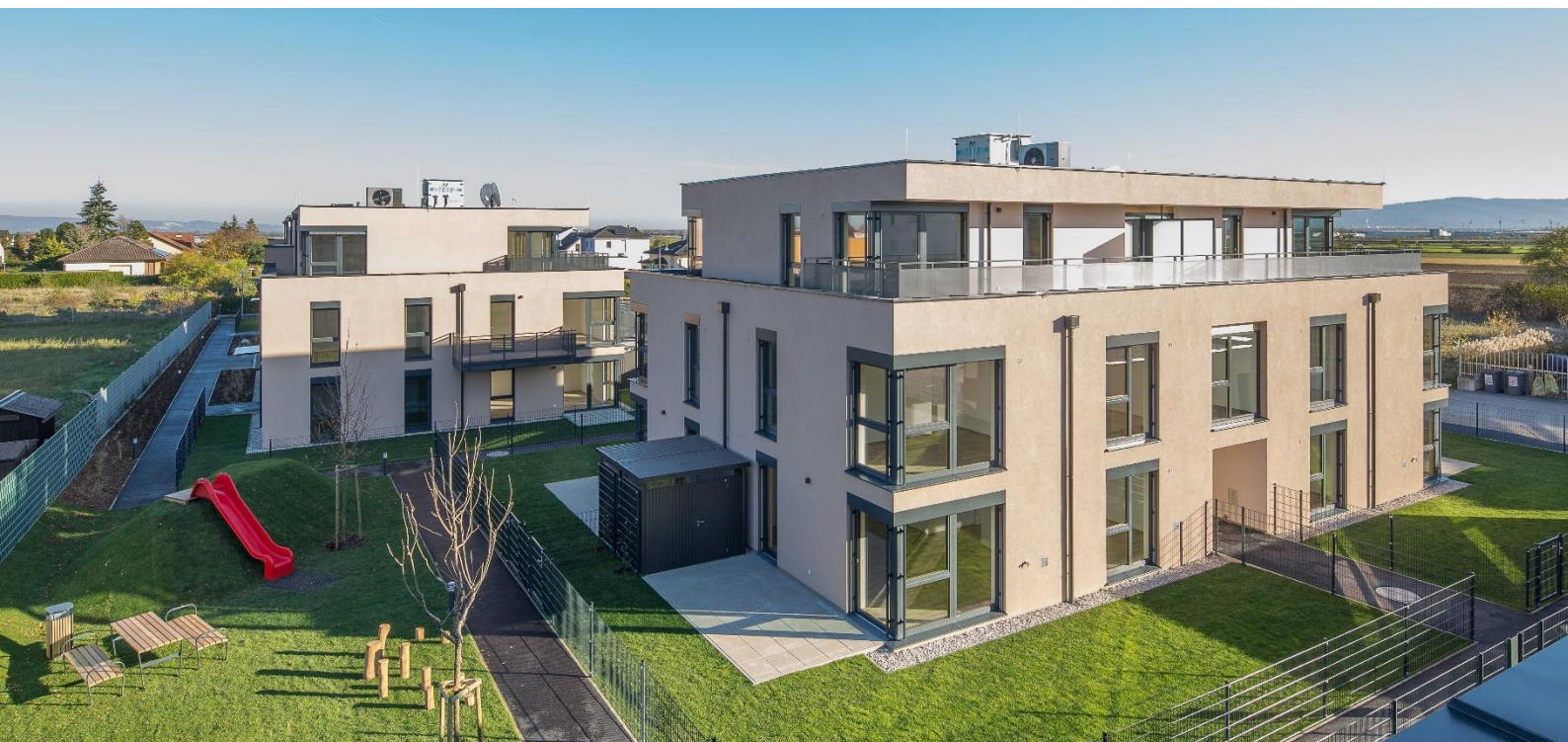


## Low-Tech Wohnbau – Leistbarkeit im Lebenszyklus

Pilotprojekt der Gemeinnützigen Wohnungsgesellschaft ‚Arthur Krupp‘ GmbH  
in Theresienfeld, Tonpfeifengasse 5

Endbericht



Februar 2022

Gefördert durch die NÖ Wohnbauforschung  
F 2266



# LOW-TECH WOHNBAU – LEISTBARKEIT IM LEBENSZYKLUS

Gefördert durch die NÖ Wohnbauforschung

Team ‚Arthur Krupp‘ GmbH:

DI Gerald Batelka (Projektleitung)

DI Christof Anderle und Bmst.Ing. Roland Kreuter (Geschäftsführung)

Team IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH:

FH-Doz.Dr. Wolfgang Amann

Dr. Nadejda Komendantova

Steinkogler Aigner Architekten:

Arch. DI Rudolf Steinkogler

Arch. DI Michael Aigner

DI Christina Troppmann

DI Martina Retschitzegger

Gugerell KG: Ing. Franz Gugerell, MSc.

Allplan GmbH / hacon GmbH:

Bmst. DI DI Dr. Simon Handler

DI(FH) Gernot Haslinger

Energieinstitut Vorarlberg:

DI Arch. Sabine Erber

Thomas Roßkopf-Nachbaur, MSc.

