo - So	7	00-24	24	Oktober - April	7	15	39533		
20	Steinhaus	Warmwasser	15	75/50	Do - So	4	00-24	24	alle	12	2	10011	500	3 kWh/Pers angenommen bei 12 Personen
21	Steinhaus	Lüftung	8.5	60/40	Mo - Mi	3	08-11	3	alle	12	8.5	3989		Vollast I Frühstück
22		Lüftung	8.5	60/40	Do - So	4	08-11	3	alle	12	8.5	5319		Vollast II Frühstück
23		Lüftung	8.5	60/40	Do - So	4	12-15	3	alle	12	8.5	5319		Vollast III Mittag
24		Lüftung	8.5	60/40	Do - So	4	19-24	5	alle	12	8.5	8864		Vollast IV Abend
25		Lüftung	8.5	60/40	Do - So	4	11-12	1	alle	12	4.25	886		Teillast I Mittag 50%
26		Lüftung	8.5	60/40	Do - So	4	15-19	4	alle	12	4.25	3546		Teillast II Nachmittag 50%
27	Salettl / Holzhaus	Lüftung	25	60/40	Mo - Mi	3	08-11	3	alle	12	25	11732		Vollast I Frühstück
28		Lüftung	25	60/40	Do - So	4	08-11	3	alle	12	25	15643		Vollast II Frühstück
29		Lüftung	25	60/40	Do - So	4	12-15	3	alle	12	25	15643		Vollast III Mittag
30		Lüftung	25	60/40	Do - So	4	19-24	5	alle	12	25	26071		Vollast IV Abend
31		Lüftung	25	60/40	Do - So	4	11-12	1	alle	12	12.5	2607		Teillast I Mittag 50%
32		Lüftung	25	60/40	Do - So	4	15-19	4	alle	12	12.5	10429		Teillast II Nachmittag 50%
33	WW WC UG	Warmwasser	10	75/50	Mo - Mi	3	08-11	3	alle	12	10	1643	200	Nur 50% belegt, daher Leistung auf 5 kW
34		Warmwasser	10	75/50	Do - So	4	08-24	16	alle	12	10	4380	200	100% Belegung 360 Personen und 1 lt./Pers reines WW
35	FBH Salettl	Heizung	17.9	40/32	Mo - So	7	00-24	24	Oktober - April	7	17.9	47176		Gesamte Woche 24h ohne Absenkung und Heizkurve
36	Radiatoren Holzhaus	Heizung	30	60/40	Mo - Di	2	00-24	24	Oktober - April	7	15	11295		Mo - Di nur 50% Heizbetrieb
37		Heizung	30	60/40	Mi	1	00-18	18	Oktober - April	7	15	4236		Mi von 00 - 18 Uhr nur 50%
38		Heizung	30	60/40	Mi	1	18-24	6	Oktober - April	7	30	2824		Mi von 18 - 24 100%
39		Heizung	30	60/40	Do - So	4	00-12	12	Oktober - April	7	15	11295		Do - So von 00 - 12 Uhr nur 50%
40		Heizung	30	60/40	Do - So	4	12-24	12	Oktober - April	7	30	22590		Do - So von 12 - 00 Uhr nur 100%
41	Radiatoren Steinhaus	Heizung	60	60/40	Mo - Di	2	00-24	24	Oktober - April	7	30	22590		Mo - Di nur 50% Heizbetrieb
42		Heizung	60	60/40	Mi	1	00-18	18	Oktober - April	7	30	8471		Mi von 00 - 18 Uhr nur 50%
43		Heizung	60	60/40	Mi	1	18-24	6	Oktober - April	7	60	5648		Mi von 18 - 24 100%
44		Heizung	60	60/40	Do - So	4	00-12	12	Oktober - April	7	30	22590		Do - So von 00 - 12 Uhr nur 50%
45		Heizung	60	60/40	Do - So	4	12-24	12	Oktober - April	7	60	45181		Do - So von 12 - 00 Uhr nur 100%
46	Glashaus "Warm" Glashaus	Heizung	10.7	70/50					Oktober - April	7	10.7	0		Fehlt noch
47	Glashaus "kalt" Glashaus	Heizung	18	70/50					Oktober - April	7	18	0		Fehlt noch
48	Glashaus BKA "kalt/warm"	Heizung	30	40/32					Oktober - April	7	30	0		Fehlt noch
49	Heizkörper Mitarbeiter	Heizung	2.6	70/50					Oktober - April	7	2.6	0		Fehlt noch
49	Anlieferung FF	Heizung	30	40/25	Mo-So	7	00-24	24	Oktober - April	7	30	79066		Nur aktiv wenn Außentemperatur kleiner 5 °C ist
50	Freifläche Weg	Heizung	27.5	40/25	Mo-So	7	00-24	24	Oktober - April	7	27.5	72477		Nur aktiv wenn Außentemperatur kleiner 5 °C ist
<b>Randbedingungen</b>														
51	Schlafen im Stall	Warmwasser	14	75/50	Mo - So	7	07-08	1	alle	12	3.33333333	1217	500	Mo - So 10 Leute in der Früh
52		Warmwasser	14	75/50	Mo - So	7	18-20	2	alle	12	6.66666667	4867	500	Mo - So 10 Leute am Abend
53		Warmwasser	14	75/50	Mo - So	7	07-20	13	alle	12	14	10220	500	Mo - So mit 4 zusätzliche Leute random
54	FBH Schlafen im Stall	Heizung	22.5	40/32	Mo - So	7	00-24	24	alle	7	22.5	59299		Mo - So keine Reduktion
55	Rad Schlafen im Stall	Heizung	22.5	70/50	Mo - So	7	00-24	24	alle	7	22.5	59299		Mo - So keine Reduktion
56	Sterzhaus	Heizung	10	60/40	Mo - So	7	00-24	24	alle	7	10	26355		10 kW Auslegungleistung fix
57		Heizung	5	60/40	Mo - So	7	00-24	24	alle	7	5	13178		5 kW Auslegungleistung random
58	Kramphaus	Warmwasser	15	75/50	Mo - So	7	07-08	1	alle	12	15	3650	500	
59		Warmwasser	15	75/50	Mo - So	7	18-20	2	alle	12	15	7300	500	
60	FBH Kramphaus	Heizung	11.66666667	40/32	Mo - Di	2	00-24	24	alle	7	5.83333333	4393		50% abgesenkt
61		Heizung	11.66666667	40/32	Mi - So	5	00-24	24	alle	7	11.66666667	21963		Vollbetrieb
62	Rad Kramphaus	Heizung	23.33333333	60/40	Mo - Di	2	00-24	24	alle	7	11.66666667	8785		50% abgesenkt
63		Heizung	23.33333333	60/40	Mi - So	5	00-24	24	alle	7	23.33333333	43926		Vollbetrieb
64	Wirtschaftsgebäude Heugebl	Heizung	100	80/60	Mo - So	7	00-24	24	alle	3	100	50400		21 Volltasttage im Sommer Mai Juli Sept; kein Radiator
60	Berts-Baumhäuser	Warmwasser	10										500	3000 lt Pufferspeicher; Nicht in die Bilanz; 24/7 Mo bis So
61	FBH Berts-Baumhäuser	Heizung	40											3000 lt Pufferspeicher; Nicht in die Bilanz; 24/7 Mo bis So
62	Hackgutttrocknung													nach offen

## Modellierung

In der weiteren Projektphase wurde auf die Bauteilaktivierung und auf die Optimierung des Hauptgebäudes eingegangen, da dieses den höchsten Einfluss auf das Erzeugungssystem und ergo auf die Spitzenlast hat. Das Hauptgebäude besteht aus den Glashäusern, dem Wellness-, dem Küchen-, dem Wohnbereich, dem Salettl, und dem Bestand (Holz- und Steinhaus) sowie den Lagerräumen und ist als IDA ICE-Modell links und als ifc-Modell rechts dargestellt.



Die Darstellung zeigt beispielhaft das modellierte Erdgeschoss des Hauptgebäudes mit 38 thermischen Zonen bzw. das dazugehörige ifc-Modell.



Die Darstellung zeigt das Erdgeschoß mit 38 thermischen Zonen bestehend aus Lager, Anlieferung, Büro auf der linken Seite, Logistikräume mit Wäscherei und Umkleide mitte-links; und zentral die Küche bzw. Technikzentrale, Tiefkühlzelle und vorne das Steinhaus mit Weinkeller, Hofladen, Gastraum, sowie das Holzhaus vorne mitte-rechts bzw. rechts daneben das Salettl. Hinten auf der rechten Seite noch der Wohntrakt mit der Simulationsmodellierung (Abbildung oben) und das ifc-Modell (Abbildung unten)

Um der Realität sehr nahe zu kommen, wurde in einem weiteren Schritt das Hauptgebäude mit 65 thermischen Zonen modelliert und simuliert. Jedoch wurde der Kompromiss getroffen, ähnliche Zonen, wie die Lagerung oder Verkehrsflächen bzw. Wellnessbereich zusammenzufassen, um die Simulationsgeschwindigkeit zu erhöhen, aber unter der Prämisse trotzdem noch tolerierbar genaue Ergebnisse zu erzielen.

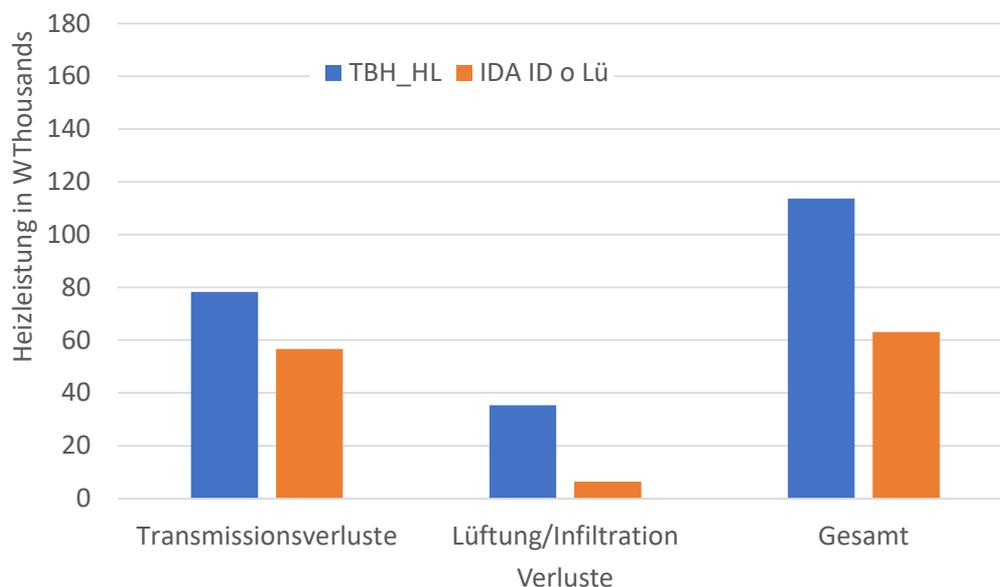
Um hier eine plausible Aussage treffen zu können, ob die Genauigkeit ausreicht, wurde der Abgleich mit der Heizlastberechnung zwischen dem Simulationsprogramm und der Heizlast nach EN ÖNORM 12831 für den Standort mit einer Normaußentemperatur von -13,5 C und Innentemperaturen nach Vorgabe durchgeführt.

Dabei zeigt sich, dass durch die dynamische Simulation geringere Transmissionswärmeverluste und Lüftungswärmeverluste (nur durch Infiltration) im Gegensatz zur Heizlastberechnung sich ergeben. Dies ist aufgrund der geringfügig besseren U-Werte in der Simulation zu begründen.

Herangezogen wurden die Aufbauten aus dem Energieausweis bzw. wurden hier in der Simulationsumgebung Vereinfachungen getroffen, z.B. Noppenbahnen, Abdichtungen etc. wurden vernachlässigt. Weiters differenzieren sich die Ergebnisse auch anhand der dynamischen Betrachtungsweise im Gegensatz zum statischen Verfahren. Die maximale Heizleistung in der Simulation wird an unterschiedlichen Uhrzeiten, nachdem das Gebäude eingeschwungen ist, errechnet und nicht statisch durch einem Zustandspunkt, wie es in der Norm vorgegeben ist.

Lt. den Simulationsergebnissen mit den o.g. Randbedingungen zeigt sich, dass genügend Heizleistung für die Gebäude zur Verfügung stehen. Die Unterschiede ergeben sich durch die Abweichungen der U-Werte und der unterschiedlichen Lüftungswärmeverluste, wobei unterschiedliche Berechnungsmethoden verwendet wurden. Trotzdem wird ein guter Abgleich zwischen Modell und Norm erzielt.

Abbildung 34 Vergleich Heizleistung der dynamischen Simulation ohne Lüftungswärmeverluste und der Heizlastberechnung nach EN12831



Nach erneuter Plausibilisierung des Modells durch die Heizlastberechnung wurde die Baseline für die Simulationen und Optimierungen des Hauptgebäudes aufgesetzt. Die Baseline stellt das Gebäude mit den Grundannahmen dar, wobei für die Optimierungen die wesentlichen Größen verändert wurden, welche wie folgt sind:

- Schließen der Verschattungseinrichtungen (IVer) in  $W/m^2$
- Lufttemperatur für Fensteröffnung der Glashäuser (TSetGla) in  $^{\circ}C$
- Vorlauftemperatur des Wärmeerzeugers (TVIWe) in  $^{\circ}C$
- Wärmerückgewinnungsgrad der „zentralen“ Lüftung (PhiLü) in %

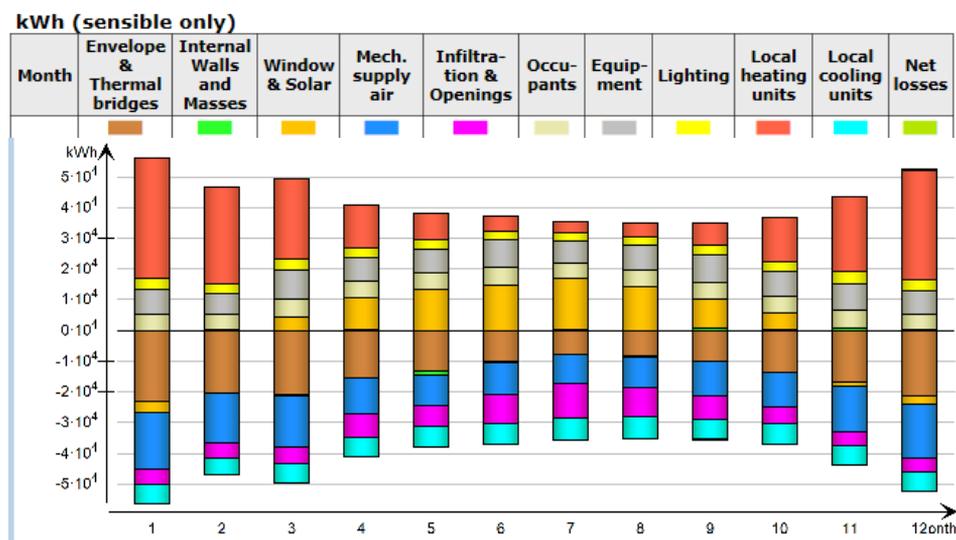
Tabelle 8 zeigt die Einstellungen für die Baseline in schwarz, wobei die grau hinterlegten Zahlen jene Werte für die nachher noch diskutierten Optimierungen sind.

Tabelle 8: Zu verändernde Parameter mit den Einstellungen für das Basisszenario in der ganz rechten Spalte

<b>Nr.</b>	<b>Parameter</b>	<b>Name</b>	<b>Max. Wert</b>	<b>Min. Wert</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Basis</b>
<b>1</b>	Verschattungsstrategie Einstrahlung W/m <sup>2</sup>	IVer	500	100	2	100
<b>2</b>	Lüftungsstrategie Glashäuser Temp. in °C	TSetGla	35	24	2	24
<b>3</b>	Vorlauftemperatur Wärmeerzeuger in °C	TVIWe	80	40	2	80
<b>4</b>	Wärmerückgewinnung Wirkungsgrad in %	PhiLü	90	70	2	70

Das Ergebnis für die Baseline zeigt einen Gesamtheizwärmebedarf von ca. 216,5 MWh<sub>th</sub> bzw. 52,3 kWh/(m<sup>2</sup>a) für den beschriebenen Komplex und einen Kühlenergiebedarf von 78,1 MWh<sub>th</sub>, die monatliche Aufschlüsselung als Energiebilanz. Da jedoch mit Ausnahme der Tiefkühlräume, Kühlräume und Weinkellern nicht aktiv gekühlt wird, fallen diese Energien nur auf den benannten Räumen an.

Abbildung 35 Energiebilanz für das Basisszenario aufgetragen über alle 12 Monate



Die Heizenergie von der Simulation deckt sich ganz gut mit jenem aus dem Energieausweis. Im Energieausweis werden für das Restaurant und Nebenräume sowie für das Salettl ein Heizwärmebedarf von 201 MWh bzw. 26 MWh errechnet, was gesamt einen HWB von 227 MWh ergibt.

Beim Kühlbedarf ist ersichtlich, dass die Energien je Monat annähernd gleich sind. Das kann dadurch begründet werden, dass die Räume mit aktiver Kühlung permanent betrieben werden und durch die guten U-Werte nahezu keinen Einfluss von der Umgebung haben. Hierbei muss aber erwähnt werden,

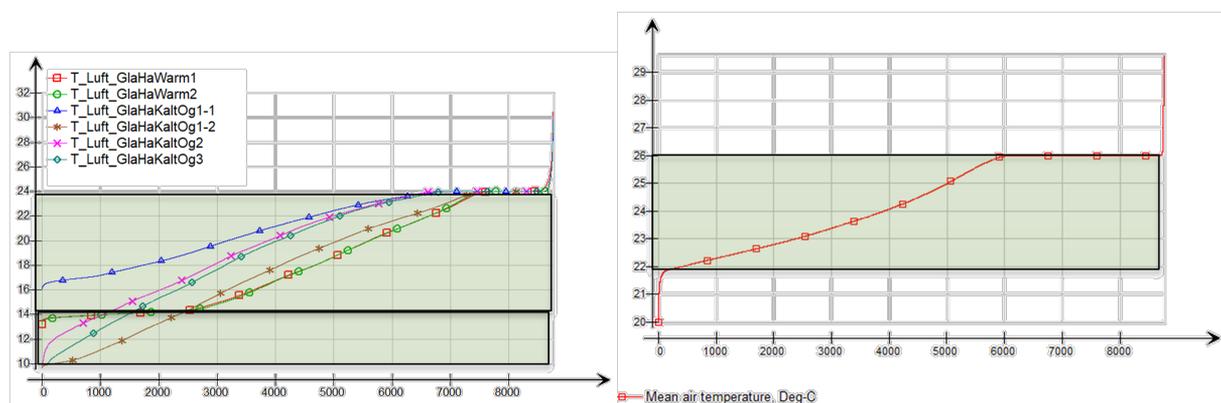
dass Türöffnungen sowie Einlagerungen von Verbrauchsmaterialien (Essen, Wein, etc.) mit höheren Temperaturen nicht berücksichtigt wurden. Für die Heizenergie zeigt sich ein typischer Verlauf, dass die höchsten Energiebedarfe in den Wintermonaten sind und die geringsten in den Übergangs- bzw. Sommermonaten. Die Heizenergiebedarfe in den Sommermonaten treten tendenziell an den Außenbauteilen (z.B. Salettl, Wohntrakt, etc.) auf, da auch im Juni bis August die Temperaturen unter 10 °C fallen können.

Weiters zeigt die Detailanalyse die Energiemengen aller Zonen. Dabei wurden der Heiz- und Kühlbedarf sowie die Lüftung schon besprochen. Einen weiteren größeren Part bei den Energieflüssen nehmen die inneren Lasten ein, Licht, Personen und Geräte, die sich sehr positiv auf den Heizenergiebedarf auswirken. Aber auch die solaren Gewinne speziell in den Übergangsmonaten und partiell im Sommer reduzieren den Heizenergiebedarf. Ziel wäre es jedoch die solaren Erträge Richtung Wintermonate zu verschieben. Die Infiltrationsverluste beinhalten neben der Infiltration auch noch die Lüftungsverluste durch das Öffnen von Türen und Fenstern. Da die Regelung dahingehend definiert wurde, dass bei zu hoher Raumtemperatur die Fenster geöffnet werden, zeigen sich erhöhte Infiltrationswerte bzw. Lüftungswerte in den Sommermonaten. Der Vorteil an diesem Standort ist, dass Überhitzungen durch die Umgebungstemperatur sehr gut eingedämmt werden können.

Weitere Detailanalysen wurden mit Jahressimulationen durchgeführt und in den nachfolgenden Abbildungen links für die Glashäuser und rechts für das Salettl dargestellt. Die Abbildungen zeigen die Jahresdauerlinien für die unterschiedlichen Zonen, wobei der definierte Bereich der zulässige Temperaturbereich für die Zonen ist. Die Analysen ergaben, dass durch das Weglüften mittels mechanischer Lüftung und der geeigneten Regelstrategie der Fensterlüftung keine Probleme hinsichtlich der sommerlichen Überwärmung entsteht. Vorteilhaft wirkt sich dabei die mittlere geringere Jahresaußentemperatur für die passive Kühlung aus.

Dennoch können durch die großen Fensterflächen und ergo der hohen solaren Gewinne in den Wintermonaten die Temperaturen sehr gut gehalten werden, um nicht in den Diskomfort für Menschen und Tiere abzudriften bzw. diese auf ein Minimum zu beschränken.

Abbildung 36 Jahresdauerlinien der Temperaturen für die kritischen Bereiche für Menschen und Pflanzen bei den Glashäusern (links) und im Salettl (rechts)



Die nachstehenden Abbildungen zeigen die errechneten Heizenergiebedarfe für das Haupthaus inkl. Salettl, Wohnung, Glashäuser, etc. Dabei sind die Heizenergiebedarfe beispielhaft für das Erdgeschoß

und Salettl und für das 1. OG mit den Glashäusern zu sehen. Die weiteren Heizwärmebedarfe sind in den Abbildungen für die Geschoße OG 2 und OG 3 aufgezeigt.

Abbildung 37 Heizenergiebedarf für das Erdgeschoß bzw. Salettl im EG (oben) und für das erste OG inkl. den Glashäuser(unten)

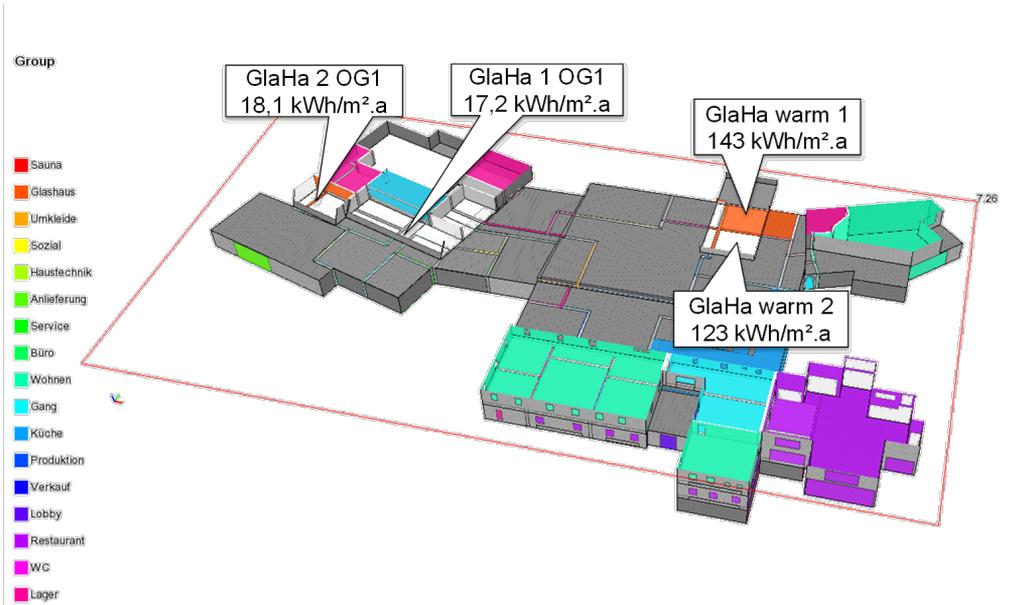
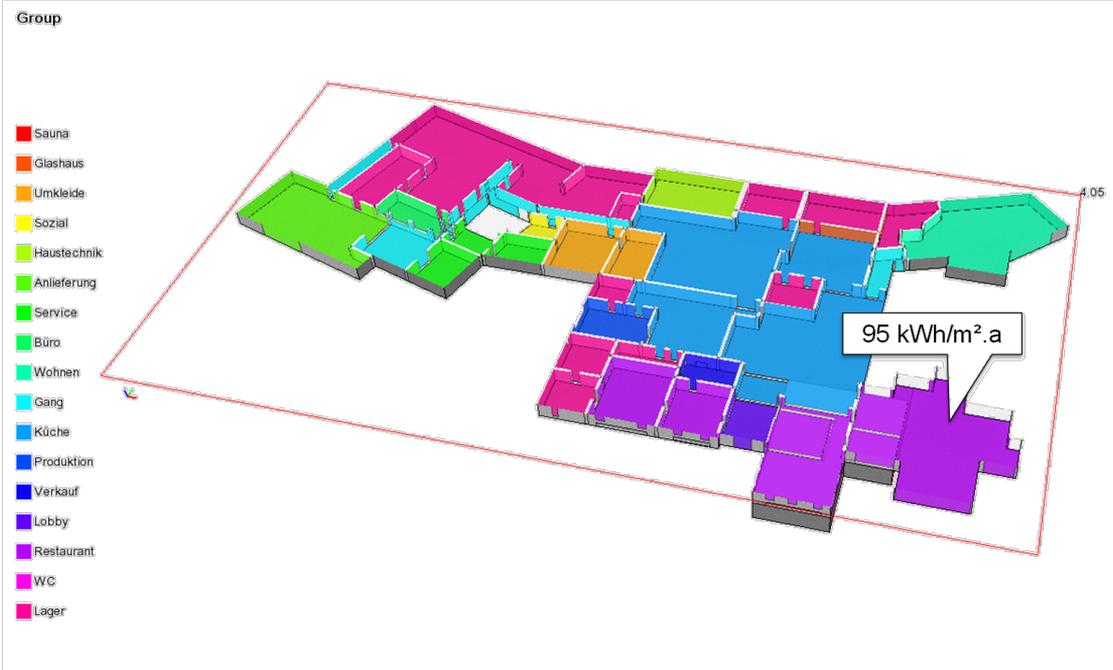


Abbildung 38 Heizenergiebedarf für die Glashäuser im zweiten OG inkl. der weiteren Räume

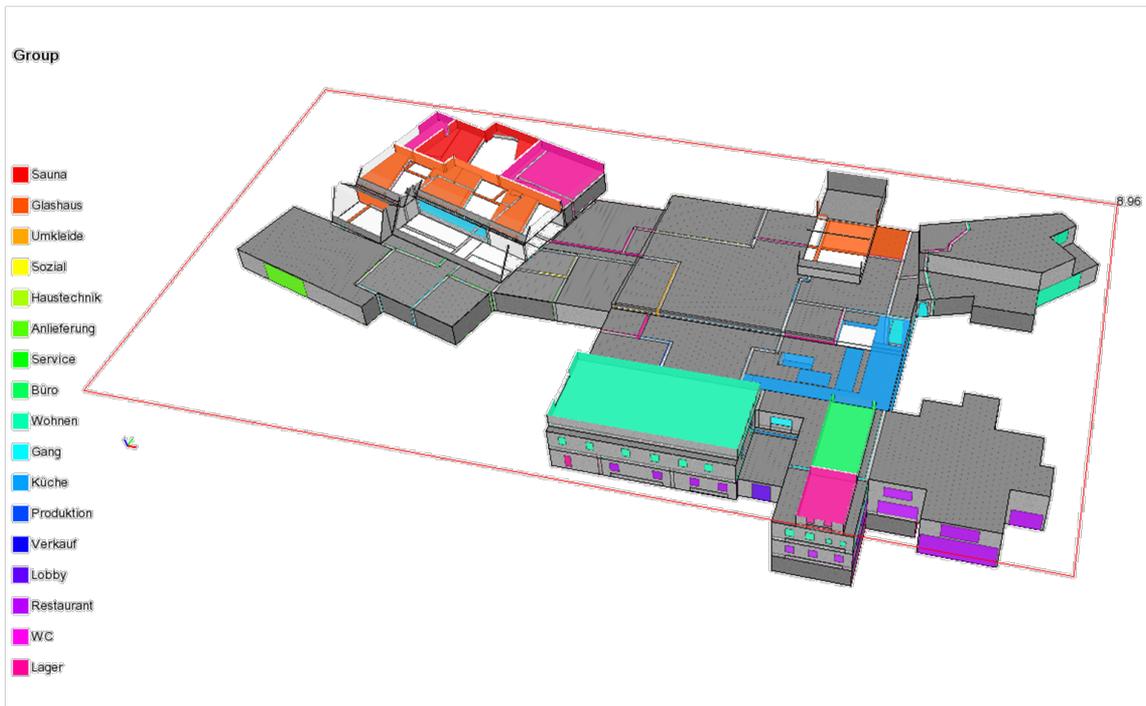
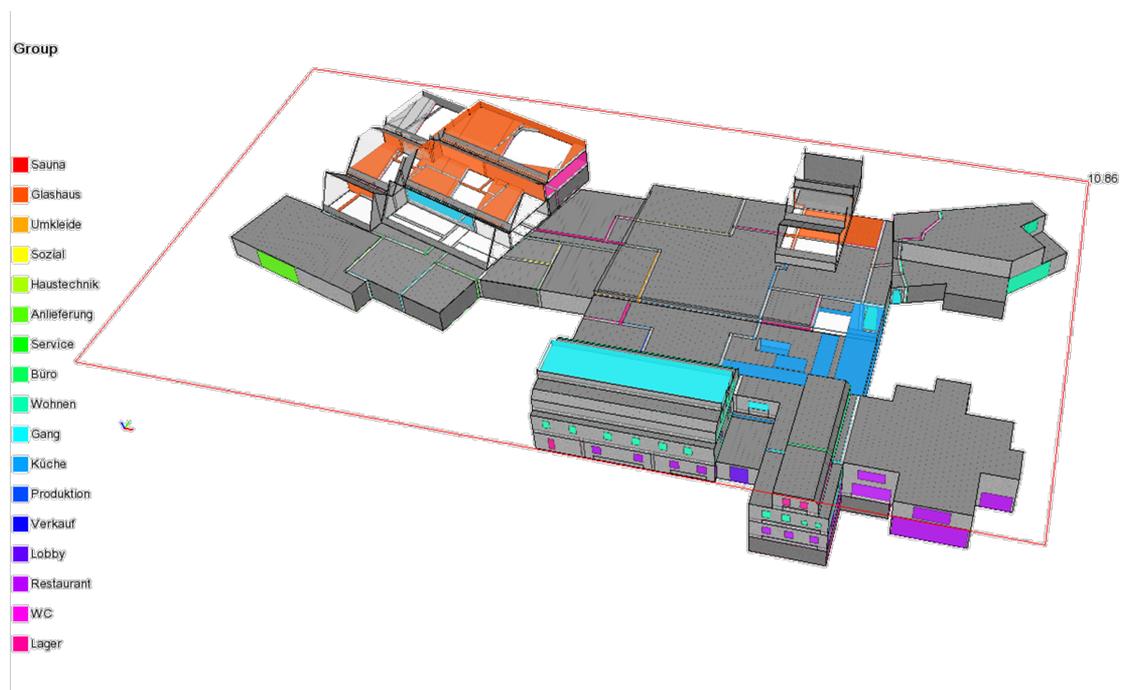


Abbildung 39 Heizenergiebedarf für das dritte OG mit Kaminraum, Wohnraum, etc.



## Einfluss Bauteilaktivierung und Lastverschiebung

Um die Bauteilaktivierung auf die Lastverschiebung zu untersuchen, wurden zwei Methoden bestimmt:

1. Auskühlverhalten nach komplett beladenem Zustand der Wände mittels Luftheizer und Bauteilaktivierung (Einschwingzeit von 14 Tagen der Speichermassen)
2. Auskühlverhalten mit einer dynamisch Beladungszeit von 48 h (Vorkonditionierung) für beide Systeme (Luftheizer und Bauteilaktivierung)

Für beide Untersuchungen Punkt 1 + 2 wurde die kälteste Woche am Pogusch (vgl. Klimadaten und Standort) gewählt um die kürzeste Überbrückungszeit der Bauteilaktivierung zu bestimmen, wobei es das Ziel ist, die Tage Donnerstag bis Sonntag (4 Tage) zu kompensieren. Hintergrund ist, dass die meisten Gäste sich zwischen Donnerstag und Sonntag am Standort befinden und sich dadurch für den Wärmeerzeuger zusätzliche Spitzenlasten verlagern könnten. Dem entgegenzuwirken soll soweit wie möglich die Heizung für die Glashäuser reduziert werden können, daher wurde als repräsentatives Beispiel auch das Glashaus „warm“ für das Auskühlverhalten analysiert.

<b>NAME</b>	<b>TEMPERATUR START IN °C</b>	<b>TEMPERATUR ENDE IN °C</b>	<b>ZEIT START IN H</b>	<b>ZEIT ENDE IN H</b>	<b>GRADIENT IN °C/TAG</b>
<b>BAUTEILAKTIVIERUNG</b>	25	10	48	125	-3,5
<b>LUFTHEIZER</b>	25	10	48	125	-4,7

Tabelle 9 und Tabelle 10 zeigen die Ergebnisse für beide Auskühlversuche mit dem Fazit, dass die Überbrückungszeit aufgrund der aktivierten thermischen Speichermassen mittels BTA sehr gut verlängert werden kann. Damit können die Lasten innerhalb einer Woche gut ausgeglichen werden z.B. Do-So für Gäste und Mo-Mi können Speichermassen beladen werden, wo keine Spitzenlasten erforderlich sind. Diese Analyse zeigt beispielhaft nur das Auskühlverhalten des Glashauses „warm“, wobei hier Überbrückungszeiten von ca. 3 Tage für die Bauteilaktivierung beim statischen und 1,5 Tage für den dynamischen Fall ersichtlich sind. Hierbei galt aber die Annahme, dass die Platztribünen (Glashaus „warm“) nur von 25 °C bis 14 °C auskühlen dürfen. Bei einer möglichen Beladung von 30 °C und einer maximalen Auskühlung auf 10 °C (Grenzkriterium) kann die Überbrückungszeit bis zu 5,7 Tage (statisch) und 2,7 Tage (dynamisch) linear gesteigert werden, was aber wohlgermerkt in der kältesten Woche, mit bis zu ca. -14 °C, analysiert wurde.

Auch das Glashaus „kalt“, das bis zu einer Raumtemperatur von 10 °C gesenkt werden kann, zeigt gleiches oder sogar höhere Potentiale, da höhere Speichermassen vorhanden sind. Ein solcher Test wurde aufgrund der Tatsache, dass das Glashaus „warm“, Platztribünen, als limitierender Faktor gilt, nicht durchgeführt und nur qualitativ bewertet. Somit kann gesagt werden, dass die 4 Tage Überbrückungszeit gut bewerkstelligt werden können.

Abbildung 40 Vergleich Raumtemperaturen zwischen Bauteilaktivierung und Luftheizer für Platztribünen mit statischer und dynamischer Auskühlung der Speichermassen

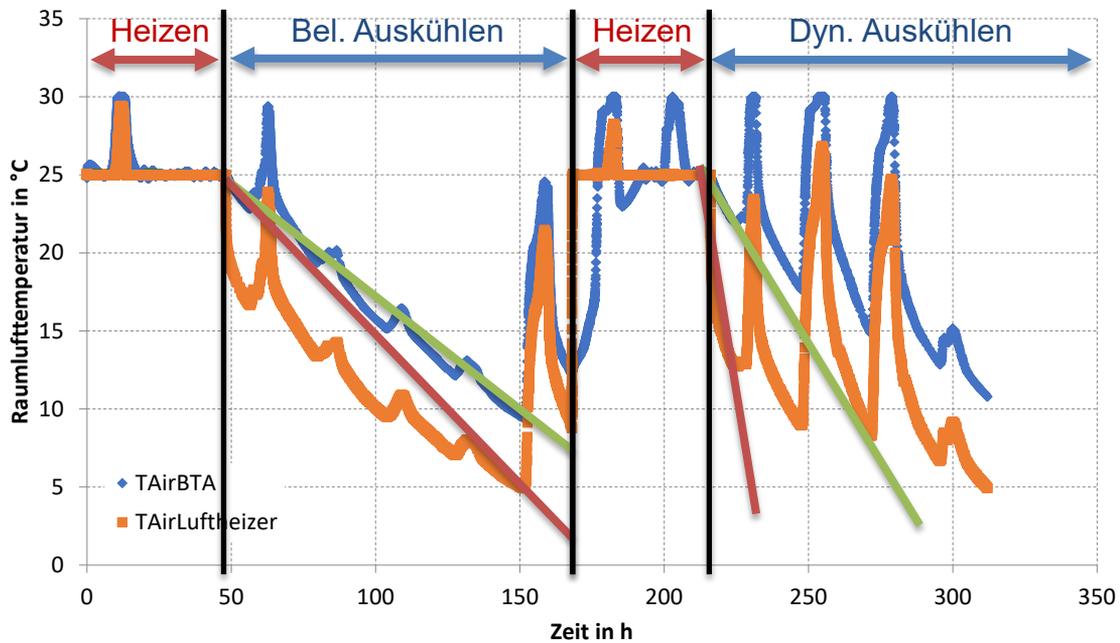


Tabelle 9: Ergebnisse des Auskühlversuches bei vollbeladenen Speichermassen zu Beginn des Versuches zwischen Luftheizer und Bauteilaktivierung

<b>NAME</b>	<b>TEMPERATUR START IN °C</b>	<b>TEMPERATUR ENDE IN °C</b>	<b>ZEIT START IN H</b>	<b>ZEIT ENDE IN H</b>	<b>GRADIENT IN °C/TAG</b>
<b>BAUTEILAKTIVIERUNG</b>	25	10	48	125	-3,5
<b>LUFHEIZER</b>	25	10	48	125	-4,7

Tabelle 10: Auswertung des Verlaufes und Bestimmung des Gradienten für die Bauteilaktivierung und des Luftheizers unter dynamischen Bedingungen

<b>Name</b>	<b>Temperatur Start in °C</b>	<b>Temperatur Ende in °C</b>	<b>Zeit Start in h</b>	<b>Zeit Ende in h</b>	<b>Gradient in °C/Tag</b>
<b>Bauteilaktivierung sekante</b>	25	10	216	265	-7,3
<b>Luftheizer sekante</b>	25	10	216	228	-30

## Weitere Parameterstudie zur Basisvariante

Dabei zeigt Tabelle 11 die ausgewählten Parameter deren maximalen und minimalen Werte und die Anzahl der veränderten Parameter. Dabei wurden die Parameter so variiert, dass zum einen der Maximalwert und der Minimalwert bei einer Anzahl an Simulationen von zwei herangezogen wurden. Inkludiert ist hier die Basisvariante, die in der ganz rechten Spalte aufgezeigt ist (vgl. Kapitel Modellierung) und mit den Ergebnissen der weiteren Varianten verglichen werden (Definition siehe vorhergehende Kapitel).