Bauinnung Niederösterreich – Dinhobl Bauunternehmung: Bmstr. Johannes Dinhobl

FGW – Forschungsgesellschaft für Wohnen, Bauen und Planen: Dr. Felix Josef

Archicolor e.U.: DI arch. Pia Anna Buxbaum

Februar 2022

ARTHUR KRUPP Gemeinnützigen Wohnungsgesellschaft mbH

Neugasse 11

2560 Berndorf

Tel. + 43 2672 82340-0

Mail: [office.gewog@wiensued.at](mailto:office.gewog@wiensued.at)

Internet: [www.wiensued.at](http://www.wiensued.at)

Zitiervorschlag

Wohnungsgesellschaft ‚Arthur Krupp‘ (2022): Low-Tech Wohnbau – Leistbarkeit im Lebenszyklus. Pilotprojekt in Theresienfeld, Tonpfeifengasse 5 (Berndorf: ‚Arthur Krupp‘, gefördert durch die NÖ Wohnbauforschung, F-2266).

# INHALT

|  |    |
|--|----|
| ECKPUNKTE DES KONZEPTS VIERTEL HOCH ZWEI                                   | 5  |
| EINLEITUNG   | 8  |
| <b>1</b> GOOD PRACTICE   | 9  |
| 1.1 Das 5-Euro-Haus der Neuen Heimat Tirol                                 | 9  |
| 1.2 Das 500-Euro-Haus der Vogewosi, Vorarlberg                             | 11 |
| 1.3 RIVA Home der Hefel Wohnbau, Vorarlberg                                | 13 |
| 1.4 Ansätze aus dem Interreg-Projekt „Low-Tech Gebäude im Bodenseeraum“    | 16 |
| <b>2</b> LAGE, MOBILITÄT   | 18 |
| 2.1 Einbindung in die Siedlungsstruktur, Infrastruktur                     | 18 |
| 2.2 Öffentlicher Verkehr, induzierter KFZ-Verkehr                          | 18 |
| 2.3 E-Mobilität, Ladeinfrastruktur   | 18 |
| 2.4 Ruhender Verkehr, Stellplatzverpflichtung                              | 19 |
| <b>3</b> GEBÄUDETYPLOGIE   | 20 |
| 3.1 Optimierte Dichte in suburbanen Gebieten                               | 20 |
| 3.2 Optimierung des Baukörpers   | 21 |
| 3.3 Erschließung, Barrierefreiheit   | 23 |
| 3.4 Freiraumgestaltung   | 23 |
| 3.5 Gemeinschaftseinrichtungen   | 24 |
| 3.6 Nachverdichtungspotenziale   | 25 |
| 3.7 Lebenszyklus-Aspekte   | 25 |
| <b>4</b> WOHNUNGSTYPLOGIE  | 26 |
| 4.1 Alternative zum Eigenheim im suburbanen Raum                           | 26 |
| 4.2 Optimierte Grundrisse  | 26 |
| 4.3 Teilbarkeit der Viertelhäuser  | 28 |
| 4.4 Fokus auf Leistbarkeit auch für größere Familien                       | 35 |
| <b>5</b> KONSTRUKTION UND BAUMATERIALIEN                                   | 37 |
| 5.1 Low-Tech-Ansätze, Lebenszyklus-Aspekte                                 | 37 |
| 5.2 Ver- und Entsorgung  | 37 |
| 5.3 Strukturelle Teile   | 37 |
| 5.4 Baumaterial-Matrix Wandbildner   | 37 |
| 5.5 Außenhaut, Dämmung   | 38 |
| 5.6 Fenster  | 39 |
| 5.7 Wohnungstrennwände / Schächte  | 39 |
| 5.8 Innenausbau, Bodenaufbau, Oberflächen                                  | 39 |
| 5.9 Systementscheidung Konstruktion, Wandaufbau, Materialien               | 39 |
| <b>6</b> ENERGIE, HAUSTECHNIK  | 40 |
| 6.1 Low-Tech-Ansätze   | 40 |
| <b>6.2 Evaluierung unterschiedlicher Energiebereitstellungssysteme</b>     | 40 |
| 6.3 Bauteilaktivierung im Wohnbau – Pro und Contra                         | 43 |
| 6.4 Haustechnik – Systementscheidung                                       | 51 |
| 6.5 Gebäudetechnik   | 53 |
| 6.6 Alternative Mobilitätsangebote, Ladeinfrastruktur                      | 56 |
| <b>7</b> BEGLEITUNG DES PILOTPROJEKTS DURCH DAS ENERGIEINSTITUT VORARLBERG | 57 |
| 7.1 Projektbegleitung im Rahmen eines Interreg-Projekts                    | 57 |
| 7.2 Energetische Berechnung des Pilotgebäudes                              | 57 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 7.3  | Energiebilanzen und Lebenszykluskosten                     | 58  |
| 7.4  | Simulationsergebnis  | 60  |
| 7.5  | Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit abgerechneten Kosten   | 62  |
| 8    | TECHNISCHES MONITORING                                     | 67  |
| 8.1  | Monitoring durch das Energieinstitut Vorarlberg            | 67  |
| 8.2  | Monitoring durch Allplan / hacon                           | 70  |
| 9    | ÖKOLOGIE, GRÜNRAUMASPEKTE                                  | 72  |
| 9.1  | Gebäudesoftskills  | 72  |
| 9.2  | Grünraumkonzept  | 78  |
| 10   | BAUPROZESS   | 80  |
| 11   | BEWOHNER SICHT, SOZIOLOGISCHE EVALUIERUNG                  | 81  |
| 11.1 | Allgemeine Bewohnerbefragung der Wien-Süd 2018             | 81  |
| 11.2 | Mietenkalkulation  | 81  |
| 11.3 | Bewohnerbefragung nach Bezug                               | 81  |
| 12   | DISSEMINATION  | 92  |
| 12.1 | Austausch in Forschungsnetzwerken                          | 92  |
| 12.2 | Öffentliche Baustellenbesichtigung 9/2019                  | 92  |
| 12.3 | Kooperation mit der Gemeinde                               | 94  |
| 12.4 | Medienaktivitäten  | 94  |
| 12.5 | Vertriebsaktivitäten durch die Bauvereinigung              | 94  |
| 12.6 | Preis-Einreichungen  | 95  |
| 12.7 | Klimaaktiv-Zertifizierung                                  | 95  |
| 13   | LESSONS LEARNT   | 96  |
| 13.1 | Schlussfolgerungen für die Bauvereinigung                  | 96  |
| 13.2 | Kooperation mit Gemeinden                                  | 96  |
| 13.3 | Skalierung   | 96  |
| 13.4 | Politikempfehlungen  | 96  |
| 14   | ANHANG   | 98  |
| 14.1 | Thermische Gebäudesimulation (3/2019, gekürzt)             | 98  |
| 14.2 | Technisches Monitoring (hacon GmbH)                        | 99  |
| 14.3 | Interviews   | 109 |
| 14.4 | Tabellen- und Abbildungsverzeichnis                        | 109 |
| 14.5 | Literatur  | 111 |
| 14.6 | Energieausweis (Haus 1, „Viertel <sup>2</sup> “-Typologie) | 113 |