Folgende Parameter wurden definiert und variiert:

- Verschattungsstrategie, bei welcher Einstrahlung auf die Fensteraußenseite (IVer) soll die Verschattung geschlossen werden?
- Strategie der Lüftungsklappen in den Glashäusern vor Schutz von Überwärmung – bei welcher Temperatur (TSetGlas) soll das Fenster zur Gänze geöffnet werden?
- Reduzierung der Vorlauftemperatur für das Heizsystem am Wärmeerzeuger (TVIWe).
- Höhe der Wärmerückgewinnung der Lüftung in % (PhiLü)

Tabelle 11: Veränderbare Parameter für die Parameterstudie, maximaler und minimaler Wert bzw. Anzahl der Simulationen und Werte für die Basisvariante

No.	Parameter	Name	Max. Wert	Min. Wert	Anzahl	Basis
1	Verschattungsstrategie Einstrahlung W/m <sup>2</sup>	IVer	500	100	2	100
2	Lüftungsstrategie Glashäuser Temp. in °C	TSetGla	35	24	2	24
3	Vorlauftemperatur Wärmeerzeuger in °C	TVIWe	80	40	2	80
4	Wärmerückgewinnung Wirkungsgrad in %	PhiLü	90	70	2	70

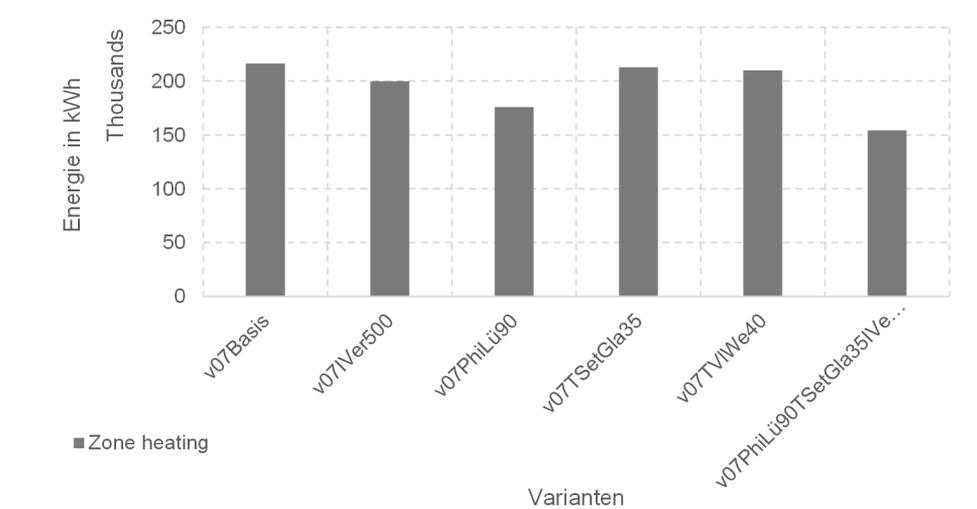
Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen der Parameterstudie mit der Basisvariante auf der linken Seite. Dabei bedeutet z.B. IVer500, dass es sich um die Verschattungsstrategie handelt und eine Einstrahlung von 500 W/m<sup>2</sup> zugelassen wird. Im Gegensatz dazu schließt die Verschattungseinrichtung der Basisvariante bei 100 W/m<sup>2</sup>. Dies wurde deshalb ausgewählt, um noch mehr solare Gewinne zu erzielen. Die Ergebnisse zeigen, dass durch die erste Variante IVer500 der Heizwärmebedarf von 216 MWh/a auf 200 MWh/a ergo um ca. 7,5 % gesenkt werden kann.

Der zweite zu untersuchende Parameter ist der Wärmerückgewinnungsgrad (WRG) der Lüftungsanlage und wird von 70 % für die Basisvariante auf 90 % (PhiLü90) angehoben. Dabei zeigt sich im Vergleich zur Basis eine Senkung des HWBs um 19 % von 216 MWh/a auf ca. 175 MWh/a.

Weniger Auswirkungen zeigen die Parameter TSetGla35 und TVIWe40 mit denen Einsparungen rund um die 1,5 % bis 3 % erzielt werden können. Bei TSetGla35 kann jedoch gesagt werden, dass höhere Lüftungsverluste durch die Fensterlüftungen entstehen und somit das Einsparungspotential eingeschränkt ist. Bei der Vorlauftemperatur kann gesagt werden, dass zwar die Verteilverluste gesenkt werden können, jedoch verliert man dadurch auch die Abwärme der Verteilleitungen für die

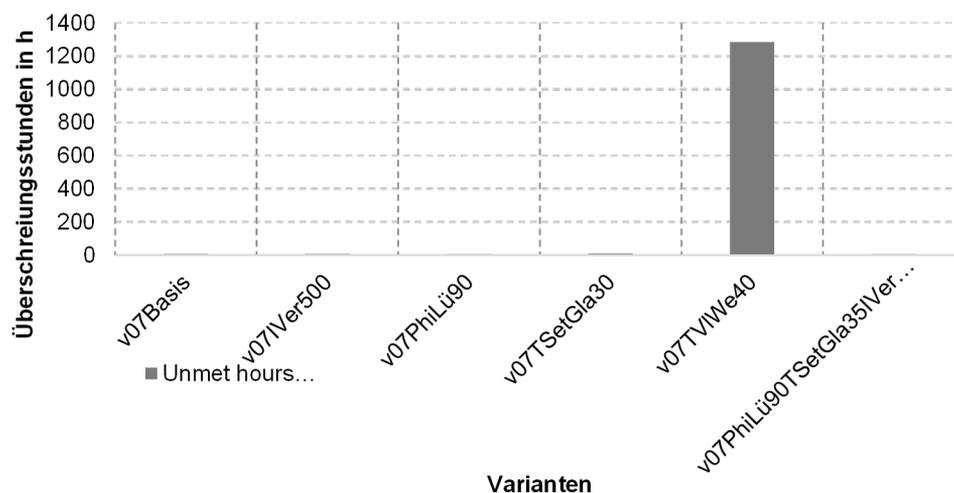
Zonen. Die Reduktion der Heizungsvorlauftemperatur zeigt sich mit einer Reduktion der Wärmeverluste von <3 % für die Verteilungen in Bezug auf die Gesamtwärmeenergie. Der letzte Parameter bringt aber auch einen höheren Diskomfort in den Zonen durch die geringere Übertragungsleistung mit sich. Der einzige Vorteil von geringeren Vorlauftemperaturen ist, dass der Wärmeerzeuger effizienter arbeiten kann, wie es z.B. bei Wärmepumpen oder Brennwertgeräten der Fall ist.

Abbildung 41 Heizwärmebedarf aller Zonen bei Veränderung der Parameter



Aufgrund der Ergebnisse wurde noch eine kombinierte Variante aus allen Varianten, IVer500, PhilLü90 und TSetGla35, erstellt um das kombinierte maximale Einsparungspotential zu ermitteln. Die Vorlauftemperatur TVIWe40 wurde aufgrund des erhöhten Diskomforts nicht berücksichtigt. Das Ergebnis der Kombination zeigt eine Einsparung von ca. 29 % und eine Reduktion des HWBs auf ca. 154 MWh/a.

Abbildung 42 Überschreitungsstunden für die einzelnen Varianten wo der Komfort nicht mehr eingehalten werden kann



## Conclusio

Als allgemeine Erkenntnis kann gesagt werden, dass die Auswirkung des Lüftungsverlustes auf das Gesamtsystem bzw. die Volumenströme sehr hoch sind, hier ist die Größe des Wärmerückgewinnungsgrades (WRG) maßgebend (viele innenliegende Räume), welcher auf jeden Fall berücksichtigt werden soll. Im Realbetrieb arbeitet man mit höheren WRGs, z.B. 85 %, aber hier soll nochmals aufgezeigt werden, dass bei hohen Luftvolumenströme der WRG enorm wichtig ist und die Anlage dahingehend optimiert betrieben werden soll, z.B. auch durch Implementierung von Kreislaufverbundsystemen (KVS). Dennoch sind noch genug Leistungsreserven bei der Auslegung vorhanden, um einen komfortablen Betrieb des Gebäudekomplexes am Pogusch betreiben zu können.

Ein weiteres „Finding“ ist, dass durch die Bauteilaktivierung eine Überbrückungszeit von zumindest 2 bis 3 Tage möglich ist. Dies wurde methodisch für das Glashaus „warm“ in der kältesten Woche für den Standort Pogusch untersucht. Damit können die Spitzenlasten in den Regelbetriebstagen Donnerstag bis Sonntag durch Lastverschiebung reduziert werden. Dies erfolgt durch Vorkonditionierung der besagten Zonen mit hohen Speichermassen und der Bauteilaktivierung in den Tagen Montag bis Mittwoch.

Die Implementierten Lüftungsklappen erzeugen hohe Lüftungswärmeverluste können jedoch im Sommer positiv gegen die Überwärmung der Zonen Glashäuser und Salettl gut genutzt werden. Die Analysen zeigen für diese Zonen, dass die Raumtemperaturen zu ca. 95% über das Jahr mit den Lüftungsstrategien eingehalten werden können.

Die Reduktion der Vorlauftemperatur zeigt hinsichtlich der Heizleistung negative Auswirkungen, da die Raumheizleistungen nicht zu jedem Zeitpunkt abgedeckt werden können, und somit erhöhte Überschreitungszahlen der Raumtemperaturen auftreten. Damit sinken die Raumtemperaturen in den Zonen ab und die Überschreitungen außerhalb der komfortablen Zonen steigen. Die Reduktion der Vorlauftemperatur kann zwar den Wärmeverteilverlust um ca. 3 % vom Gesamtenergiebedarf senken jedoch können die notwendigen Leistungen in den einzelnen Zonen nicht erbracht werden. Die Verteilverluste per se sind deshalb so gering, da die Verteilleitungen im direkten Wärmeaustausch mit den thermischen Zonen stehen, und dadurch Wärme abgeben.

Die Ergebnisse aus den Parameterstudien flossen als Optimierungsmaßnahmen für den realen Betrieb mit ein und konnten messtechnisch verifiziert werden.

# 5 Generalplanung und Umsetzung

## 5.1. Allgemeines – Vision aus der Sicht des Bauherrn:

Die Möglichkeiten in der Gastronomie sind wohl einzigartig. Tagtäglich können wir unsere Gäste überraschen und mit unserem Tun faszinieren. Die Vielfalt und Fülle unseres Landes immer wieder im besten Licht präsentieren. Doch ohne ein Bewusstsein für Nachhaltigkeit, Ressourcen und kommende Generationen zu generieren werden wir nicht in der Lage sein ein modernes innovatives Land an unsere Kinder weiterzugeben. Eine vielfaltsorientierte Landwirtschaft sowie Küche kann Motor einer kulturellen, zentralen Revolution werden wo wir wieder einen wertschätzenden Umgang mit unseren Lebensmitteln bekommen.

Um eine biologische Vielfalt zu bewahren benötigt es viele gemeinschaftliche Initiativen sowie Strategien die von der Aufzucht bis zum Verkauf reichen. An oberster Stelle steht die Bewusstseinsbildung. Denn wenn wir nicht überzeugt sind von unserem Tun und welche Auswirkungen unser Handeln hat, ist eine langfristige Veränderung fast unmöglich.

Die Gastronomie kann bei dieser Veränderung eine zentrale Rolle übernehmen. Vieles was auf der kleinen, gastronomischen Bühne seine Premiere hatte ist heute für einen viel größeren Kreis verfügbar. Darin sehen wir auch Aufgabe und Sinn unseres Tuns. Denn eine eingeschränkte biodiverse Vielfalt ist nicht nur aus dem Gesichtspunkt Geschmack, Gesundheit und Landschaftsbild ein Verlust für uns alle, sie führt zu einer kulturellen Verarmung von Regionen wenn regionale Sorten & Spezialitäten verloren gehen.

Abbildung 43 Bestandsgebäude Steirereck - Pogusch Quelle: Restaurant Steirereck GmbH ([www.steirereck.at](http://www.steirereck.at))



Der Pogusch ist ein 1059 m ü. A. hoher Alpenpass in der Obersteiermark. Der Pass stellt die Verbindung zwischen den Gemeinden Turnau und Sankt Lorenzen im Mürztal her. Auf der Passhöhe befindet sich das Wirtshaus „Steirereck am Pogusch“ mit seinem Hauptgebäude und Nebengebäuden.

Auf dem Grundstück gegenüber dem „Bründl-Wanderweg“ befindet sich bereits ein Altbestand bestehend aus einem Wirtshaus, Beherbergungsgebäuden und einem bäuerlich genutzten Gebäude. Die Freiflächen gliedern sich in Bauland und landwirtschaftliche Nutzfläche.

Die über Jahre und Generationen gewachsene Landwirtschaft mit angeschlossener Gastronomie steht weniger am Punkt einer inhaltlichen Neuorientierung, vielmehr soll die schon gelebte achtsame Lebensweise im Gebauten manifestiert, für die Betreiber selbst und für die Gäste nutz-, spür- und sichtbar werden.

Die Herausforderung für die an der Planung Beteiligten besteht darin, eine von Naturerlebnis geprägte Situation und einen hoch anspruchsvollen, zeitgemäßen Gastronomiebetrieb innerhalb einer harmonischen Gesamtlösung in die Zukunft zu führen. Das Neue darf sichtbar sein, demonstriert Lebensperspektive des 21. Jahrhunderts abseits der Stadt, verknüpft mit dem Knowhow des 21. Jahrhunderts.

Die bestehenden Bausteine - vorhandene Küche / Beherbergung / Steinhaus / Holzhaus / Landwirtschaft, werden durch relevante neue - Küchenerweiterung / Salettl / Glashaus warm / Glashaus kalt / spezielle Mitarbeiter- und Gästeunterbringung, inkl. Erweiterung sichtbarer und unsichtbarer Infrastruktur, ergänzt. Trotz der Unterschiedlichkeit der Komponenten aufgrund äußerst verschiedener Nutzungsbedarfe steht am Ende Konsens und Ensemblequalität.

Nachhaltigkeit ist ein vielschichtiges Thema. Jedes Projekt ist ein Einzelfall. Die einzelnen Nutzungen und ihr Ineinandergreifen, das Aufspüren von Synergien und Synthesen aller Art wirken beim Projekt POGUSCH äußerst komplex zusammen. Der Spagat zwischen Stand der Technik und Einfachheit muss bewältigt werden.

Seit Jahren pflegt das Steirereck am Pogusch die Einbeziehung und Nutzung der lokalen personellen und materiellen Ressourcen. Die Fertigung von Komponenten aus eigener Produktion, Wiederverwendung von Bauteilen und Möbeln durch Instandsetzung, Einsatz von nachhaltigen, langlebigen Bau- und Möbelmaterialien gehören zum fixen Bestandteil des beruflichen Alltags bis hin zur Regenwassernutzung in Form von Brauch- und Gießwasser.

## Küche

Die Küche, die große Welt im Verborgenen und im Hintergrund für das Wohl des Gastes verantwortlich, tritt im Postkartenbild kaum in Erscheinung. Unter der Grasnarbe befinden sich die gut belichteten Arbeitsplätze mit hoher räumlicher Qualität. Zwei Atrien versorgen diesen Bereich mit Licht und Luft und schaffen eine ganzjährige Verbindung zwischen Produktionsbereich mit den Pflanzen der darüber liegenden Glashäuser.

Die Schank und Feuerküche mit großem Grill als der für den Gast präsente Teil der Küche ist tagesabhängig hell und transparent oder atmosphärisch und dunkel vor dem Hintergrund des Grills, ein starker Raum im Herzen des Hauses.

## Glashäuser

Glashäuser in dieser Höhenlage auf über 1.050 m.ü.A. stellen eine besondere Herausforderung dar. Enormer Forschungstrieb, in geringem Ausmaß Nutzpflanzenzucht und nicht zuletzt innovative, unkonventionelle Gästeunterbringung sind die inhaltlichen Schwerpunkte der Glashäuser.

Die Glashäuser sind eigentlich ein kaltes und ein warmes Glashaus und haben unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen: das große, kalte Glashaus (Mindesttemperatur um den Gefrierpunkt) wird für ganzjährige Pflanzenzucht verwendet. Hier gibt es des Weiteren unkonventionelle Übernachtungsmöglichkeiten für unkonventionelle Gäste. Unter dem kalten Glashaus liegt eine dazu passend spezielle Badelandschaft.

Das warme Glashaus (ca. 22°) versorgt, an diese angeschlossen, die Küche mit frischen Kräutern & Gewürzen und ist intimer Backstagebereich, in dem sich neue Ideen entwickeln lassen. Beide Glashäuser sind über Atrien mit dem darunterliegenden Küchen-Hinterland verbunden und werten dieses durch direktes Tageslicht auf.

## Salettl - Gastraum neu

Das Salettl bildet zusammen mit dem bestehenden Steinhaus und Holzhaus ein differenziertes Gastraumangebot, das unterschiedliche Vorstellungen von Gastlichkeit und Atmosphäre bedienen kann. In Ergänzung zum Bestand ist es offen und transparent mit Ausblick auf die umgebende Natur. Die räumliche Behaglichkeit kommt von flexiblen, veränderbaren Wänden. Es kann auf einfache Weise, rasch und unkompliziert eine Vielzahl von verschiedenen Raumbereichen erzeugt werden.

## Bestand

Der Bestand, Teile der Küche, das Steinhaus aus dem 17.Jahrhundert und das Holzhaus, das aus der Umgebung stammt, wird ordentlich „durchgekehrt“, was den Häusern guttut und die schönen alten Strukturen hervorbringt. Was brauchbar ist, bleibt. Vieles wird hergerichtet.

Die Außenräume sollen, ohne klare Grenzen, Struktur in die Verteilung zwischen dem unterschiedlichen Publikum von „Jausengast“ bis hin zum „A la carte-Gast“ bringen und zwischen den einzelnen Gruppen vermitteln. Der Parkplatz ist in seiner gegenwärtigen Ausdehnung sehr präsent und wird sektioniert. Im südwestlichen Bereich wird ein zusätzlicher Parkplatz für Übernachtungsgäste sowie Mitarbeiter geschaffen.

Die Topografie, die Hangverläufe ändern sich trotz maßgeblicher Baumaßnahmen so gering wie nur möglich. Der Aushub wird am Areal wieder eingepflegt. Die Positionierung der neuen Gebäude im Verhältnis zum Bestand und die sich dazwischen entfaltenden Wegerelationen sprechen die selbstverständliche Sprache vernakulärer Bauweise. Die Übergänge zwischen den Zonen sind trotz Radikalität des Neu Gesetzten harmonisch und selbstverständlich, die gesamtheitliche Wirkung ist letztlich in gewissem Sinn unaufgeregt normal.

## 5.2. Bebauung – Architektur

Abbildung 44 Lageplan vom Steirereck am Pogusch  
Quelle: PPAG architects ztgmbh

Das Projekt besteht aus diversen Bestandsgebäuden (Steinhaus, Holzhaus, Salettl und Heizhaus), welche teilweise hochwertig saniert und durch Zubauten erweitert werden. Die geplanten Zubauten sind aufgrund der vorhandenen Hanglage teilweise eingegraben und weisen maximal ein oberirdisches Geschoss auf.

Durch diese unterschiedlichen zurückhaltenden Eingriffe bilden Bestandsgebäude und Zubauten ein dörfliches Ensemble im Maßstab der ländlichen Bebauung.



### **Nutzungen:**

#### Bestandsgebäude

Steinhaus: Sanierung  
EG: Gasträume, Hofladen, Weinkeller  
OG: Mitarbeiterräume  
Holzhaus: Sanierung  
EG: Gastraum  
OG: Seminarraum, Büro  
UG: Sanitär, Technik  
Küche: komplett Umbau  
Schauküche, Produktionsküche, Patisserie  
Lager: komplett Umbau  
Sanitäräume Mitarbeiter  
Salettl: wird abgebrochen  
Heizhaus: wird abgebrochen

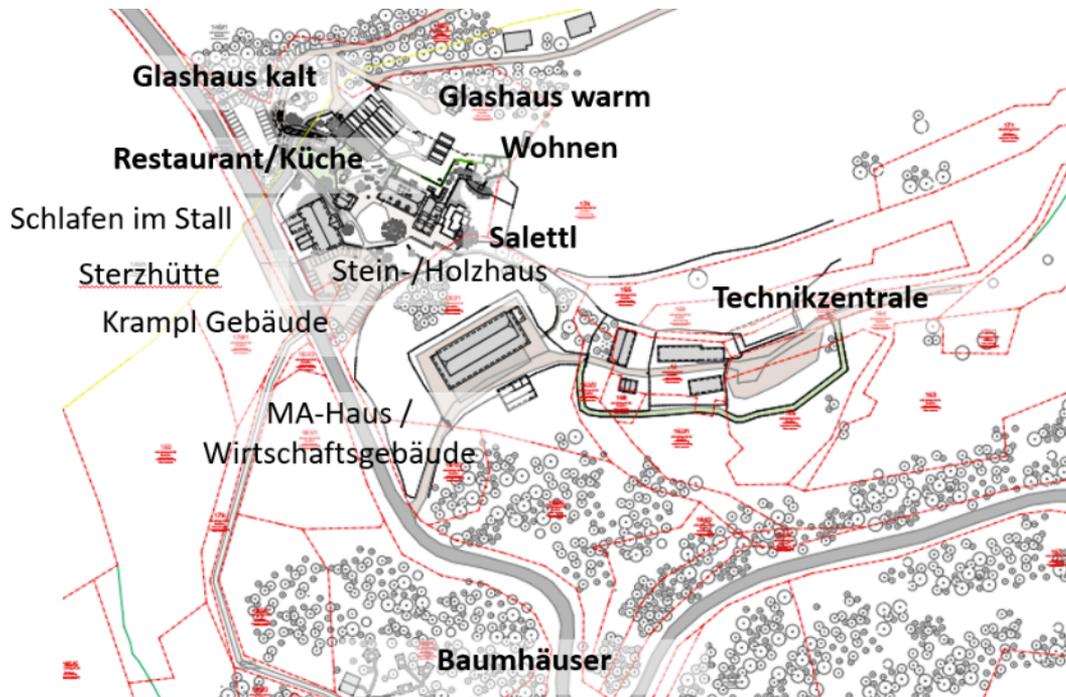
#### Neubauten:

Heizhaus:  
Salettl: EG: Gastraum  
UG: Sanitär, Technik  
Hinterland: Vorbereitung, Spülen,  
Mitarbeiter, Lager, Technik,  
Anlieferung, Wäscherei, Werkstatt  
Glashaus „kalt“: Pflanzenzucht,  
Gästeunterbringung,  
Wellnessbereich  
Glashaus „warm“: Pflanzenaufzucht  
Wohung: Betriebswohnung Fam.  
Reitbauer  
Baumhäuser: Gästeunterbringung

### **Flächenaufstellung:**

Bestand:		Neubau:	
Steinhaus	165m <sup>2</sup>	Anlieferung	324m <sup>2</sup>
Holzhaus	337m <sup>2</sup>	Lager	280m <sup>2</sup>
Gastro (Küche):	247m <sup>2</sup>	Gastro	557m <sup>2</sup>
Mitarbeiter (Lager):	93m <sup>2</sup>	Mitarbeiter	20m <sup>2</sup>
		Technik	85m <sup>2</sup>
		Salettl	262m <sup>2</sup>
		Glashäuser	674m <sup>2</sup>
		Trockenlager	10m <sup>2</sup>
		Wohung	261m <sup>2</sup>
	842m <sup>2</sup>		2.473m <sup>2</sup>
<b>Summe gesamt:</b>			<b>3.315m<sup>2</sup></b>

**Lageplan:**



**Einreichplanung:**

Abbildung 45 Grundriss EG von Steirereck am Pogusch. Quelle: PPAG architects ztgmhb



Abbildung 46 Grundriss 1.OG von Steirereck am Pogusch. Quelle: PPAG architects ztgbh



Abbildung 47 Schnitt von Steirereck am Pogusch. Quelle: PPAG architects ztgbh



### 5.3. Ausführungs- und Detailplanung

Ab Herbst 2019 konnte die Umplanung des ursprünglichen Projektstandes, die Adaptierung des bau- und haustechnischen Konzeptes unter Einbeziehung der Forschungspartner und der Fachplaner/innen, die Ausführungs- und Polierplanung, Ausschreibung, Angebotsprüfung und die Vergabe für den Hochbau und die Haustechnik durchgeführt werden.