## **ECKPUNKTE DES KONZEPTS VIERTEL HOCH ZWEI**

Die Gemeinnützige Wohnungsgesellschaft „Arthur Krupp“ (Teil der Wien Süd Gruppe) ging mit der Konzeptstudie „Viertel hoch Zwei“ (Viertel<sup>2</sup>) neue Wege im Wohnbau: mit einfacher Technik zu leistbaren, klimaneutralen und langlebigen Wohnungen. Es wurde mit Unterstützung der Wohnbauforschung des Landes Niederösterreich ein umfassend optimierter sozialer Wohnbau entwickelt, zum Zweck des größtmöglichen Nutzens für die Bewohner sowie als Modell für zukünftige Entwicklungen der Bauvereinigung und des gesamten geförderten Mehrwohnungsbaus in Niederösterreich.

## **NACHVERDICHTUNG IM STADTUMLAND**

Der Flächenverbrauch in Österreich ist wesentlich größer als in den meisten Nachbarländern, v.a. wegen dem hohen Stellenwert des Eigenheims. Die Interessenlage in den Kommunen – gerade im Einzugsbereich der großen Städte – ist komplex. Dennoch ist klar, dass diese Gemeinden eine größere Dichte brauchen. Viertel<sup>2</sup> ist ein kommunalpolitisches Statement für Mehrwohnungsbau in Einfamilienhausgebieten. Es kann zur Ermächtigung der Kommunalpolitik gegenüber Interessen von Eigenheimbesitzer:innen beitragen. Die Viertelhäuser und Dachgeschoßwohnungen halten mit der Wohnqualität in dieser Nachbarschaft ohne weiteres mit.

## **WUNSCHWOHNUNG FÜR ALLE**

Jede Befragung zu Wohnwünschen hat zum Ergebnis: Alle wollen Eigenheime oder Dachgeschoßwohnungen. Viertel<sup>2</sup> bietet genau das. Mehr noch: die Viertel<sup>2</sup>-Häuser mit 5 Zimmern stellen einen leistbaren Einfamilienhausersatz dar und sind um monatlich ca. € 800 zu mieten (inkl. Betriebskosten, Reparaturrücklage und Steuer; + < € 40.000 Einmalzahlung, die beim Auszug um 1% p.a. devaluiert rückerstattet wird). Nach 5, 10 oder 15 Jahren besteht eine Kaufmöglichkeit. Der resultierende Kaufpreis ist wesentlich günstiger als das „klassische Einfamilienhaus“. Diese Wohnungen richten sich vorwiegend an größere Familien mit niedrigen bis mittleren Einkommen. Bei geringem Einkommen hilft der Wohnzuschuss des Landes.

## **SOZIAL**

Geförderter Wohnbau in Niederösterreich richtet sich an Haushalte mit Bedarf, vorrangig an solche mit unterdurchschnittlichen Einkommen. Die gemeinnützige Bauvereinigung Arthur Krupp arbeitet vor allem für diese Zielgruppe. Neben den leistbaren Wohnkosten punktet das Projekt auch mit sehr niedrigen Energiekosten. Die in der Simulation berechneten und empirisch bestätigten € 60 pro Monat in den Viertel<sup>2</sup>-Häusern für Heizung, Kühlung und Haushaltsstrom liegen etwa 60% unter jenen von Vergleichswohnungen.

## **NUTZUNGSTAUGLICHKEIT**

Die Viertel<sup>2</sup>-Häuser haben 5 Zimmer auf ca. 100m<sup>2</sup>. Damit kann auch größeren Familien ein separates Zimmer für jedes Kind geboten werden – oder alternativ Platz für Home-Office. Den kleinteiligen Grundrissen stehen die innovativen Eckfenster gegenüber, die räumliche Großzügigkeit und eine Verbindung ins Grüne bieten. Bei den Baumaterialien wurden bauphysiologische Aspekte berücksichtigt. Bemerkenswert sind die Maßnahmen gegen sommerliche Überhitzung, wie sie typischer Weise eher im gehobenen Segment zu finden sind: die Bauteilaktivierung reduziert die Raumtemperatur praktisch kostenfrei durch PV-Strom um mehrere Grad. Der außenliegende elektrische Sonnenschutz (Raff-Stores) verschattet nach Bedarf.

## **WOHNUNG TEILEN**

„Sharing“ kann auch so verstanden werden, dass im Lebenszyklus zu groß werdende Wohnungen sinnvoll anderweitig nutzbar sind. Es gibt viele Ansätze für wachsende/schrumpfende Wohnungen. Nur wenige Konzepte bestanden in der Vergangenheit den Praxistest. Viertel<sup>2</sup> geht einen neuen Weg. Die abtrennbaren Obergeschoße der Viertel-Häuser haben separate Eingänge und vorbereitete Installationen. Damit können die dortigen 3 Schlafzimmer einfach in vollwertige 2-Zimmer-Wohnungen umgebaut werden: für die erwachsen werdenden Kinder, für Betreuungskräfte im Alter, für die Untervermietung, um die dann vielleicht niedrige Pension aufzubessern. Das barrierefreie Untergeschoß bietet jeden Komfort auch für betreubares Wohnen.

## **OPTIMIERTE ENERGIELÖSUNGEN**

Alle Systementscheidungen bei Viertel<sup>2</sup> wurden auf Basis von Lebenszyklusberechnungen in >20.000 Varianten getroffen. Voraussetzung dafür waren Ausschreibungen des Bauträgers mit Einzelgewerken und ein Rechentool des Energieinstituts Vorarlberg. Ergebnis ist, dass die Bauteilaktivierung für Heizung und Kühlung unter Verzicht auf ein Backup-System, die Dimensionierung der PV-Anlage, die Luft-Wasser-Wärmepumpen, die Mikro-Wärmepumpen für die Warmwasseraufbereitung und die Holz-Alu-Dreiecksfenster auf Basis von Lebenszykluskosten entschieden wurden. Dies trifft freilich auch auf den Verzicht auf eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung (dies war ausschlaggebend, dass es „nur“ eine klimaaktiv Silber Zertifizierung geworden ist), Ytong als Wandbildner und das EPS-Wärmedämmverbundsystem zu. Allerdings wurden ausschließlich Produkte mit anspruchsvollen ökologischen Mindestanforderungen, z.B. mineralischer Innenanstrich, in den Auswahlprozess einbezogen. Die Hülle hat Passivhausqualität. Für den ökologischen Betrieb der Wärmepumpen / des Allgemeinstroms wurde ein Liefervertrag mit der WEB Windkraft AG abgeschlossen und Grundlagen der Sektorkoppelung erforscht. Auch den Bewohnern wird günstiger Ökostrom angeboten. Im ersten Jahr nach Bezug wurden Kalibrierungsarbeiten der innovativen Haustechnik durchgeführt. Nach der ersten Heiz- und Kühlperiode wurde das Projekt in technischer und sozialer Hinsicht evaluiert – mit durchgängig positiven Ergebnissen.

## **LOW-TECH**

Ähnlich einem Smartphone soll komplexe Technik durch benutzerorientierte Schnittstellen für die Bedürfnisse aller Bewohner:innen langfristig handhabbar gemacht werden. Leitidee des begleitenden Forschungsprojekts war „Low-Tech im Wohnbau“ mit dem Ziel, eine möglichst anspruchsvolle ökologische Performance mit einfacher Technologie umzusetzen, um möglichst günstige Bau- und Nutzerkosten einschließlich langfristig günstiger Bewirtschaftungskosten zu erreichen.

## **LANGLEBIG – NACHHALTIG**

Gemeinnützige Bauvereinigungen verwalten dauerhaft die Bauten, die sie als Bauträger errichtet haben. Das ist ein wesentlicher Anreiz, in der Errichtung auf dauerhafte und wartungsarme Produkte und technische Lösungen zu achten – zur Entlastung der Bewohner:innen, der Hausverwaltung und der Umwelt. Die gesamte Konzeption von Viertel<sup>2</sup> ist auf Langlebigkeit und Sanierungsfreundlichkeit ausgelegt, was schon immer Teil der Firmenkultur der Bauvereinigung war. Die daraus entstehenden Kostenvorteile für die Bewohner ermöglichen – in Verbindung mit dem Prinzip der Kostendeckung im gemeinnützigen Wohnbau – langfristig günstiges Wohnen.