Abbildung 48 Grundriss EG Zu und Umbau Hauptgebäude Quelle: PPAG architects ztgmbh



Abbildung 49 Schnitt Glashaus Quelle: PPAG architects ztgmbh

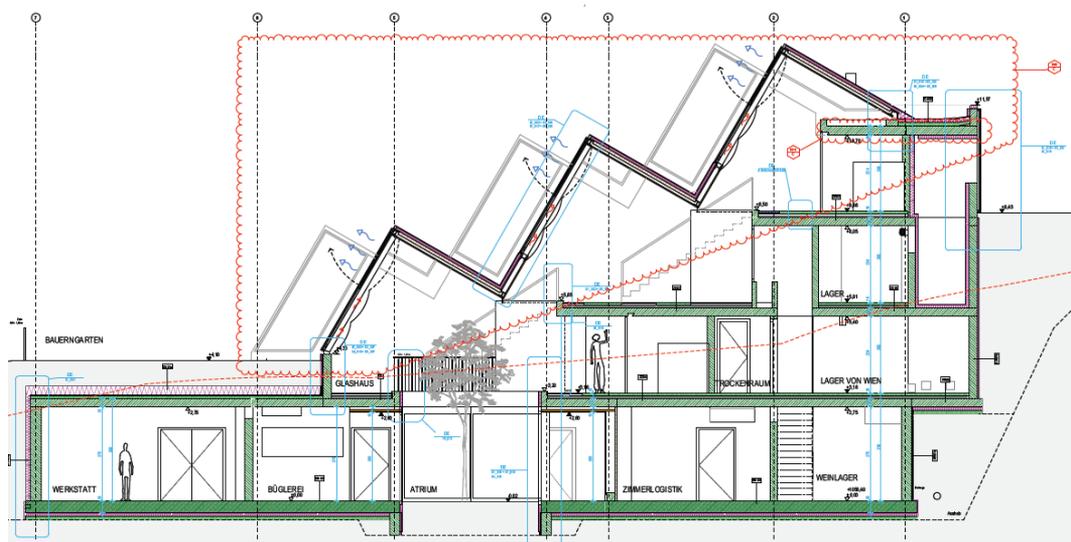
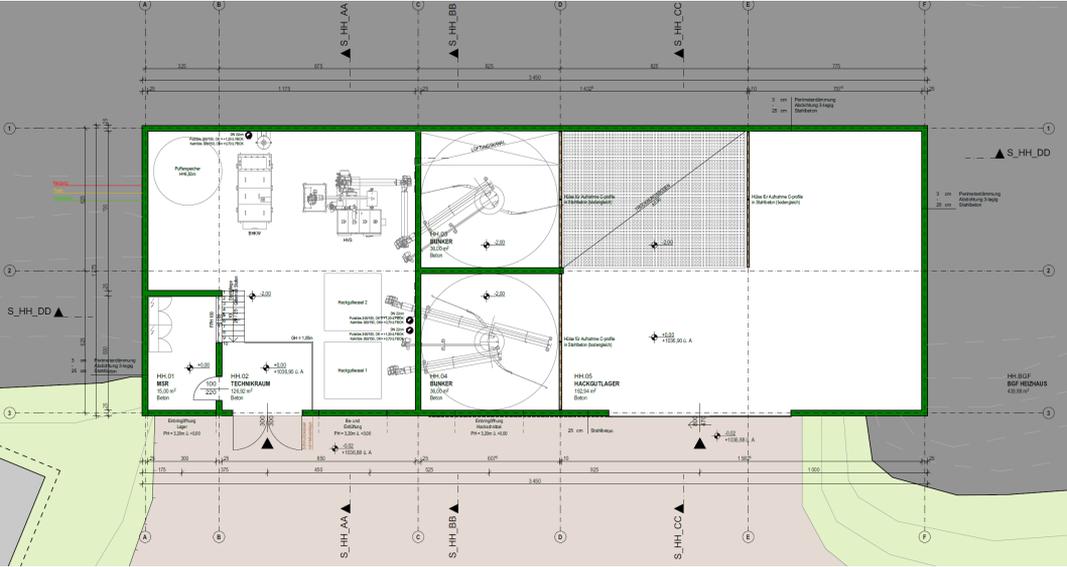


Abbildung 50 Grundriss EG Heizzentrale NEU Quelle: PPAG architects ztgmbh



Weitere Unterlagen befinden sich im Anhang - D4.0 Aktueller Planstand (Ausführungsplanung).

## 5.4. Umsetzung

Die bauliche Umsetzung des Projektes begann im September 2019. Die Fertigstellung der unterschiedlichen Bauphasen und Nutzungen erfolgte im November 2021. Bei der Auswahl der ausführenden Firmen wurde, wenn möglich, auf Regionalität geachtet, um so nicht nur die heimische Wirtschaft zu stärken, sondern auch Transport und Anfahrtswege kurz und die Umweltauswirkungen damit gering zu halten.

Auf Grund des erforderlichen Neubaus des Heizhauses (Bauphase 0) wurde der Baubeginn auf September 2019 vorgezogen. Nur durch diese Maßnahme war es möglich den Betrieb des Bestandshauses während der Bauphasen aufrecht zu halten (alte Technikzentrale war zu klein und stand auf dem Gelände des Neubaus).

Nach der Fertigstellung der Technikzentrale (Bauphase 0) wurden parallel das Haupt- und Nebengebäude, die Glashäuser (Bauphase 1) und etwas zeitversetzt die Umbauarbeiten im Bestandsgebäude (Bauphase 2) durchgeführt.

Nach dem Abbruch des alten Salettl wurde das neue Salettl (Bauphase 3) im Frühjahr 2021 begonnen.

Die Fertigstellung des gesamten Areals mit dem Energieverbund war mit November 2021 abgeschlossen.

### Zeitschema der Bauphasen:

- |                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| • Bauphase 0: Errichtung Heizhaus NEU | 09/19                    |
| • Bauphase 0: Anschluss Heizhaus NEU  | 01/20                    |
| • Bauphase 1: Baubeginn Hauptgebäude  | 03/20                    |
| • Bauphase 1: Baubeginn Nebengebäude  | 03/20                    |
| • Bauphase 2: Umbauarbeiten Bestand   | 03/20                    |
| • Bauphase 3: Neubau Salettl          | 03/21                    |
| • Bauphase 3: Neubau Glashaus kalt    | 10/20                    |
| • Bauphase 3: Neubau Glashaus warm    | 10/20                    |
| • Fertigstellung Bau:                 | 11/21                    |
| • Fertigstellung KWK-Anlage:          | 07/23 (geplant für 2023) |

## 5.5. Baudokumentation

Nachfolgende Fotos zeigen einen Auszug der Baudokumentation von Anbeginn der Arbeiten bis hin zur Fertigstellung.

Abbildung 51 Baustellenfotos Quelle AEE INTEC

a. Technikgebäude (Heizhaus neu):



b. Hauptgebäude u. Glashäuser:

25.05.2020



30.06.2020



15.09.2020





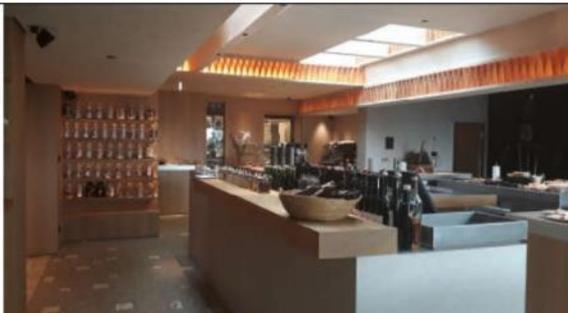
06.10.2020



16.12.2020



11.05.2021





22.06.2021



21.07.2021



c. Umbau Bestandsgebäude:

16.12.2020



24.08.2021	
	

c. Neubau Baumhäuser (Bert):

16.12.2020	
	

d. Neubau Salettl:

11.05.2021	
	



22.06.2021



21.07.2021



24.08.2021



c. Neubau Wohngebäude:



Abb. 1: Baustellenfotos (Quelle: AEE INTEC)

## 5.6. Fertigstellung

Abbildung 52 Fertigstellung - Fotos (Quelle: copyright Herta Hurnaus)



# 6 Messtechnik- und Monitoring

## 6.1. Erstellung des Messtechnik- und Monitoringkonzepts

Für das Energieverbrauchs- und Komfortmonitoring des Demonstrationsobjektes wurde in Abstimmung mit den Projektpartnern und ausführenden Firmen ein detailliertes Monitoringkonzept für die Energieverbräuche und Komfortparameter erarbeitet. Insbesondere wurden die Messpunkte schematisch sowie planlich dargestellt und eine vollständige Liste der Messpunkte zur eindeutigen Zuordnung erstellt.

Das Monitoring begann mit der Abnahme der gebäudetechnischen Gewerke und wird über zwei Jahre durchgeführt. Es wird ein über das Projekt hinaus detailliertes Energieverbrauchs- und Komfortmonitoring durchgeführt.

### - **Energieverbrauchs- und Komfortmonitoring**

Für das Demonstrationsobjekt wurden insbesondere folgende Messparameter erfasst:

#### **Wärmebereitstellung und Warmwasserbereitung**

- Endenergieinput zur Wärmebereitstellung und Warmwasserbereitung Gesamt
- Nutzenergie Wärmebereitstellung und Warmwasserbereitung
- Hilfsstrom für die gesamte Heizungsanlage (inkl. Umwälzpumpen)
- Nutzenergie repräsentativer Nutzungseinheiten
- Energieträger Input (Strombezug aus KWK, Strombezug aus der Photovoltaikanlage, Strombezug aus dem Netz)
- Verbrauch an Kaltwasser zur Warmwasserbereitung
- Detaillierte Erfassung der Überschusswärmern

#### **Stromverbrauch**

- Allgemeinstromverbrauch
- Hilfsstrom für Heizungsanlage (inkl. Umwälzpumpen)
- Gesamtstromverbrauch
- Getrennte Erfassung nach Nutzungsarten

#### **Aussenklima**

- Außenlufttemperatur und Luftfeuchte, Solare Einstrahlung

#### **Photovoltaikanlage**

- Stromeinspeisung Gebäude, Stromeinspeisung Netz

## **Komfortparameter**

Temperatur, rel. Feuchte, CO<sub>2</sub> in ausgewählten Räumen

### **- Messeinrichtungen**

Für die Montage und Inbetriebnahme der Messeinrichtungen waren folgende Prozessschritte notwendig:

- Koordination und Überwachung der Vorarbeiten durch Elektro- und Installateur-Unternehmen
- Abstimmung mit den ProjektträgerInnen
- Beschaffung der Sensoren und der Logger
- Vormontage der Messschränke
- Test des Messaufbaus
- Montage der Sensoren in Kooperation mit Elektro- und Installateursunternehmen
- Anschluss der Sensoren an die Messdatenerfassung
- Kontrolle der Zuordnung der Sensoren zu den Messkanälen
- Kontrolle der Einbausituation der Sensoren
- Inbetriebnahme der Messdatenerfassung
- Überprüfung der Messdaten auf Plausibilität und Richtigkeit

### **- Zeitliche Auflösung der Datenerfassung, Übertragung und Speicherung der Daten**

Für die Erfassung der Messdaten kommen im Wesentlichen zwei unterschiedliche Datenloggersysteme zum Einsatz. Zum einen ein auf einem SPS-Controller basierender Datenlogger der über eine Busverbindung mit dem MSRL-Gebäudeleitsystem von Siemens kommuniziert, zum anderen ein Funksensor-System mit dem ein flexibler Aufbau der Messtechnik ermöglicht wird.

Die Messwerte werden im Falle des SPS-Controllers im 1 Minuten Intervall und im Falle des Funksystems im 5 Minuten Intervall übertragen. Die Messwerte werden über Netzwerk bzw. Mobilfunk zur Messdatenbank der AEE-INTEC übertragen. Dabei erfolgt die Datenübertragung im Aufzeichnungsintervall.

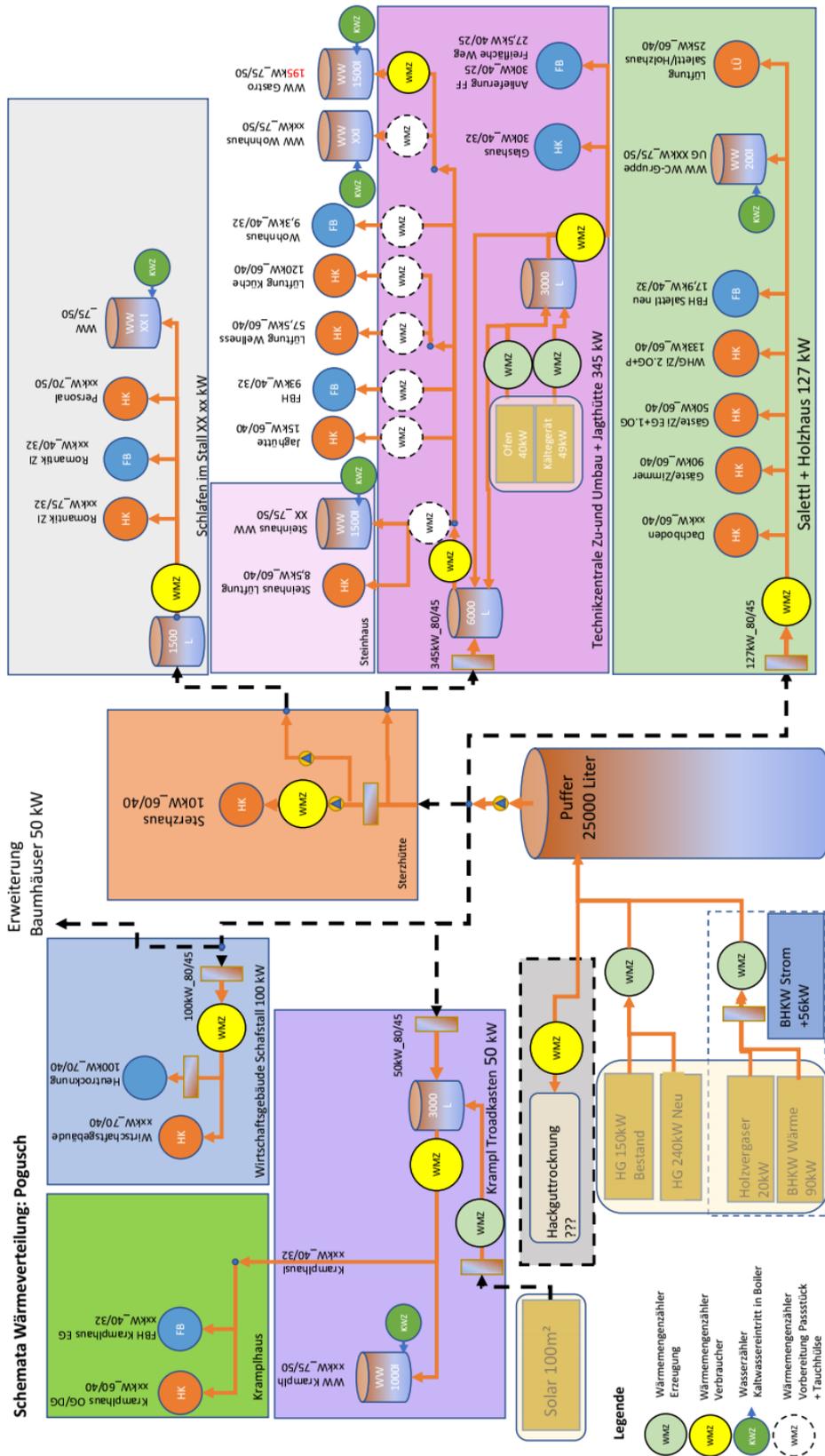
Die Erfassung der Raumluftparameter erfolgt über die Messfühler vom Siemens MSRL-System und ergänzend über LoRaWAN Funksensoren von ELSYS.

Die Erfassung der Wärmemengen in den einzelnen Wohnungen erfolgt über Wärmemengenzähler. Die Wärmemengenzähler erfassen die Energie, das Volumen und die Vor- und Rücklauftemperaturen. Diese Messwerte werden über ein Bussystem (Mbus) vom Siemens-MSRL System und in weiterer Folge vom SPS-Datenlogger ausgelesen.

Die elektrischen Energiemengen werden über Stromzähler erfasst und über ein Bussystem (Modbus) vom Siemens-MSRL System und in weiterer Folge vom SPS-Datenlogger ausgelesen.