## **SKALIERUNG**

Das Bauvorhaben konnte mit Nettobaukosten von unter 1.650 €/m<sup>2</sup> im Rahmen der NÖ Wohnbauförderungsrichtlinien umgesetzt werden. Die günstigen Errichtungskosten waren durch den Verzicht auf eine Unterkellerung, Tiefgarage und Lift (nachrüstbar), Einzelausschreibungen statt eines Generalunternehmers sowie das Engagement des Projektteams möglich. Der Bauträger beabsichtigt, den bei diesem Projekt entwickelten Standard zu skalieren. Dies bietet sich im geförderten Mehrwohnungsbau im ländlichen und semi-urbanen Raum besonders an. Technische Lösungen wie die Bauteilaktivierung, Systementscheidungen über Lebenszyklusbewertungen und die Viertel<sup>2</sup>-Wohnungstypologie sind aber auch in großvolumigen Bauten in den Städten sinnvoll umsetzbar und tragen zur Technologiekompetenz der Bauvereinigung bei.

# EINLEITUNG

Das geförderte Wohnbauprojekt „Viertel hoch Zwei“ der gemeinnützigen Wohnungsgesellschaft ‚Arthur Krupp‘ GmbH in Theresienfeld, Tonpfeifengasse 5, erhebt den Anspruch, im sozialen Wohnbau Antworten auf so vielfältige Themen wie den Klimawandel, Bauökologie, Zersiedelung, Leistbarkeit, Anpassung der Wohnumgebung im Lebenszyklus, Bildung von Gemeinschaft, nachhaltige Mobilität und Wohnen im Einklang mit der Natur zu geben.

Umfassend optimierter sozialer Wohnbau bedeutet für das Projektteam:

- Mut zur Gestaltung unter den engen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des sozialen Wohnbaus;
- Höchste Qualität zu leistbaren Wohnkosten auch für Geringverdiener;
- Verantwortung für die Umwelt durch eine Mehrwohnungstypologie, die sich in bestehende Eigenheimnachbarschaften einfügt;
- Verantwortung für die Umwelt durch ein Energiekonzept, das näher als fast alle vergleichbaren Projekte an Null-Emission heranreicht;
- Nachhaltigkeit in ästhetischer, wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Hinsicht, so dass diese Gebäude mit großer Wahrscheinlichkeit auch noch nach Generationen „funktionieren“ werden.

Das Pilotprojekt Theresienfeld Tonpfeifengasse besteht aus 28 Wohneinheiten in vier Gebäuden, von denen zwei in der neuen Typologie „Viertel“ realisiert wurden und die beiden anderen in ähnlicher Architektur und gleicher Haustechnik, aber mit ausschließlich Dreizimmerwohnungen. Zur Umsetzung des Projekts kooperierte ein ambitioniertes Team der Bauvereinigung unter Leitung von Gerald Batelka mit externen Experten: Steinkogler Aigner Architekten (Ausführungsplanung, Anpassbarkeit), IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH (Forschungskoordination, Dissemination), Gugerell KG und Allplan GmbH / hacon GmbH (Bauphysik, Haustechnikplanung, technisches Monitoring nach Bezug), Energieinstitut Vorarlberg (Lebenszykluskostenberechnungen), Bauinnung Niederösterreich – Dinhobl Bauunternehmung (bauliche Flexibilisierung), FGW (soziologische Evaluierung nach Bezug), Archicolor (Bauphysiologie, „Gebäudesoftskills“, Farbkonzept), Natur im Garten (Freiraumplanung). Den zahlreichen Projektpartner sowie dem Land Niederösterreich für dessen Unterstützung durch Wohnbauförderung und Wohnbauforschung sei an dieser Stelle herzlicher Dank ausgedrückt.

Für Teilaspekte wurde mit anderen Forschungsprogrammen kooperiert: technisches Monitoring: BMVIT; Lebenszykluskostenberechnungen: BMVIT, BMWFW, Land Vorarlberg; Bauteilaktivierung: Klima- und Energiefonds.

Wegen der optimierten Energielösungen, mehr noch aber wegen deren Koppelung mit Leistbarkeit, Lebenszyklusorientierung und Flächeneinsparung wurde das Projekt mit dem ÖGUT Umweltpreis 2019 und dem Energy Globe Niederösterreich 2021 ausgezeichnet.

Für die Arthur Krupp GmbH

DI Christof Anderle, Bmst.Ing. Roland Kreuter  
Geschäftsführung



# 1 GOOD PRACTICE

Im vorliegenden Kapitel werden andere Ansätze für kostengünstiges Bauen und Low-Tech im Wohnbau in Österreich vorgestellt, die für die Konzeption von Viertel<sup>2</sup> herangezogen wurden. Im Zuge der Systementscheidung für Bauteilaktivierung wurden mehrere beispielhafte Projekte analysiert, s. Kap. 6.3.2 (S. 44).

## 1.1 DAS 5-EURO-HAUS DER NEUEN HEIMAT TIROL

Die Neue Heimat Tirol setzte – in Kooperation mit der Tiroler Wohnbauförderung – eine aufsehenerregende Innovation mit der Entwicklung einer Bebauungstypologie, die Brutto-Warm-Mieten von unter 5 €/m<sup>2</sup> pro Monat erlaubt.

### Spezifika:

- Die Neue Heimat Tirol baut seit vielen Jahren in Passivhausstandard und hat schon mehrere tausend Wohnungen in diesem Standard realisiert. Auch das 5-Euro-Haus ist in Passivhausstandard.
- Es wird ein einziger Wohnungstyp mit ca. 67m<sup>2</sup> umgesetzt, der aber variabel ausgestaltbar ist, von einer Loft bis zu einer 3-Zimmer-Wohnung.
- In der ursprünglichen Konzeption ohne Balkone, aber mit französischen Fenstern, später um Balkone ergänzt.
- Es sind Lifte vorgesehen.
- Es wurde BIM (Building-Information-Modelling) eingesetzt.

### Kostenaufstellung Musterprojekt Schwaz (Übergabe 3/2017):

- Baukosten 2.011 €/m<sup>2</sup> gem. ÖNORM 1800 1-9 (ohne 5 „Einrichtung“);
- 0,3 €/m<sup>2</sup> Grundkosten (Baurecht der Gemeinde);
- 1,75 €/m<sup>2</sup> Annuität, WBF 0,5% Verzinsung. 1.-5. Jahr nur Zinsen, ab 5. Jahr 0,5%/0,5% Tilgung/Zinsen;
- 0,55 €/m<sup>2</sup> Bankdarlehen Zinssatz 0,85% variabel;
- 0,5 €/m<sup>2</sup> EVB (maximaler Betrag, 5 Jahre gleich, danach 6% p.a. Steigerung);
- 0,25 €/m<sup>2</sup> Heizkosten;
- 1,65 €/m<sup>2</sup> Betriebskosten (u.a. Lift).

### Hauptelemente zur Kosteneinsparung:

- Konstruktion: Hybridbauweise: Stahlbeton-Decken und -Skelett.
- Wandbildner: Vorsatzschalen Holz oder Wärmedämmverbundsystem, 42cm Gesamtstärke (Passivhaus, NEH=36cm). Elektro vorinstalliert.
- Stiegenhaus: kein Estrich-Aufbau, Fertigteil auf Neoprem-Lager (von Hotelbau abgeschaut), Stiege in Beton hydrophobiert, Nadelfilz für Schallschutz.
- Fenster: nur 2 Typen, Einbau nach Norm; 3-Scheibenverglasung, UF inkl. Rahmen 0,78. Glas 0,5.
- Lüftung: Weiss lackiertes Spiro-Rohr an Deckenunterkante, leicht verlänger-/kürzbar.
- Keine Schächte in der Wohnung.
- Leitungen im Stiegenhaus in der Vorsatzschale, die aus Schallschutzgründen ohnehin nötig ist. Dies ermöglicht die Reparatur von außerhalb der Wohnung. Einsparung von F90-Abdeckungen, kein Schallproblem.
- Boden geht über alle Zimmer durch; geölter Parkett; 4,2mm Nutzschrift.
- 15cm Streifen in Bodennähe für Kabelverlegung; Verteilerkasten im Stiegenhaus; Zuleitungen vertikal bis in den Keller.
- Nur 1 Tür fix installiert (Bad/WC).

- Zwischenwandelemente von Ikea abgeschaut; ähnlich Türelementen: Röhrenspan weiß. am Boden geklebt, an Decke montiert. Licht mit Funktaster. Vorgefertigte Bereiche für Wandinstallation mit E-Dose für Stromanschluss; dieände können von den Bewohnern selbst aufgebaut werden, inkl. Türen; auch Ikea-Raumteiler sind einbaubar (lieferbar in Österreich); Wände können auch wieder abgebaut werden.
- Keine Deckenauslässe für Lichter, nur an der Wand, auch für Lichter.
- Heizung: Beim Projekt Schwaz: Gas, Fußbodenheizung; bei nachfolgenden Projekten: Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung im Estrich (8,5cm).