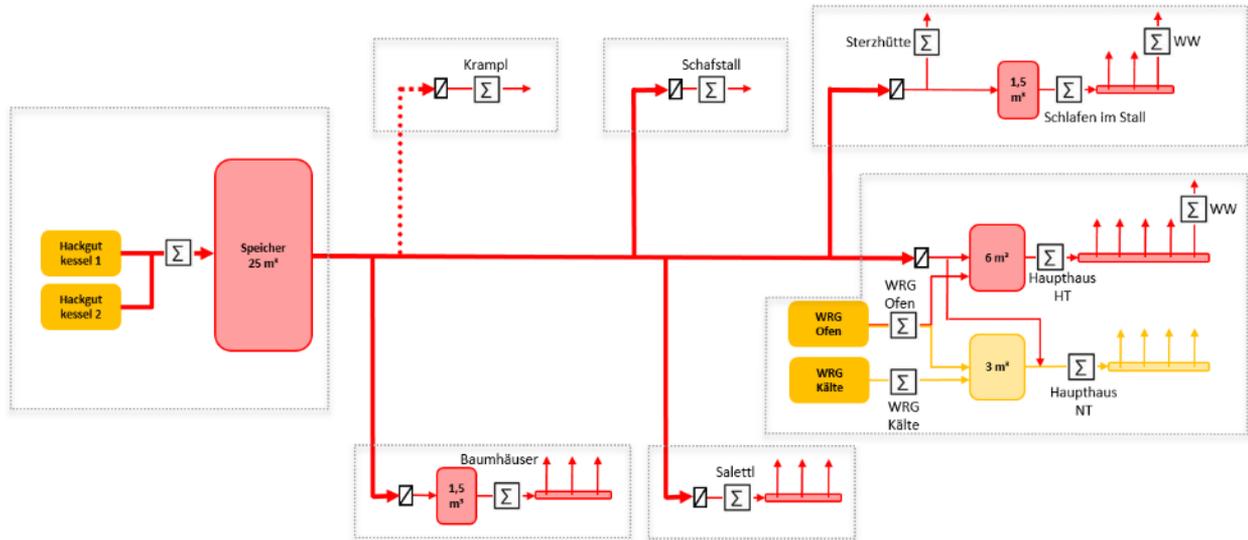
# - Schema der Wärmeverteilung

Abbildung 53 Schemata der Wärmeverteilung Quelle: AEE INTEC



- Vereinfachtes Schema der Wärmeverteilung

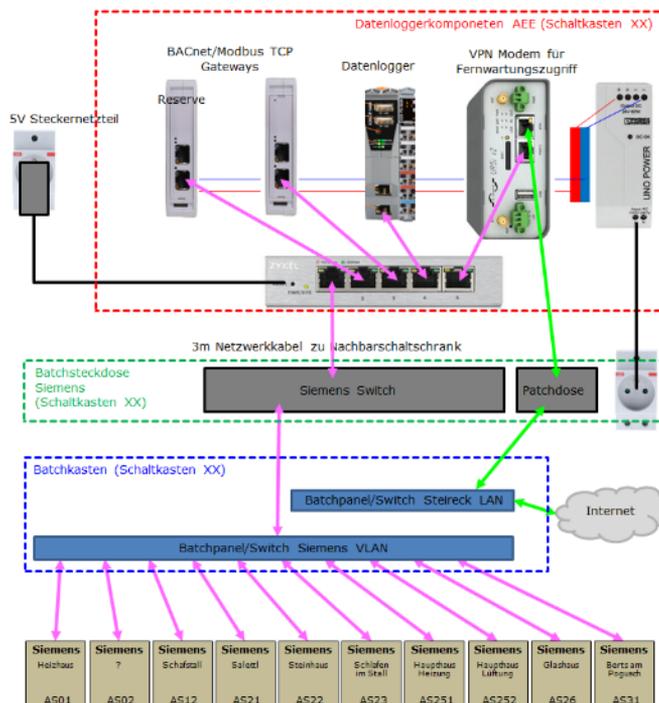
Abbildung 54 Schema der Wärmeverteilung Quelle: AEE INTEC



- Datenlogger über SPS-Controller

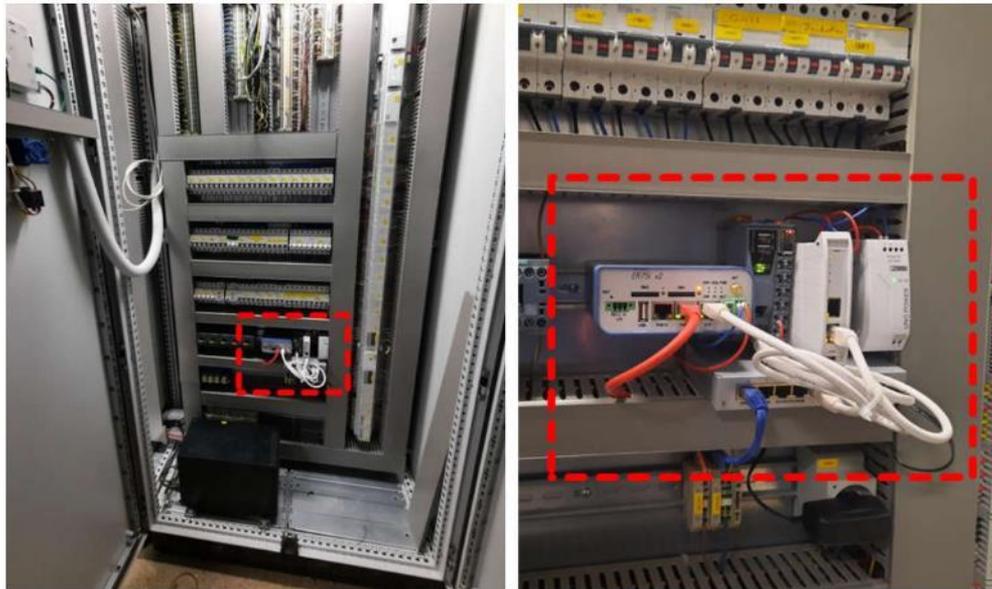
Über mehrere Netzwerkebenen ist der SPS-Controller mit den Siemens MSRL-Controllern verbunden. Die Kommunikation erfolgt dabei über BACnet. Die Messwerte können dabei über die Bus-Namen abfragt werden. Für die Fernwartung und den Messdatentransfer zur AEE INTEC wird ein VPN-Router verwendet der über eine Netzwerkverbindung mit dem SPS-Controller verbunden ist.

Abbildung 55 Kommunikationsstruktur des Datenloggers und Fernwartung Quelle: AEE INTEC



Alle Komponenten für den SPS-Datenlogger konnten in den Schaltschränken des Siemens MSRL-Systems integriert werden.

Abbildung 56 Einbauort des AEE INTEC Datenloggers inkl. Ferndatenanbindung Quelle: AEE INTEC



## Datenlogger über LoRaWAN Funkensoren

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) ist ein Wireless Wide Area Network, das im Vergleich zu anderen Technologien vor allem mit der geringen erforderlichen Leistung und den begrenzt erforderlichen Bandbreiten überzeugt. Unterschiedliche Sensoren übertragen dabei über das Funknetzwerk die Messdaten zu einer Basisstation. Die Basisstation wiederum leitet die Messdaten über eine Mobilfunkverbindung an den AEE Datenbankserver weiter.

Abbildung 57 Kommunikationsstruktur des LoRaWAN-Funk-Datenloggers und Fernwartung



Abbildung 58 Platzierung von einem LoRaWAN  
Funksensor im Glashauss

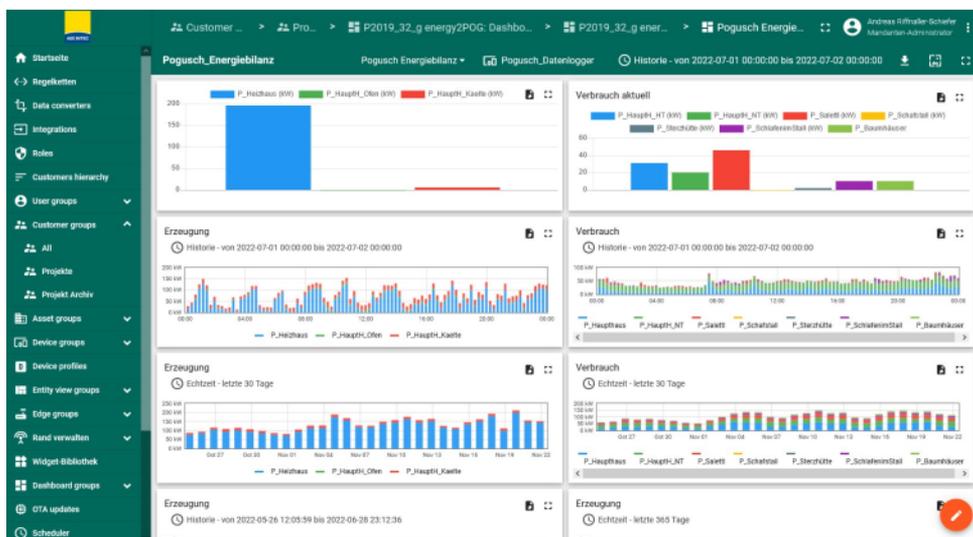


## 6.2. Thingsboard: Datenablage, Dashboard und Betriebsoptimierung

Mit ThingsBoard wurde eine Open-Source-IoT-Plattform für die Echtzeit-Geräteverwaltung, Datensammlung, -verarbeitung und -visualisierung im Projekt auf einer Serverlösung der AEE INTEC implementiert. Die Nutzung von ThingsBoard ermöglicht die Konnektivität von sämtlichen Geräten und Sensoren im Gebäudeverbund über IoT-Protokolle nach Industriestandard und bietet im laufenden Betrieb vom Steirereck im Pogusch folgende Funktionalitäten zur optimalen Betriebsführung:

- Visualisierung von historischen und Real-time Daten von Geräten und Anlagen mittels dynamischer Dashboards vom gesamten Ensemble
- Alarmer aus mittels komplexem Event Processing (z.B. bei Überschreitung von Soll-Temperaturen im Glashauss, Erhöhtem Energiebedarf in den einzelnen Zonen etc.)
- Benutzerdefinierten Regelketten zur Betriebsoptimierung auf Basis von Echtzeitsensordik

Abbildung 59 Thingsboard-Oberfläche vom Steirereck und Echtzeitdatenvisualisierung

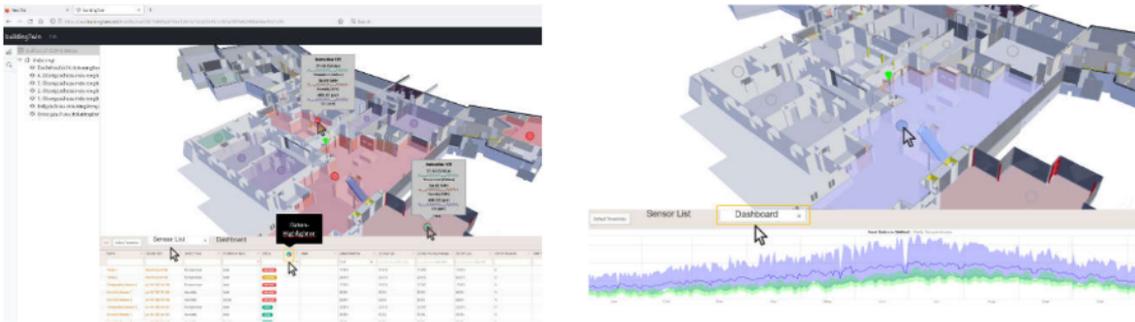


### 6.3. Digitales BIM Monitoringkonzept – Digitaler Zwilling:

Mit Hilfe der Kopplung des BIM-Modells von PPAG mit Gebäude Monitoringdaten der AEE INTEC und zusätzlichen externen Daten, die in die Thingsboard Plattform als Backend fließen, wurde das gesamte Ensemble zu einem „digitalen Zwilling“ für die Optimierung der Betriebsführung überführt (BIM-Monitoring und Optimierung). Es wurden bereits während der Planungsphase in einem ersten Schritt gesammelte Daten aus der Planung (BIM) in die Webplattform „buildingtwin.at“ der AEE INTEC integriert um sie in weiterer Folge - nach Inbetriebnahme des Gebäudeensembles mit dem Monitoring- und Betriebsdaten über die Thingsboard Plattform zu aggregieren. Sämtliche Sensorwerte (ca. 360 Kanäle) wurden im BIM-3D-Modell integriert und werden laufen in Echtzeit im 3D Modell visualisiert. Auf Basis des so geschaffenen „digitalen Zwillings“ sind Visualisierungen, zielgerichtete Optimierungen, Alarme bei Grenzwertüberschreitungen und Abgleich mit den vorangegangenen Simulationen aus der Planungsphase ermöglicht. Der digitale Zwilling stellt sicher, dass die Erreichung des geplanten Energiestandards, Nutzerkomforts und der Betriebskosten auch tatsächlich im Betrieb in Echtzeit gemonitort wird. Ein Soll-Ist Abgleich zwischen Planung und Betrieb ist somit in Echtzeit möglich. Dabei können der Energieverbrauch, die Betriebskosten, sowie der Komfort für Nutzerinnen und Nutzer in weitgehend automatisierter Form visualisiert und optimiert werden.

Abbildung 60 Pogusch – Digitaler Zwilling- BIM-basierte Plattform für Monitoring und Evaluierung des Gebäudebetriebs





## 6.4. Auswertung der Monitoringergebnisse:

Die Messdaten der Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs können über ein Web-Interface in Echtzeit betrachtet werden. Der Zeitbereich und das Intervall können dabei gewählt werden. In den beiden nachfolgenden Grafiken wird beispielhaft der Tagesverlauf von der Erzeugung und dem Verbrauch dargestellt.

Abbildung 61 Tagesverlauf der Wärmeerzeugung am 01.07.2022

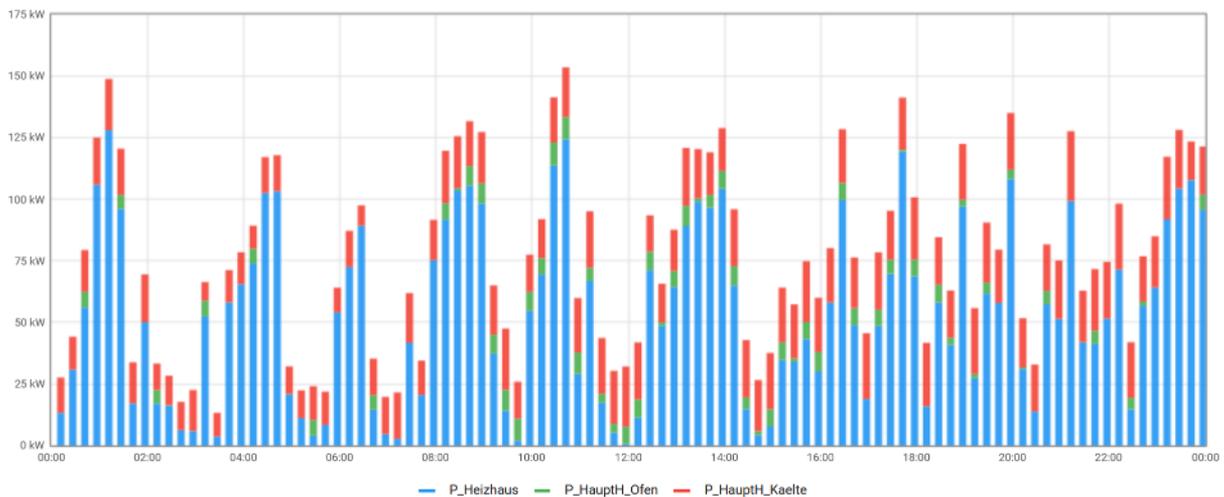
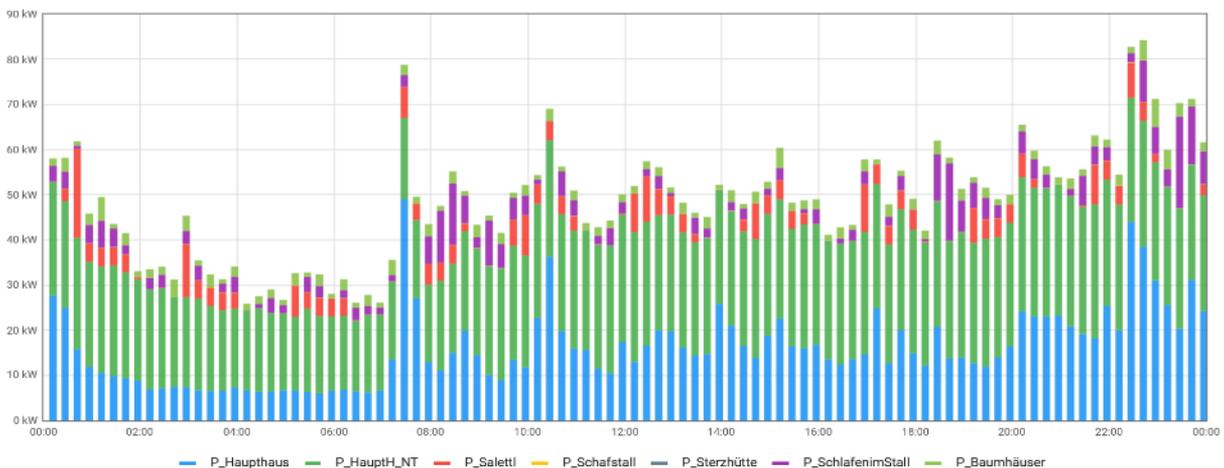


Abbildung 62 Tagesverlauf der Wärmeverbrauchs am 01.07.2022



Die Erzeugung der benötigten Wärmemenge ist auf zwei Hackgutkessel die über einen gemeinsamen Wärmemengenzähler erfasst werden, auf die Wärmerückgewinnung aus den Kühlräumen aus dem Haupthaus und auf die Wärmerückgewinnung der Backöfen. Von den 1026 im betrachteten Jahr erzeugten MWh stammen 1.5% aus der Wärmerückgewinnung der Kälteanlage, 9.8% aus der Wärmerückgewinnung der Backöfen und 88.7% aus den beiden Hackgutkesseln.

Der Wärmeverbrauch folgt klar einem Jahresverlauf, durch den niedrigen Wärmeverbrauch im Sommer sind die relativen Systemverluste im Sommer etwas höher als im Winter. Über das ganze Jahr betrachtet sind die Systemverluste bei 25%. Die größten Verbraucher sind der Niedertemperatur- und Hochtemperaturkreis im Haupthaus. In den Sommermonaten ist der Niedertemperaturkreis der größte Verbraucher. Dieser Kreis versorgt die Bauteilaktivierungen und die Glashäuser.