Grafik 1: Neue Heimat Tirol-5-Euro-Haus, BIM-Modell



Quelle: Neue Heimat Tirol

---

Grafik 2: Neue Heimat Tirol-5-Euro-Haus, BIM-Modell



Quelle: Neue Heimat Tirol

---

- Aus Kostengründen keine Bauteilaktivierung.
- Warmwasser: E-Boiler dezentral, bei späteren Projekten mit PV beheizt.
- Wärmepumpe: Versuchsprojekt mit Elektrowarmwasserspeicher, hängt an Fußbodenheizung auf dem Rücklauf (Ovum), damit theoretisch Arbeitszahl 3,5 möglich.
- Sommerliche Kühlung über die Fußbodenheizung um 3-5° möglich.
- Lüftung: zentral, mit Wärmerückgewinnung (Neue Heimat Tirol wendet nur noch dieses System an).
- Hauptgrund für Lüftung mit Wärmerückgewinnung ist Komfort, die Wohnung riecht nicht, günstiger CO<sub>2</sub>-Gehalt.
- Die Geräuscentwicklung der Lüftung wurde über jahrelange Produktentwicklung in den Griff gekriegt; statt 25 dB gem. Norm wird ein Ruhepegel von 17 und ein Lüftungspegel von 18 dB erreicht: „Man hört sie nicht“. „Sobald man Lüftung hört, hat man ein Zug-Gefühl“. Standardgemäß 0,4-facher Luftwechsel, da durch die Fußbodenheizung ein nur geringer Wärmeeintrag nötig ist. Zusätzlich 2 Stufen: Abwesenheit (<0,2-facher Luftwechsel), Partyschaltung (0,7-facher Luftwechsel, wird im Sommer nicht eingeschaltet, weil man sie hört, regelt nach 1h auf Standard zurück). Die Luft wird mit 18° C nahe der Decke eingeblasen. Durch Temperaturschichtung entsteht ein Raumgefühl, dass es nicht zieht.
- Kosten: Wartungskosten Lüftung 6 €/m<sup>2</sup>, samt Filterwechsel; Aufgrund der Bauleistung der Neue Heimat Tirol entstanden Spezialfirmen. Strom Lüftung 3-4 €/m<sup>2</sup>.

Zu „Low-Tech Wohnbau“-Ansätzen gab der NHT-Technik-Leiter DI Spiss folgende Inputs:

- Bauteilaktivierung: 8 cm von Unterkante fern bleiben, wegen Bohrlöchern.
- Leerverrohrungen zum Nachziehen von Leitungen als Vorsorge für zukünftige Technologiesprünge funktioniert wegen Knicken in der Leerverrohrung nicht.
- Statt alle Verrohrung in die Betondecke zu legen, schlägt Spiss eine bevorzugte Installationsebene für Elektroleitungen im oberen Wandbereich (50 cm von der Unterkante Decke) vor.
- Einsparung durch Verzicht auf Schüttung: Die Schüttung selbst kostet nicht viel. Betonwände sind kostenrelevant, wenn die Standardhöhe von Schalelementen (2,65) überschritten wird.

## 1.2 DAS 500-EURO-HAUS DER VOGEWOSI, VORARLBERG

Ausgangslage war die Flüchtlingssituation 2015 und die angespannte Situation bei den Baukosten in Vorarlberg. Die Darstellung basiert auf einem Interview mit Mag. Hans-Peter Lorenz (GF) am 29.6.2017 und Projektunterlagen:

- Erstes Pilotprojekt in Mäder Neue Landstraße, 20 WE in 2 Gebäuden, Arch. Johannes Kaufmann. Ein Drittel der Bewohner sollten anerkannte Flüchtlinge sein. Weitere Projekte in Feldkirch und Höchst in Umsetzung (nicht für Asylberechtigte).
- Holz-Vorfertigung, Modulbauweise, lokale Produktion: Kaufmann Bausysteme in Reuthe; Industrieholz (massiv) aus der Steiermark.
- Stiegenhaus massiv mit Beton (Brandschutz, Kosten).
- Extrem kurze Bauzeit von 3 Monaten.
- Alle Wohnungen gleich groß: 65,2m<sup>2</sup>, 3 Zimmer.
- € 500 bzw. 7,67 €/m<sup>2</sup> brutto kalt pro Monat.
- Errichtungskosten 2.070 €/m<sup>2</sup> (Errichtungskosten ÖNORM 1-9), ansonsten lagen die Baukosten in Vorarlberg damals bei mind. 3.000 €/m<sup>2</sup>.
- Kein Lift: Barrierefreiheit nur im EG.
- Kein Keller, keine Tiefgarage.
- Heizung: Gas/Solar mit Heizungseinbindung, Gasbrennwertgerät, zentrale Warmwasseraufbereitung.
- Beim zweitem Projekt (Feldkirch) war die gesamte Warmwasseraufbereitung in einem Modul integriert.

- HWB 34 /kWh/m<sup>2</sup>/Jahr, PEB 115 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr, CO<sub>2</sub>-Emission 21 kg/m<sup>2</sup>/Jahr, Gesamteffizienzfaktor  $f_{Gee}$  0,75.
- Das Projekt funktioniert mit einer Finanzierung aus vorrangig bedientem Kapitalmarktdarlehen und einer sehr günstigen Förderung. Diese wird erst nach Tilgung des Kapitalmarktdarlehens zurückbezahlt. Bis dahin sind die Zinsen auf 0% gestellt.
- Die Skalierung des Typs erweist sich als schwierig. Die Nachfrage seitens der Gemeinden ist mäßig.
- Schwächen des Konzepts: eindimensionale Größe, aber anpassbar, Größenmix möglich, Satteldach. Die Vogewosi verfügt über zahlreiche geeignete Grundstücke; auch ein Typ mit Laubengang für Hanglage wäre möglich.
- Es ergeben sich mehrere Fragen: Spielen die Gemeinden mit? Glauben die Stakeholder an die Qualität des Produkts? Funktioniert das Modell auf jedem Grundstück? Wie weit geht die Flexibilität der Modulbauweise?
- Heikel ist der Umgang mit Barrierefreiheit (OIB RL 5), die nur für das EG vorgesehen ist: Eine praktikable Lösung sind Befristungen, die beim Vorarlberger GBV-Sektor üblich sind. Es bräuchte eine Ausnahme, dass nur 2 von 10 Wohnungen barrierefrei sind.
- Die geringen Kosten sind nur ohne Tiefgarage möglich. Die Stellplatzverpflichtung neu erlaubt 0,8 Stellplätze, sofern von der Gemeinde umgesetzt. Das ist bisher aber nur in Dornbirn der Fall. In Mäder wurde eine Ausnahmegenehmigung erwirkt.
- Bei den kalkulierten 7,67 €/m<sup>2</sup> ist ein Grundkostenanteil von 50-60 €/m<sup>2</sup> enthalten (eigenmittelfinanziert deutlich unter der zulässigen Eigenkapitalverzinsung). Das Modell benötigt entsprechend günstige Liegenschaften oder Baurechte der Gemeinden. Derzeit liegen Baurechte bei 1,- €/m<sup>2</sup> zzgl. Wertesicherung oder 1,50 €/m<sup>2</sup> ohne.