Abbildung 63 Jahresbedarf und Wärmeerzeugung in MWh/a über ein gesamtes Messjahr

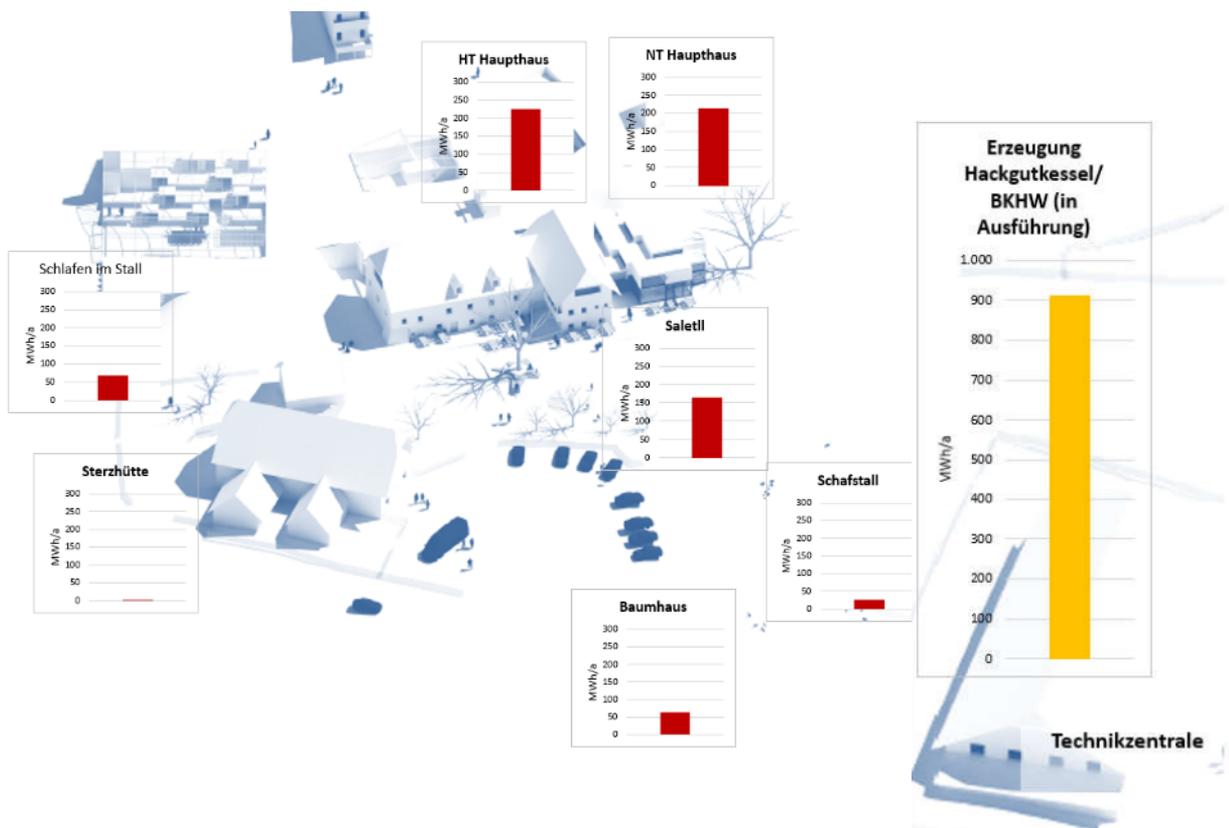
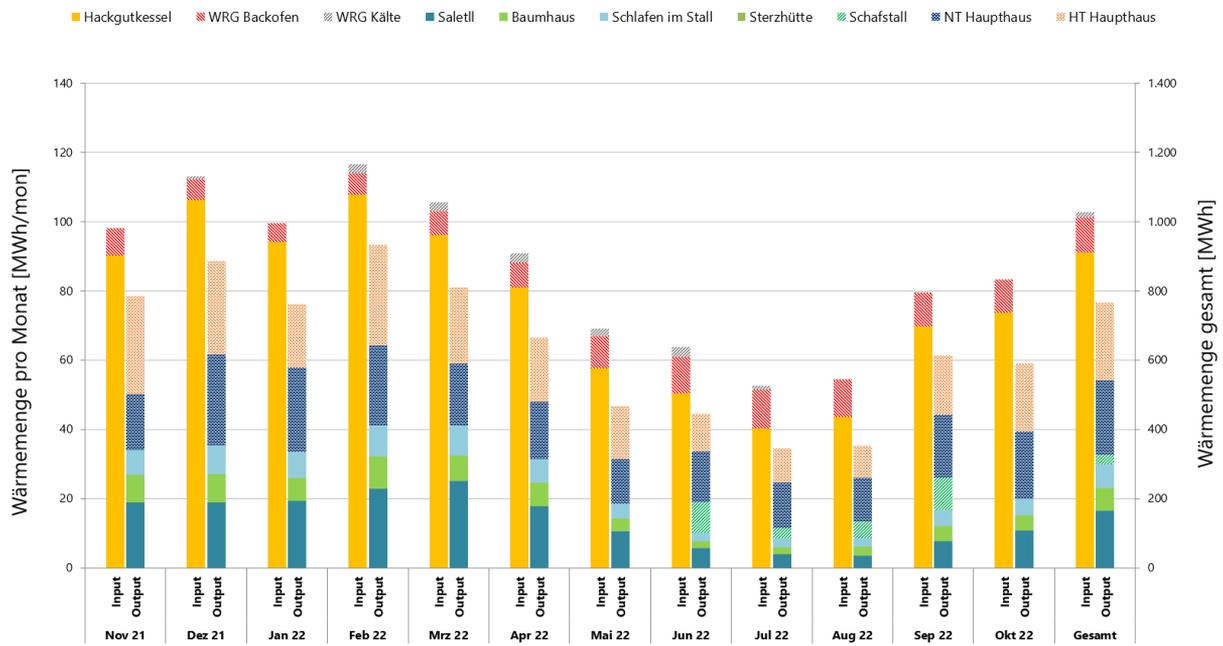
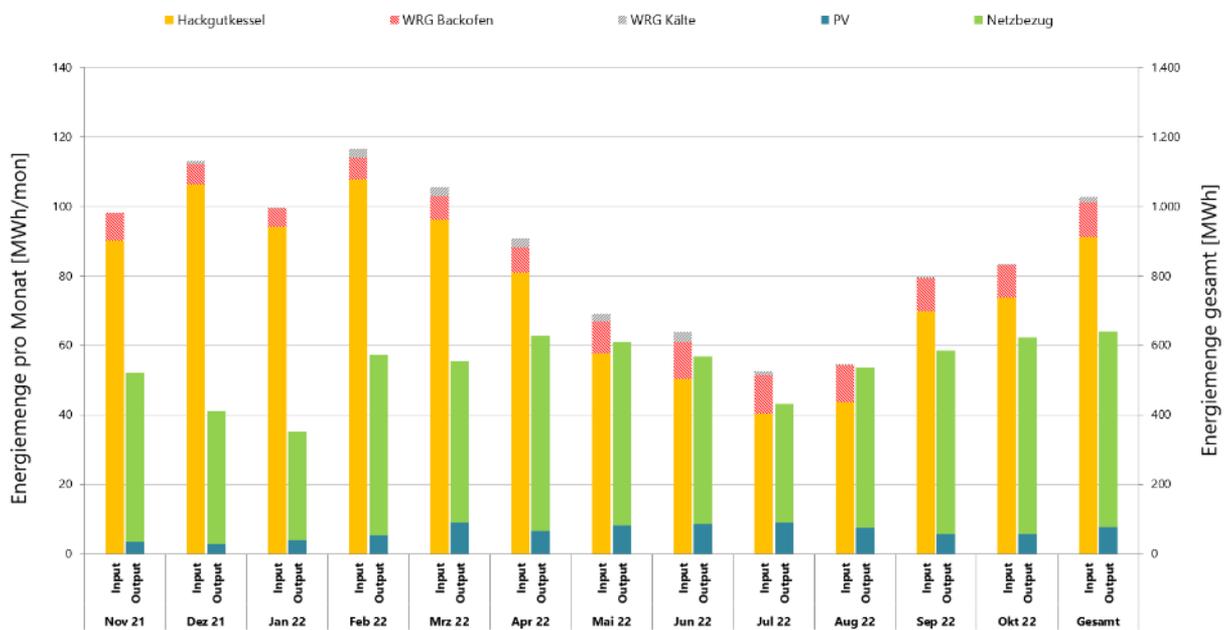


Abbildung 64 Jahresverlauf der Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs



In der nachfolgenden Abbildung wird die Energiemenge der Wärmequellen und der Stromquellen gegenübergestellt. Der überwiegende Teil des verbrauchten Stroms wird aus dem Netz bezogen. 12 % des benötigten Stroms wird über die PV-Anlage die sich auf dem Dach des Schafstalls befindet erzeugt.

Abbildung 65 Jahresbilanz der Wärmequellen und Stromquellen



## Ausblick - Prognostizierte Endenergiebilanz Wärme (inklusive KWK) – Erreichung Plusenergie

Der benötigte Wärmebedarf von 1.021 MWh kann am Pogusch über das Jahr erneuerbar über den Hackgutkessel, Wärmerückgewinnung und die prognostizierte Erzeugung des Biomasse KWK (derzeit in Ausführung KWK-Anlage mit rund 100 kW(th) und 50 kW(el)) gedeckt werden.

Abbildung 66 Ausblick: Gegenüberstellung Wärme – Erneuerbare Wärmeerzeugung und Bedarf über ein Messjahr mit Abschätzung der zukünftigen Biomasse KWK (in Ausführung)

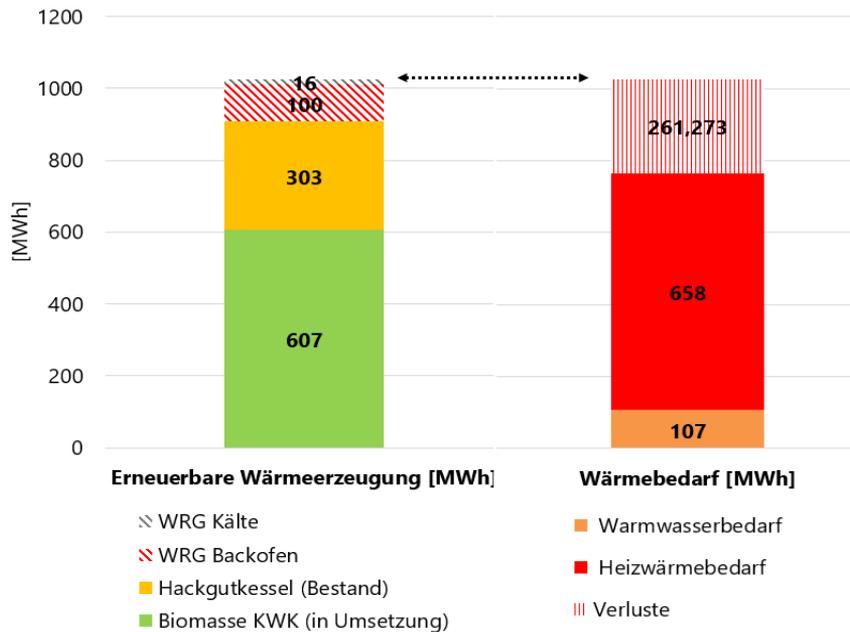
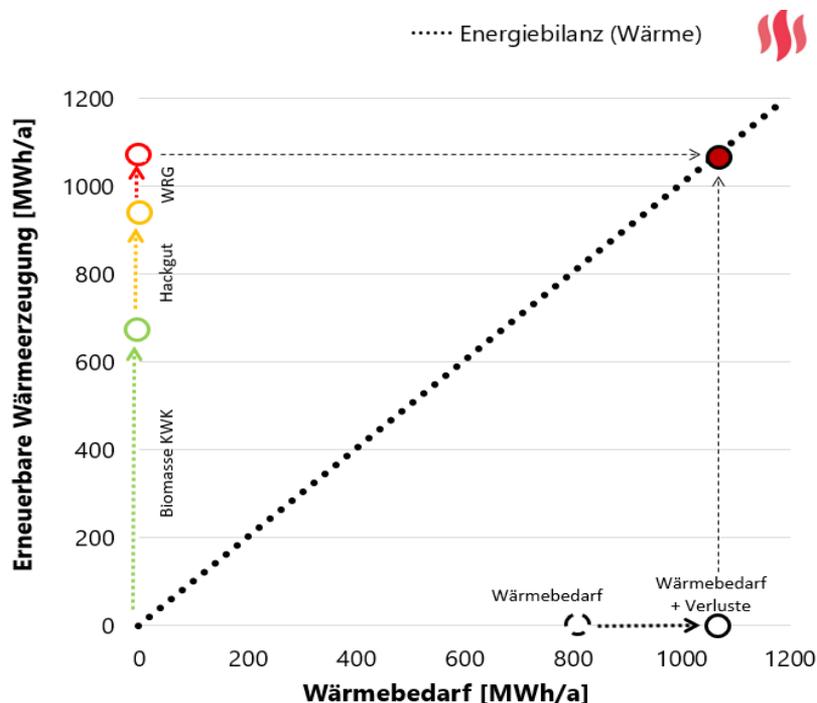


Abbildung 67 Ausblick: Endenergiebilanz Wärme – Erneuerbare Wärmeerzeugung und Bedarf (Nullenergiebilanz) über ein Messjahr mit Abschätzung der zukünftigen Biomasse KWK (in Ausführung)



## Ausblick - Prognostizierte Endenergiebilanz Strom (inklusive KWK) – Erreichung Plusenergie

Der Jahresstrombedarf kann bei zukünftiger Einbindung Biomasse KWK bilanziell über ein Jahr zu ca. 67% gedeckt werden. Der verbleibende Strombedarf von 33% (183 MWh) könnte durch Hebung von weiteren Effizienzpotentialen im Betrieb durch optimierte Regelung und einer zusätzlichen zukünftigen Erweiterung der Photovoltaikflächen am Standort gedeckt werden.

Abbildung 68 Ausblick: Gegenüberstellung Strombezug - Erneuerbare Stromerzeugung über ein Messjahr mit Abschätzung der zukünftigen Biomasse KWK (in Ausführung)

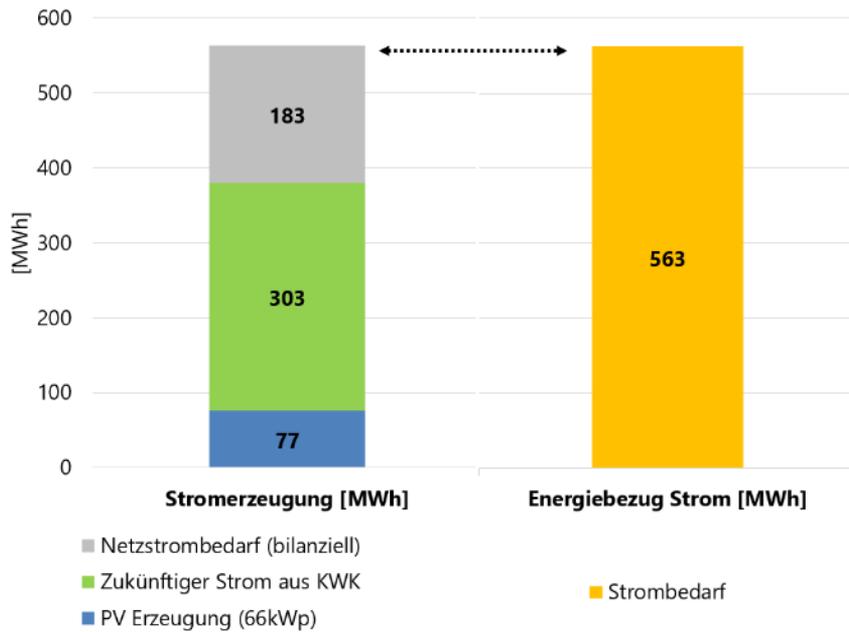
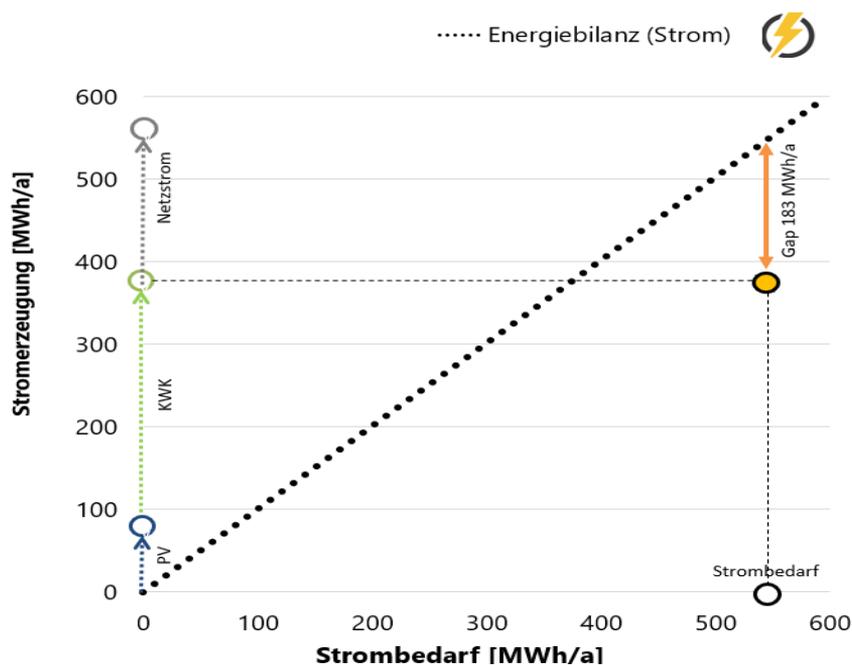


Abbildung 69 Ausblick: Endenergiebilanz Strom – Erneuerbare Stromerzeugung und Bedarf (Nullenergiebilanz) über ein Messjahr mit Abschätzung der zukünftigen Biomasse KWK (in Ausführung)



# 7 Schlussfolgerungen

## 7.1. Erkenntnisse und weiterführende Arbeiten

Im gegenständlichen Projektvorhaben wurden gänzlich neue Ansätze für das übergeordnete Ziel einer ganzheitlichen Energie- und CO<sub>2</sub>-Reduktion von Gebäuden und Gebäudeverbänden, sowie Einsparungspotentiale bei Restaurant- und Beherbergungsbetrieben entwickelt. Weiters wurden neue Lösungsansätze und Methoden für ein umfassendes Maßnahmenbündel entwickelt, welche auf ähnliche Projekte transformiert werden können. Diese entwickelten Methoden werden eine weitere Steigerung der Forschungsexzellenz bedeuten, was für die nationale und internationale Positionierung im Themengebiet erhebliche Vorteile bringen würde.

Durch das getätigte Demonstrationsprojekt mit Vorbildcharakter für Hotel- und Beherbergungsbetriebe in Insellage im ländlichen Raum wurde aufgezeigt, dass große Ressourcen- und Energieeinsparungen nicht nur im städtischen Kontext möglich sind. Somit können durch die gewonnenen Erkenntnisse und das Monitoring weitere ähnliche Projekte durch das Unternehmen gestartet und österreichweit umgesetzt werden.

Die am Projekt beteiligten Unternehmenspartner/innen konnten im Rahmen des Projektes wertvolle fachliche Erfahrungen und Erkenntnisse sammeln und diese aktiv für weitere (Folge-)Projekte einsetzen. Neben der Steigerung ihres Bekanntheitsgrades und der Reputation im Bereich des energieeffizienten und ökologischen Bauens, tragen sie auch wesentlich zur Stärkung der österreichischen Vorreiterrolle in der Umsetzung innovativer Demonstrationsprojekte bei.

Die gewonnenen Ergebnisse sind in Österreich und international von besonderer Bedeutung, da es derzeit wenige vergleichbare Energiekonzepte mit ähnlichen Ansätzen in diesem Bereich gibt. Somit ist ein Alleinstellungsmerkmal dieser Ergebnisse der Umsetzung garantiert.

Die TBH Ingenieur GmbH hat sich z.B. zum Ziel gemacht, durch Mitwirkung an verschiedenen zukünftigen Forschungsprojekten die eigenen Expertendienstleistungen im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung, Gebäude- und Energietechnik laufend zu verbessern sowie jene im Unternehmen bereits vorhandenen Expertisen gezielt einzusetzen. Durch die Mitarbeit an gegenständlicher Thematik ist es für die TBH Ingenieur GmbH möglich, sich als kompetenter Ansprechpartner zu positionieren und einen Wettbewerbsvorteil zu generieren. Stärkung der Planungserfahrung durch Integration neuer Erkenntnisse in Planungsprozesse und Steigerung des Bekanntheitsgrades.

Die erzielten Projektergebnisse sind speziell für die Zielgruppe der Gastronomen und Hotellerie interessant, da eindeutig mit diesem Forschungsprojekt bewiesen wurde, dass beim Vorhandensein von unterschiedlichen Nutzungen und Öffnungszeiten die Flexibilität und Speichermöglichkeiten zur Erreichung eines annähernd Plus-Energieareals – selbst in einer Extremlage – ausreichend genutzt werden können. Diese Ergebnisse können als Basis für weitere ähnliche Projekte dienen.

Die ausgearbeiteten Konzepte bzw. Technologien haben keine möglichen rechtlichen Hürden ergeben, da der Energieaustausch ausschließlich im eigenen Areal verwendet und verbraucht wird.

## 7.1. Verwertungs- und Verbreitungsaktivitäten

Die **Steirereck Stadtpark GmbH** zählt seit vielen Jahrzehnten zur gastronomischen Spitze Österreich und wird seit mehr als 10 Jahren zu den The Worlds 50Best Restaurants gezählt. Seit jeher pflegen sie eine sehr enge Zusammenarbeit mit unseren Lieferanten und Partnern. Das Steirereck wird als erste Adresse genannt, wenn es um Regionalität, Kreativität und Kontinuität in der Gastronomie geht. Neben der zeitgemäßen Ausrichtung des gastronomischen Konzeptes wird und wurde auch immer besonderes Augenmerk auf die besondere Nachhaltigkeit unseres Tuns gelegt. Mit diesem Projekt wurde einmal mehr gezeigt, wie innovativ und Energieintelligent auch ein gastronomischer Betrieb geführt werden kann.

Die wichtigste und wertigste Präsentationsmöglichkeit ist beim Gast vor Ort. Durch die Begehbarkeit (fast) aller relevanten Bereiche können hier direkt dem interessierten Gast die eingesetzten Systeme und umgesetzten Ideen präsentiert werden.

Eine weitere Plattform bietet das „S“ Magazin welches von Birgit & Heinz Reitbauer in Zusammenarbeit mit Alba Communication seit 5 Jahren im halbjährlichen Zyklus erscheint. Dieses Magazin bietet uns die Möglichkeit unseren Gästen und Kunden Projekte nahe zu bringen und Neuerungen vorzustellen.

**AEE INTEC** nutzte die Projektergebnisse in Konferenzen, in Workshops, in E-Mail-Aussendungen (Newsletter) mit etwa 9.000 Adressen, und über die Zeitschrift „nachhaltige technologien“ (mit einer Auflage von 7.500 Stück pro Vierteljahr).

AEE INTEC nutzte zusätzlich die Erkenntnisse aus dem Projekt außerdem in der für inhaltliche Beratungen, zur Verbreitung in nationalen und internationalen Netzwerken, ebenso als Ergänzung zu bestehenden und als Basis für weitere Forschungs- und Demonstrationsprojekte mit klugen Energiekonzepten und für Vergleiche im Monitoring der Gebäude und Quartiere.

Durch zahlreiche internationale Forschungskoperationen (z.B. IEA) war eine weltweite Verbreitung der Forschungsergebnisse möglich.

Durch die zahlreiche Lehrtätigkeit der AEE INTEC-Mitarbeiterinnen an Technischen Universitäten (TU-Wien, TU-Graz) und Fachhochschulen (FH Joanneum, FH Pinkafeld..) wurde eine umfangreiche Verbreitung gesichert.

Nutzen für den wissenschaftlichen Partner:

- Dieses Themenfeld kann somit zu einem noch stärkeren Themenschwerpunkt (national und international) und somit des Forschungsstandortes Österreich werden.

- Die Ergebnisse könnten einen wichtigen österreichischen Beitrag in Arbeitsgruppen der IEA Implementing Agreements SHC und EBC (vormals ECBCS) leisten und somit zu einem weiteren Ausbau des internationalen Forschungsnetzwerks führen.
- Das generierte Know-how wird Basis für eine verstärkte internationale Kooperation und Vernetzung (Akquisition bzw. Mitarbeit in EU-Projekten, ERA-Net, etc.) sein.
- Die Ergebnisse werden in andere Projekte der Forschungspartner einfließen und dadurch zu einem weiteren Mehrwert führen.
- Die Ergebnisse können zukünftig zu einer verstärkten Zusammenarbeit der Forschungspartner mit Partnern des gegenständlichen Konsortiums als auch mit anderen Unternehmen aus dem Themenbereich führen.

**PPAG architects ztgmh** ist eines der führenden Planungsbüros im ökologischen Neubaubereich mit vielen Referenzen. Innovative, nachhaltige und ökonomische Lösungen sowie die Nutzung erneuerbarer Energien stehen im Zentrum von zahlreichen ausgeführten Projekten.

Die Projektergebnisse fließen durch die Architekten- und ihrer Generalplanertätigkeit in zahlreiche weitere geplante Wohn- und wohnähnliche Projekte sowie Bildungsbauten in ganz Österreich und Deutschland mit ein.

#### **TBH Ingenieur GmbH:**

Die Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem Projekt tragen zur Verbesserung der Expertendienstleistungen der TBH Ingenieur GmbH bei, wodurch eine Positionierung als kompetenter Ansprechpartner bei relevanten Stakeholdern ermöglicht wird. Ebenso können Ergebnisse aus dem Projekt Energy<sup>2</sup>POG bei der Veranstaltungsreihe „Energy Talk“ (Veranstaltung des TBH) vorgetragen werden. Durch diese Integration kann eine breite Tiefenwirkung erzielt und ein fundierter Erfahrung- und Wissensaustausch gefördert werden.

Es gab zahlreiche Verwertungs- und Weiterverbreitungsaktivitäten seitens des Projektkonsortiums. Hier eine Liste von Publikationen - Artikel, Homepages, Präsentationen in Veranstaltungen zum Projekt und den Inhalten.

### Vorträge:

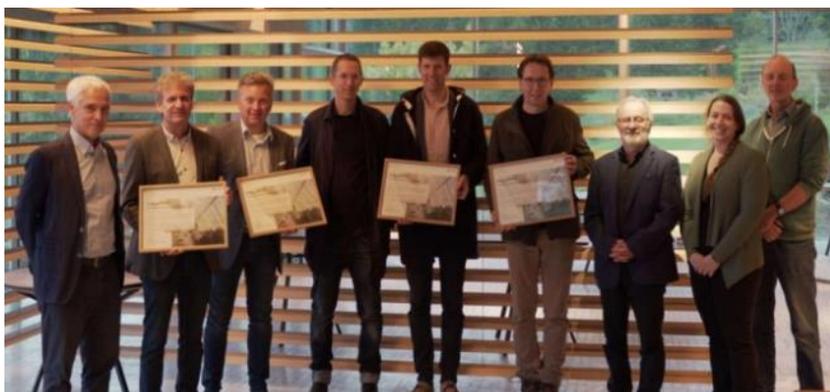
- 01./02.06.2022, e-nova international conference, Green Deal Energie-Gebäude-Umwelt, Pinkafeld, Karl Höfler, AEE INTEC
- 14.06.2022 architektur in progress , Wien, PPAG
- 14.09.2022 Frauenthal EXPO in Wien, TBH Ingenieur GmbH
- 11.11.2022 Vortrag FH Joanneum Graz im Rahmen des Masterstudiums Bauing., AEE INTEC

### Publikationen in Zeitungen, Zeitschriften oder online:

- Kleine Zeitung, Ausgabe 28. Februar 2020
- Die Presse, Ausgabe 11. Juli 2020
- KURIER-Grüne Welt\_Zukunft als Gesamtkunstwerk
- Kleine Zeitung, Auf dem Pogusch wächst etwas Großes, 03/2021
- energy innovation austria 4-2021
- Die Presse, Es geht nicht mehr nur ums Kochen, 05/2021
- ORF2 Steiermark heute, 08. Mai 2021
- Holzmagazin (online), Ausgabe 10/2021
- TGA-Planer Jahrbuch 2022, Hybrider Energieverbund am Pogusch: Ein Gesamtkonzept für Nachhaltigkeit, 01/2022
- HLK, energytalk: ökologisch & nachhaltig bauen, 07/2022
- inmotion (MA Zeitung BKW Engineering), Ökologisches Hotel, Österreich, 11/2021
- AEE Intec, Nachhaltige Technologien, Eine grüne Oase am Pogusch, Ausgabe 04/21, 12/2021
- Der Standard (online), 05. August 2022
- frisch - Das Kröswang Magazin., Wald Schrat, 09/2022
- Zeitschrift „Nachhaltige Technologien“, Hybrider Energieverbund am Pogusch fertiggestellt Ausgabe 03/22, 10/2022
- The Red Bulletin, Steirereck am Pogusch wird energieautark mit Energy<sup>2</sup>POG, 01.10.2022

### Auszeichnungen:

- Abschlussveranstaltung Pogusch Dezember 21.10.2021



Stadt der Zukunft – Demonstrationsgebäude

**Energy<sup>2</sup>POG**  
Hybrider Energieverbund am Pogusch

[www.nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/)

 Bundesministerium für  
Klimawandel, Energie und  
Nachhaltigkeit

 STADT  
der Zukunft

- GerambRose 2022 - Architekturpreis - BauKultur Steiermark - Graz (A)



News from 22/10/2022

**Steirereck am Pogusch gets awarded the GerambRose**

The [GerambRose 2022](#) has been awarded! This architecture prize is awarded biennially in recognition of achievements that have been made in the sense of preserving or creating high-quality building culture. We are delighted that our project [Steirereck am Pogusch](#) has been chosen by the jury and is now officially a cultural landmark of Styria.

Many thanks to Heinz and Birgit Reitbauer for their trust in our interpretation of their vision!

The Award ceremony took place amidst of picturesque styrian vineyards and contemporary architecture at Weinhof Locknbauer in Tieschen.

From left to right: Barbara Meisterhofer (Baukultur Steiermark), Andreas Tropper (Regional Building Director of Styria), Much Untrifaller (GerambRose Jury), Heinz Reitbauer (Steirereck), Anna Popelka, Georg Poduschka, Christian Wegerer (PPAG architects).

Read more about the jury's decision [here](#) (in German).

Photo: © CreateJu



- - Iconic Award 2022, "Best of Best"



News from 06/10/2022

**Steirereck am Pogusch awarded a „Best of Best“ Iconic Award**

The prize-giving ceremony of the German Design Council's [Iconic Awards](#) took place in Munich on October 5th. We are thrilled that PPAG architects have been awarded the "Best of Best" prize in the category "Innovative Architecture" for the [Steirereck am Pogusch!](#)

More about the award can be found [here](#).

Photo: © Hertha Humaus



**Einreichungen:**

- Staatspreiseinreichung – Umwelt- und Energietechnologie



Staatspreis 2021  
Umwelt- und Energietechnologie  
Kategorie: Kreislaufwirtschaft & Ressourceneffizienz  
Einreichformular



Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

Das geförderte Forschungsprojekt wurde unter der Kategorie: Kreislaufwirtschaft & Ressourceneffizienz beim Staatspreis 2021 beim Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie eingereicht.

- - Eingereicht, shortlisted, aber nicht gewonnen: Dezeen Award
- - Eingereicht, shortlisted, aber nicht gewonnen: FRAME Award

## Exkursionen und Führungen:

Herr Reitbauer macht regelmäßige Hausführungen mit kleinen Gastgruppen, sowie mit Geschäfts- und Berufskollegen.

Zu diesem Zwecke wurde eine eigene Schautafel (2,0 x 1,0 m) gestaltet und im und im Gastbereich (Gang) sichtbar für Präsentationen aufgehängt.

Abbildung 70 Schautafel zur Unterstützung bei Führungen Vorort, Quelle AEE INTEC



**STEIRERACK AM POGUSCH**

**Energy²POG**  
Hybrider Energieverbund am Pogusch - Erneuerbare Energien und kosteneffizienter Betrieb





**Kooperationspartner\*innen:**

- Steirerack-Steinwerk GmbH
- AEE INTEC
- PPG architektur design
- TBI Ingetechnik GmbH

**Energy²POG**

Der Energiebedarf in der Industrie und Gastronomie ist ein entscheidender Produktionsfaktor, der hohe Kosten und CO2-Emissionen verursacht. Am Beispiel des Gastronomie- und Hotelprojektes „Steirerack - Pogusch“ werden durch energetische und ökologische Optimierungsmaßnahmen den Überlebens im Verbund mit den geplanten Neubauten ein nahe Plus-Energie-Ergebnis erzielt. Ziel ist die Umsetzung eines hybriden hinsichtlich betrieblicher Stoffströme optimierten Gesamtkonzepts für einen Gastronomie- und Hotelbetrieb in exponierter Lage. Das Konzept ermöglicht die Integration und Einbindung sämtlicher betrieblicher Stoffströme. Der Fokus der Maßnahmen lag im Bereich der erneuerbaren Energieversorgung (Wärme, Kälte, Strom), ergänzt durch Maßnahmen zur Reduktion des Heizwärmebedarfs (energieeffiziente Betriebsmittel, Maßnahmen vor Ort, Kreislaufwirtschaft - Kompostierung, ökologische Baustoffauswahl) und Maßnahmen zur Gewinnung des metabolisch gebundenen Energie- und CO2-Verbrauches. Das Projekt zeigt, dass durch ein umfassendes Maßnahmenpaket ein nahezu energieautarkes, ressourcenschonendes Tourismuszoojekt in „Innovative“ Realität werden kann.

**Energiekonzept**

Der „hybride Energieverbund“ basiert auf dem Zusammenspiel unterschiedlicher erneuerbarer Energiesysteme. Das daraus resultierende Energiekonzept berücksichtigt bereits bestehende Strukturen wie auch neu zu installierende Systeme und fasst dies in einer Systemlösung zusammen. Das Energiekonzept ermöglicht für das gesamte Anwesen „Steirerack“ die Erreichung eines Plus-Energie-Standards und berücksichtigt zugleich die spezifischen Rahmenbedingungen einer Lage auf rund 1.000m² Seehöhe, insbesondere die Nutzung der vor Ort verfügbaren erneuerbaren Energien. Zentrales Element ist dabei, dass die bestehenden Versorgungsanlagen (150 kW/Heckkesselanlage und eine 5 MW Photovoltaikanlage) im neuen Gesamtkonzept die Basis bilden können und im optimalen Zusammenspiel mit den jeweiligen neuen Elementen die Erreichung des Plus-Energie-Standards möglich wird. Die neuen Gebäude werden im Niedrigenergiestandard unter höchster Nutzung von Passivhauskomponenten ausgeführt, Konsequente Umsetzung von vertikaler Belüftung mit Klimaregulation führt zum Ausfall von Heizkörpern. Die Klimaregulation erfolgt auf Basis Direktenergiesysteme (Waldöfen- und Wandheizung). Die geplanten Gewerkehäuser werden überwiegend Holzwerkstoff ausgebaut und sind in einem modular bebauten Teil und in einem gering bebauten Teil getrennt. Die Umbauarbeiten sind innerhalb eines sehr guten Zustand (ca. 50-70 Millionen) und größtenteils auch mit komplexer Wohnnutzung und Warmwassergewinnung ausgebaut.



Abbildung 1: Energiekonzept

- 1. Energieerzeugung (PV, Wind)
- 2. Energieerzeugung (Heckkessel, Biomasse)
- 3. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 4. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 5. Energieerzeugung (Geothermie)
- 6. Energieerzeugung (Windkraft)
- 7. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 8. Energieerzeugung (Biomasse)
- 9. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 10. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 11. Energieerzeugung (Geothermie)
- 12. Energieerzeugung (Windkraft)
- 13. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 14. Energieerzeugung (Biomasse)
- 15. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 16. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 17. Energieerzeugung (Geothermie)
- 18. Energieerzeugung (Windkraft)
- 19. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 20. Energieerzeugung (Biomasse)
- 21. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 22. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 23. Energieerzeugung (Geothermie)
- 24. Energieerzeugung (Windkraft)
- 25. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 26. Energieerzeugung (Biomasse)
- 27. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 28. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 29. Energieerzeugung (Geothermie)
- 30. Energieerzeugung (Windkraft)
- 31. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 32. Energieerzeugung (Biomasse)
- 33. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 34. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 35. Energieerzeugung (Geothermie)
- 36. Energieerzeugung (Windkraft)
- 37. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 38. Energieerzeugung (Biomasse)
- 39. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 40. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 41. Energieerzeugung (Geothermie)
- 42. Energieerzeugung (Windkraft)
- 43. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 44. Energieerzeugung (Biomasse)
- 45. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 46. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 47. Energieerzeugung (Geothermie)
- 48. Energieerzeugung (Windkraft)
- 49. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 50. Energieerzeugung (Biomasse)
- 51. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 52. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 53. Energieerzeugung (Geothermie)
- 54. Energieerzeugung (Windkraft)
- 55. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 56. Energieerzeugung (Biomasse)
- 57. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 58. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 59. Energieerzeugung (Geothermie)
- 60. Energieerzeugung (Windkraft)
- 61. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 62. Energieerzeugung (Biomasse)
- 63. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 64. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 65. Energieerzeugung (Geothermie)
- 66. Energieerzeugung (Windkraft)
- 67. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 68. Energieerzeugung (Biomasse)
- 69. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 70. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 71. Energieerzeugung (Geothermie)
- 72. Energieerzeugung (Windkraft)
- 73. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 74. Energieerzeugung (Biomasse)
- 75. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 76. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 77. Energieerzeugung (Geothermie)
- 78. Energieerzeugung (Windkraft)
- 79. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 80. Energieerzeugung (Biomasse)
- 81. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 82. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 83. Energieerzeugung (Geothermie)
- 84. Energieerzeugung (Windkraft)
- 85. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 86. Energieerzeugung (Biomasse)
- 87. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 88. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 89. Energieerzeugung (Geothermie)
- 90. Energieerzeugung (Windkraft)
- 91. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 92. Energieerzeugung (Biomasse)
- 93. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 94. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 95. Energieerzeugung (Geothermie)
- 96. Energieerzeugung (Windkraft)
- 97. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 98. Energieerzeugung (Biomasse)
- 99. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 100. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 101. Energieerzeugung (Geothermie)
- 102. Energieerzeugung (Windkraft)
- 103. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 104. Energieerzeugung (Biomasse)
- 105. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 106. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 107. Energieerzeugung (Geothermie)
- 108. Energieerzeugung (Windkraft)
- 109. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 110. Energieerzeugung (Biomasse)
- 111. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 112. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 113. Energieerzeugung (Geothermie)
- 114. Energieerzeugung (Windkraft)
- 115. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 116. Energieerzeugung (Biomasse)
- 117. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 118. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 119. Energieerzeugung (Geothermie)
- 120. Energieerzeugung (Windkraft)
- 121. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 122. Energieerzeugung (Biomasse)
- 123. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 124. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 125. Energieerzeugung (Geothermie)
- 126. Energieerzeugung (Windkraft)
- 127. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 128. Energieerzeugung (Biomasse)
- 129. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 130. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 131. Energieerzeugung (Geothermie)
- 132. Energieerzeugung (Windkraft)
- 133. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 134. Energieerzeugung (Biomasse)
- 135. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 136. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 137. Energieerzeugung (Geothermie)
- 138. Energieerzeugung (Windkraft)
- 139. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 140. Energieerzeugung (Biomasse)
- 141. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 142. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 143. Energieerzeugung (Geothermie)
- 144. Energieerzeugung (Windkraft)
- 145. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 146. Energieerzeugung (Biomasse)
- 147. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 148. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 149. Energieerzeugung (Geothermie)
- 150. Energieerzeugung (Windkraft)
- 151. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 152. Energieerzeugung (Biomasse)
- 153. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 154. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 155. Energieerzeugung (Geothermie)
- 156. Energieerzeugung (Windkraft)
- 157. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 158. Energieerzeugung (Biomasse)
- 159. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 160. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 161. Energieerzeugung (Geothermie)
- 162. Energieerzeugung (Windkraft)
- 163. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 164. Energieerzeugung (Biomasse)
- 165. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 166. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 167. Energieerzeugung (Geothermie)
- 168. Energieerzeugung (Windkraft)
- 169. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 170. Energieerzeugung (Biomasse)
- 171. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 172. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 173. Energieerzeugung (Geothermie)
- 174. Energieerzeugung (Windkraft)
- 175. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 176. Energieerzeugung (Biomasse)
- 177. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 178. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 179. Energieerzeugung (Geothermie)
- 180. Energieerzeugung (Windkraft)
- 181. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 182. Energieerzeugung (Biomasse)
- 183. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 184. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 185. Energieerzeugung (Geothermie)
- 186. Energieerzeugung (Windkraft)
- 187. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 188. Energieerzeugung (Biomasse)
- 189. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 190. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 191. Energieerzeugung (Geothermie)
- 192. Energieerzeugung (Windkraft)
- 193. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 194. Energieerzeugung (Biomasse)
- 195. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 196. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 197. Energieerzeugung (Geothermie)
- 198. Energieerzeugung (Windkraft)
- 199. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 200. Energieerzeugung (Biomasse)
- 201. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 202. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 203. Energieerzeugung (Geothermie)
- 204. Energieerzeugung (Windkraft)
- 205. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 206. Energieerzeugung (Biomasse)
- 207. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 208. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 209. Energieerzeugung (Geothermie)
- 210. Energieerzeugung (Windkraft)
- 211. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 212. Energieerzeugung (Biomasse)
- 213. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 214. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 215. Energieerzeugung (Geothermie)
- 216. Energieerzeugung (Windkraft)
- 217. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 218. Energieerzeugung (Biomasse)
- 219. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 220. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 221. Energieerzeugung (Geothermie)
- 222. Energieerzeugung (Windkraft)
- 223. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 224. Energieerzeugung (Biomasse)
- 225. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 226. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 227. Energieerzeugung (Geothermie)
- 228. Energieerzeugung (Windkraft)
- 229. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 230. Energieerzeugung (Biomasse)
- 231. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 232. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 233. Energieerzeugung (Geothermie)
- 234. Energieerzeugung (Windkraft)
- 235. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 236. Energieerzeugung (Biomasse)
- 237. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 238. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 239. Energieerzeugung (Geothermie)
- 240. Energieerzeugung (Windkraft)
- 241. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 242. Energieerzeugung (Biomasse)
- 243. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 244. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 245. Energieerzeugung (Geothermie)
- 246. Energieerzeugung (Windkraft)
- 247. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 248. Energieerzeugung (Biomasse)
- 249. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 250. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 251. Energieerzeugung (Geothermie)
- 252. Energieerzeugung (Windkraft)
- 253. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 254. Energieerzeugung (Biomasse)
- 255. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 256. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 257. Energieerzeugung (Geothermie)
- 258. Energieerzeugung (Windkraft)
- 259. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 260. Energieerzeugung (Biomasse)
- 261. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 262. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 263. Energieerzeugung (Geothermie)
- 264. Energieerzeugung (Windkraft)
- 265. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 266. Energieerzeugung (Biomasse)
- 267. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 268. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 269. Energieerzeugung (Geothermie)
- 270. Energieerzeugung (Windkraft)
- 271. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 272. Energieerzeugung (Biomasse)
- 273. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 274. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 275. Energieerzeugung (Geothermie)
- 276. Energieerzeugung (Windkraft)
- 277. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 278. Energieerzeugung (Biomasse)
- 279. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 280. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 281. Energieerzeugung (Geothermie)
- 282. Energieerzeugung (Windkraft)
- 283. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 284. Energieerzeugung (Biomasse)
- 285. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 286. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 287. Energieerzeugung (Geothermie)
- 288. Energieerzeugung (Windkraft)
- 289. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 290. Energieerzeugung (Biomasse)
- 291. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 292. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 293. Energieerzeugung (Geothermie)
- 294. Energieerzeugung (Windkraft)
- 295. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 296. Energieerzeugung (Biomasse)
- 297. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 298. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 299. Energieerzeugung (Geothermie)
- 300. Energieerzeugung (Windkraft)
- 301. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 302. Energieerzeugung (Biomasse)
- 303. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 304. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 305. Energieerzeugung (Geothermie)
- 306. Energieerzeugung (Windkraft)
- 307. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 308. Energieerzeugung (Biomasse)
- 309. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 310. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 311. Energieerzeugung (Geothermie)
- 312. Energieerzeugung (Windkraft)
- 313. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 314. Energieerzeugung (Biomasse)
- 315. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 316. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 317. Energieerzeugung (Geothermie)
- 318. Energieerzeugung (Windkraft)
- 319. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 320. Energieerzeugung (Biomasse)
- 321. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 322. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 323. Energieerzeugung (Geothermie)
- 324. Energieerzeugung (Windkraft)
- 325. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 326. Energieerzeugung (Biomasse)
- 327. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 328. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 329. Energieerzeugung (Geothermie)
- 330. Energieerzeugung (Windkraft)
- 331. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 332. Energieerzeugung (Biomasse)
- 333. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 334. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 335. Energieerzeugung (Geothermie)
- 336. Energieerzeugung (Windkraft)
- 337. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 338. Energieerzeugung (Biomasse)
- 339. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 340. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 341. Energieerzeugung (Geothermie)
- 342. Energieerzeugung (Windkraft)
- 343. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 344. Energieerzeugung (Biomasse)
- 345. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 346. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 347. Energieerzeugung (Geothermie)
- 348. Energieerzeugung (Windkraft)
- 349. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 350. Energieerzeugung (Biomasse)
- 351. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 352. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 353. Energieerzeugung (Geothermie)
- 354. Energieerzeugung (Windkraft)
- 355. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 356. Energieerzeugung (Biomasse)
- 357. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 358. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 359. Energieerzeugung (Geothermie)
- 360. Energieerzeugung (Windkraft)
- 361. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 362. Energieerzeugung (Biomasse)
- 363. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 364. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 365. Energieerzeugung (Geothermie)
- 366. Energieerzeugung (Windkraft)
- 367. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 368. Energieerzeugung (Biomasse)
- 369. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 370. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 371. Energieerzeugung (Geothermie)
- 372. Energieerzeugung (Windkraft)
- 373. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 374. Energieerzeugung (Biomasse)
- 375. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 376. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 377. Energieerzeugung (Geothermie)
- 378. Energieerzeugung (Windkraft)
- 379. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 380. Energieerzeugung (Biomasse)
- 381. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 382. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 383. Energieerzeugung (Geothermie)
- 384. Energieerzeugung (Windkraft)
- 385. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 386. Energieerzeugung (Biomasse)
- 387. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 388. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 389. Energieerzeugung (Geothermie)
- 390. Energieerzeugung (Windkraft)
- 391. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 392. Energieerzeugung (Biomasse)
- 393. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 394. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 395. Energieerzeugung (Geothermie)
- 396. Energieerzeugung (Windkraft)
- 397. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 398. Energieerzeugung (Biomasse)
- 399. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 400. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 401. Energieerzeugung (Geothermie)
- 402. Energieerzeugung (Windkraft)
- 403. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 404. Energieerzeugung (Biomasse)
- 405. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 406. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 407. Energieerzeugung (Geothermie)
- 408. Energieerzeugung (Windkraft)
- 409. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 410. Energieerzeugung (Biomasse)
- 411. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 412. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 413. Energieerzeugung (Geothermie)
- 414. Energieerzeugung (Windkraft)
- 415. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 416. Energieerzeugung (Biomasse)
- 417. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 418. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 419. Energieerzeugung (Geothermie)
- 420. Energieerzeugung (Windkraft)
- 421. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 422. Energieerzeugung (Biomasse)
- 423. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 424. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 425. Energieerzeugung (Geothermie)
- 426. Energieerzeugung (Windkraft)
- 427. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 428. Energieerzeugung (Biomasse)
- 429. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 430. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 431. Energieerzeugung (Geothermie)
- 432. Energieerzeugung (Windkraft)
- 433. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 434. Energieerzeugung (Biomasse)
- 435. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 436. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 437. Energieerzeugung (Geothermie)
- 438. Energieerzeugung (Windkraft)
- 439. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 440. Energieerzeugung (Biomasse)
- 441. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 442. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 443. Energieerzeugung (Geothermie)
- 444. Energieerzeugung (Windkraft)
- 445. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 446. Energieerzeugung (Biomasse)
- 447. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 448. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 449. Energieerzeugung (Geothermie)
- 450. Energieerzeugung (Windkraft)
- 451. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 452. Energieerzeugung (Biomasse)
- 453. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 454. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 455. Energieerzeugung (Geothermie)
- 456. Energieerzeugung (Windkraft)
- 457. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 458. Energieerzeugung (Biomasse)
- 459. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 460. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 461. Energieerzeugung (Geothermie)
- 462. Energieerzeugung (Windkraft)
- 463. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 464. Energieerzeugung (Biomasse)
- 465. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 466. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 467. Energieerzeugung (Geothermie)
- 468. Energieerzeugung (Windkraft)
- 469. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 470. Energieerzeugung (Biomasse)
- 471. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 472. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 473. Energieerzeugung (Geothermie)
- 474. Energieerzeugung (Windkraft)
- 475. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 476. Energieerzeugung (Biomasse)
- 477. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 478. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 479. Energieerzeugung (Geothermie)
- 480. Energieerzeugung (Windkraft)
- 481. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 482. Energieerzeugung (Biomasse)
- 483. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 484. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 485. Energieerzeugung (Geothermie)
- 486. Energieerzeugung (Windkraft)
- 487. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 488. Energieerzeugung (Biomasse)
- 489. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 490. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 491. Energieerzeugung (Geothermie)
- 492. Energieerzeugung (Windkraft)
- 493. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 494. Energieerzeugung (Biomasse)
- 495. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 496. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 497. Energieerzeugung (Geothermie)
- 498. Energieerzeugung (Windkraft)
- 499. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 500. Energieerzeugung (Biomasse)

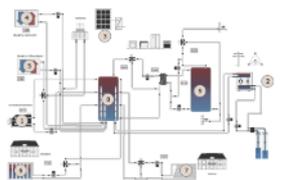


Abbildung 2: Darstellung des Anlagenschemas der Energieversorgung

- 1. Energieerzeugung (PV, Wind)
- 2. Energieerzeugung (Heckkessel, Biomasse)
- 3. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 4. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 5. Energieerzeugung (Geothermie)
- 6. Energieerzeugung (Windkraft)
- 7. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 8. Energieerzeugung (Biomasse)
- 9. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 10. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 11. Energieerzeugung (Geothermie)
- 12. Energieerzeugung (Windkraft)
- 13. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 14. Energieerzeugung (Biomasse)
- 15. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 16. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 17. Energieerzeugung (Geothermie)
- 18. Energieerzeugung (Windkraft)
- 19. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 20. Energieerzeugung (Biomasse)
- 21. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 22. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 23. Energieerzeugung (Geothermie)
- 24. Energieerzeugung (Windkraft)
- 25. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 26. Energieerzeugung (Biomasse)
- 27. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 28. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 29. Energieerzeugung (Geothermie)
- 30. Energieerzeugung (Windkraft)
- 31. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 32. Energieerzeugung (Biomasse)
- 33. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 34. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 35. Energieerzeugung (Geothermie)
- 36. Energieerzeugung (Windkraft)
- 37. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 38. Energieerzeugung (Biomasse)
- 39. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 40. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 41. Energieerzeugung (Geothermie)
- 42. Energieerzeugung (Windkraft)
- 43. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 44. Energieerzeugung (Biomasse)
- 45. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 46. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 47. Energieerzeugung (Geothermie)
- 48. Energieerzeugung (Windkraft)
- 49. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 50. Energieerzeugung (Biomasse)
- 51. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 52. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 53. Energieerzeugung (Geothermie)
- 54. Energieerzeugung (Windkraft)
- 55. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 56. Energieerzeugung (Biomasse)
- 57. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 58. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 59. Energieerzeugung (Geothermie)
- 60. Energieerzeugung (Windkraft)
- 61. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 62. Energieerzeugung (Biomasse)
- 63. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 64. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 65. Energieerzeugung (Geothermie)
- 66. Energieerzeugung (Windkraft)
- 67. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 68. Energieerzeugung (Biomasse)
- 69. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 70. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 71. Energieerzeugung (Geothermie)
- 72. Energieerzeugung (Windkraft)
- 73. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 74. Energieerzeugung (Biomasse)
- 75. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 76. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 77. Energieerzeugung (Geothermie)
- 78. Energieerzeugung (Windkraft)
- 79. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 80. Energieerzeugung (Biomasse)
- 81. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 82. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 83. Energieerzeugung (Geothermie)
- 84. Energieerzeugung (Windkraft)
- 85. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 86. Energieerzeugung (Biomasse)
- 87. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 88. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 89. Energieerzeugung (Geothermie)
- 90. Energieerzeugung (Windkraft)
- 91. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 92. Energieerzeugung (Biomasse)
- 93. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 94. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 95. Energieerzeugung (Geothermie)
- 96. Energieerzeugung (Windkraft)
- 97. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 98. Energieerzeugung (Biomasse)
- 99. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 100. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 101. Energieerzeugung (Geothermie)
- 102. Energieerzeugung (Windkraft)
- 103. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 104. Energieerzeugung (Biomasse)
- 105. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 106. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 107. Energieerzeugung (Geothermie)
- 108. Energieerzeugung (Windkraft)
- 109. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 110. Energieerzeugung (Biomasse)
- 111. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 112. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 113. Energieerzeugung (Geothermie)
- 114. Energieerzeugung (Windkraft)
- 115. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 116. Energieerzeugung (Biomasse)
- 117. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 118. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 119. Energieerzeugung (Geothermie)
- 120. Energieerzeugung (Windkraft)
- 121. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 122. Energieerzeugung (Biomasse)
- 123. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 124. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 125. Energieerzeugung (Geothermie)
- 126. Energieerzeugung (Windkraft)
- 127. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 128. Energieerzeugung (Biomasse)
- 129. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 130. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 131. Energieerzeugung (Geothermie)
- 132. Energieerzeugung (Windkraft)
- 133. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 134. Energieerzeugung (Biomasse)
- 135. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 136. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 137. Energieerzeugung (Geothermie)
- 138. Energieerzeugung (Windkraft)
- 139. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 140. Energieerzeugung (Biomasse)
- 141. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 142. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 143. Energieerzeugung (Geothermie)
- 144. Energieerzeugung (Windkraft)
- 145. Energieerzeugung (Photovoltaik)
- 146. Energieerzeugung (Biomasse)
- 147. Energieerzeugung (Wärmepumpe)
- 148. Energieerzeugung (Solarthermie)
- 149. Energie

# 8 Ausblick und Empfehlungen

Die Überprüfung des umgesetzten Lösungskonzeptes auf Zielkonformität durch Monitoring, messtechnische Begleituntersuchung und Evaluierung zeigte eindeutig, dass die Erreichung eines nahezu PLUS-Energiestandards möglich ist, jedoch mit sehr hohem Einsatz an erneuerbaren Energieträgern und technischen Einrichtungen. Eine Optimierung der gebäudetechnischen Anlagen in der Errichtung und im Betrieb ist jedenfalls erforderlich.

Weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sollten sich mit der Wirtschaftlichkeit der gebäudetechnischen Komponenten für ein Plus-Energiegebäude in der Sanierung und Neubau beschäftigen. Dies ist Voraussetzung für einen zukünftigen großflächigen Einsatz. Durch die Umsetzung weiterer Demonstrationsvorhaben im Bereich des Tourismus wird diese Innovation einer noch größeren Öffentlichkeit zugeführt.

Ebenso ist in der Sanierung eine Optimierung der Energiesysteme, der Leitungsführung und Verteilmöglichkeiten - für hochwertige Sanierungen - im Gebäudekomplex ein zukunftsweisendes Thema. Die Integration von weiteren haustechnischen Einrichtungen weist aus Sicht der Verfasser ebenso ein großes Potential auf. Die Möglichkeit Technologien aus dem Passivhausbereich in der Sanierung und Neubau umzusetzen bzw. zu kombinieren, aber dabei auch die Neuorientierung des Gebäudes hin zum Energieproduzenten zu berücksichtigen wurde durch das umfangreiche Monitoring bestätigt. Durch die Veröffentlichungen der Ergebnisse auf nationaler und internationaler Ebene durch entsprechende Vorträge und Einbindungen in internationale Projekte (IEA, etc.) lässt sich für die Projektbeteiligten des Demonstrationsprojektes ein verstärktes Auftragsvolumen und ein großer Werbeeffekt erwarten. Seitens des Verfassers ist es unbedingt erforderlich, zukünftig auf dem Sektor der Sanierung zum Plus-Energiegebäude bzw. -areale weiter einen Forschungsschwerpunkt zu setzen, welcher den Aspekt der Low Tech Sanierung, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit verstärkt einbringt.

Diesbezüglich sollten unbedingt weitere Themenschwerpunkte von nationalen und internationalen Förderschienen ausgeschrieben werden.

Die Umsetzung in Richtung Demonstrationsprojekt ist - trotz der Risiken bei der Realisierung, besonders wegen der derzeitigen Preissituationen – unbedingt erforderlich. Das Potential für Demonstrationsvorhaben ist laut Einschätzung der Verfasser jedenfalls vorhanden und sollte für die Verbreitung genutzt werden.

# 9 Verzeichnisse

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Plusenergieverbund Pogusch – Fotos/ Impressionen.....	14
Abbildung 2 Bestandssituation, Quelle google map .....	20
Abbildung 3 Bestandsgebäude Flächenzusammenstellung, Quelle: TBH Ingenieur GmbH.....	21
Abbildung 4 Bestandsgebäude Endenergie Quelle: TBH Ingenieur GmbH .....	22
Abbildung 5 Energieverbrauchsanteile der Bestandsgebäude Quelle: TBH Ingenieur GmbH.....	22
Abbildung 6 Thermische Energiebedarfsstruktur eines Jahres, Quelle: TBH Ingenieur GmbH .....	23
Abbildung 7 Primärenergieverbrauch PEI und CO <sub>2</sub> -Verbrauch (Bestand), Quelle: TBH Ingenieur GmbH .....	23
Abbildung 8 Wiederverwendbarkeit der installierten Gebäudetechnik, Quelle: TBH Ingenieur GmbH .....	24
Abbildung 9 Auszug Nutzungsmatrix, Quelle: Steirerack, Stadtpark GmbH .....	25
Abbildung 10 Darstellung der Leistungsaufstellung Quelle: TBH Ingenieur GmbH .....	26
Abbildung 11 Energiekonzept – Vision.....	27
Abbildung 12 Prinzipschema - Energieverbund Quelle: AEE INTEC .....	28
Abbildung 13 Prinzipschema – Energetisches PLUS-Energiekonzept Quelle: AEE INTEC .....	29
Abbildung 14 Lageplan der betroffenen Gebäude inkl. Bestandsgebäude .....	30
Abbildung 15 Zentraler Pufferspeicher 25m <sup>3</sup> im Heizhaus, , Quelle: AEE INTEC .....	34
Abbildung 16 Dezentraler Pufferspeicher im Haupthaus, Quelle: ÖGUT .....	34
Abbildung 17 Bauteilaktivierung, Quelle: TBH Ingenieur GmbH.....	35
Abbildung 18 Darstellung des Anlagenschemas Quelle: TBH Ingenieur GmbH.....	36
Abbildung 19 Hackgutkesselanlage im Heizhaus Quelle: AEE INTEC .....	37
Abbildung 20 Anlagenschemas Hackgutkesselanlage Quelle: TBH Ingenieur GmbH .....	38
Abbildung 21 Schematischer Aufbau KWK-Anlage Quelle: www.froehling.com.....	39
Abbildung 22 Heizzentrale Neu mit KWK-Anlage (Quelle: TBH Ingenieur GmbH.....	40
Abbildung 23 Montage Neue PV-Anlage (66 kWp) auf dem Schafstall Quelle: TBH Ingenieur GmbH. 41	41
Abbildung 24 Fertigstellung Neue PV-Anlage (66 kWp) auf dem Schafstall, Quelle: AEE INTEC.....	42
Abbildung 25 Abgaswärmetauscher Typ FW-200, Quelle: Fercher GmbH .....	43
Abbildung 26 Holzöfen in der Schankküche Quelle: PPAG und AEE INTEC.....	43
Abbildung 27 Regelungstechnischer Verbund Quelle: Siemens .....	44
Abbildung 28 Standort des Gasthauses Pogusch in der Steiermark .....	45
Abbildung 29 Eingaben zum Ort des simulierten Objektes.....	45
Abbildung 30 Monatssummen der direkten Strahlung auf die Normale bzw. der Diffusstrahlung auf die Horizontale in kWh/m <sup>2</sup> und die mittlere Außentemperatur in °C für den Standort Pogusch .....	46
Abbildung 31 Monatssummen der direkten Strahlung auf die Normale bzw. der Diffusstrahlung auf die Horizontale in kWh/m <sup>2</sup> und die mittlere Außentemperatur in °C für den Standort Wien .....	47



Abbildung 64 Jahresverlauf der Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs .....	92
Abbildung 65 Jahresbilanz der Wärmequellen und Stromquellen.....	92
Abbildung 66 Ausblick: Gegenüberstellung Wärme – Erneuerbare Wärmeerzeugung und Bedarf über ein Messjahr mit Abschätzung der zukünftigen Biomasse KWK (in Ausführung) .....	93
Abbildung 67 Ausblick: Endenergiebilanz Wärme – Erneuerbare Wärmeerzeugung und Bedarf (Nullenergiebilanz) über ein Messjahr mit Abschätzung der zukünftigen Biomasse KWK (in Ausführung) .....	93
Abbildung 68 Ausblick: Gegenüberstellung Strombezug - Erneuerbare Stromerzeugung über ein Messjahr mit Abschätzung der zukünftigen Biomasse KWK (in Ausführung).....	94
Abbildung 69 Ausblick: Endenergiebilanz Strom – Erneuerbare Stromerzeugung und Bedarf (Nullenergiebilanz) über ein Messjahr mit Abschätzung der zukünftigen Biomasse KWK (in Ausführung) .....	94
Abbildung 70 Schautafel zur Unterstützung bei Führungen Vorort, Quelle AEE INTEC .....	100

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lüftungsstrategie des Wellnessbereichs mit Faktor zum Maximalluftvolumenstrom, wobei außerhalb der Regelzeiten die Lüftung auf Grundlast aus Hygienegründen läuft.....	48
Tabelle 2: Lüftungsstrategie der Küche mit Frühstück zwischen Mo-So um 8-11 Uhr und Regelbetrieb von Do-So zwischen 8-23 Uhr mit den Skalierfaktoren zu den Auslegungslüftungsströmen.....	49
Tabelle 3: Lüftungsstrategie vom Salettl und Holzhaus mit Frühstück zwischen Mo-So um 8-11 Uhr und Regelbetrieb von Do-So zwischen 8-24 Uhr mit den Skalierfaktoren zum Auslegungslüftungsvolumenstrom.....	49
Tabelle 4: Skalierfaktor für die Warmwasserbereitung im Schlafen im Stall, wobei zwischen 7-8 und 18-20 Uhr von Mo-So volle Leistung angenommen wurde.....	50
Tabelle 5: Skalierfaktor der Leistung für die Warmwasserbereitung in der Gastronomie mit Betrieb zwischen Do-So von 12 bis 24 Uhr .....	50
Tabelle 6: Betriebszeiten des Ofens mit dem Leistungsskalierfaktor für den Betrieb von Do-So zwischen 09-21 Uhr.....	51
Tabelle 7: Gesamtüberblick über alle Gebäude Zonen und Annahmen mit den Betriebszeiten und Leistungen .....	52
Tabelle 8: Zu verändernde Parameter mit den Einstellungen für das Basisszenario in der ganz rechten Spalte.....	55
Tabelle 9: Ergebnisse des Auskühlversuches bei vollbeladenen Speichermassen zu Beginn de .....	61
Tabelle 10: Auswertung des Verlaufes und Bestimmung des Gradienten für die Bauteilaktivierung und des Luftheizers unter dynamischen Bedingungen .....	61
Tabelle 11: Veränderbare Parameter für die Parameterstudie, maximaler und minimaler Wert bzw. Anzahl der Simulationen und Werte für die Basisvariante .....	62

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)