Grafik 3: Das 500-Euro-Haus der Vogewosi



Quelle: Vogewosi

### 1.3 RIVA HOME DER HEFEL WOHNBAU, VORARLBERG

Die Darstellung basiert auf einem Interview mit Bmstr. Wilfried Hefel (Eigentümer) und Dr. Jeanette Moosbrugger (Leitung Unternehmensentwicklung) am 6.2.2017 und Projektunterlagen.

#### a) Ausgangslage

- Bei Standard-Produkten des Bauträgers sind die Käufer durchschnittlich 48 Jahren alt. Ziel war es, wieder vermehrt jüngere Altersgruppen zu gewinnen.
- Bis 2017 wurden 90 RIVA-Wohnungen fertiggestellt, mehrere 100 folgten. In Altschanden standen 11 Wohnungen 350 Interessenten gegenüber.
- Low cost building ist nicht low cost housing.

Grafik 4: Riva Home, erste Projektumsetzung 2016



Quelle: Hefel Wohnbau

## b) Einsparungen Konzeption

- Kostenreduktion 30% gegenüber Standardprodukten des Bauträgers.
- Baukosten ÖNORM 1801-1 Bereiche 1-9 (ohne Grundstück) unter 1.700 €/m<sup>2</sup>.
- Größte Einsparungspositionen: Tiefgarage, Keller, Terrassen, Lift.
- Kleinteilige Grundrisse, z.B. 3 Zimmer mit 63-65m<sup>2</sup>.
- Kabanen: bei Carport Abstellraum mit kleinem Eigengarten.
- Grundriss ohne Vorraum.
- 3 Standard-Gebäude-Typen: Haus sucht Grundstück, nicht umgekehrt; Typologie, die gut zu typischen Grundstücken passt, z.B. 1.100m<sup>2</sup>; bei größeren oder unkonventionell geschnittenen Grundstücken Kombination mit „normalem“ Wohnbau, der die schlechter geschnittenen Teile besetzen kann.
- Planungsleistungen des Architekten nur für den Prototyp (normal 12-13% für Planungsleistungen ohne Örtliche Bauaufsicht).
- Kundenbefragung mit exakt bepreisten Ausstattungsdetails oberhalb des baurechtlichen Mindeststandards.
- Keine Abstriche bei Energieeffizienz und Architektur (Baumschlager), trotz geringem Stellenwert bei der Kundenbefragung.
- Rohbau: Stahlbetonskelett, Fassaden Holzfertigteil, Innenwände Gipskarton.
- Alle Installationen in die Betondecke.
- Einbauküche.
- Nur 1 Fenstergröße.
- Heizkörper statt Fußbodenheizung.
- Vinyl-Böden.
- Betonfertigteilstiege mit geschliffener Oberfläche, ohne Belag: Problematik, sie in dieser Ausführung über die Bauphase zu bringen; machbar wegen „gekauft wie gesehen“.
- Ikea-Schick.
- Keine Sonderwünsche.

## c) Einsparungen Bauen

- Reduzierte Ausstattung bei Steckdosen; 1m<sup>2</sup> Balkongröße; Bodenbeläge; Wand- und Decken unbehandelt; Carportabdeckung ohne Dachhaut etc.
- Versuche mit Abstrichen bei Trittschalldämmung: weniger wegen den Kosten (ca. 45 €/m<sup>2</sup>), sondern wegen der Kubatur (12 cm) und der Bauzeit (zusätzlich 3 Monate); Böden in Reihenhäusern ohne Trittschalldämmung und Estrich; Forschungsprojekt großvolumig mit Trittschallmatte + Teppich; aber derzeit kein serienreifes Produkt verfügbar.
- Sehr kurze Bauzeit von 6 Monaten.
- Bauträger übernimmt zusätzliche Risiken, z.B.  
Gewährleistungsverzicht gegenüber Baufirma (bringt 5%);  
Verzicht auf typengeprüfte Produkte;  
Nicht-ÖNORM-gemäße Ausführung: Reduktion der Sicherungshaken am Dach, Blitzschutz aus Alu statt Kupfer etc.;  
Vertragsrechtliche Absicherung durch taxativen Ausschluss von ÖNORMen; für allfällige spätere Rechtsstreitigkeiten ist die verständliche Beschreibung wichtig.

## d) Einsparungen Betriebskosten

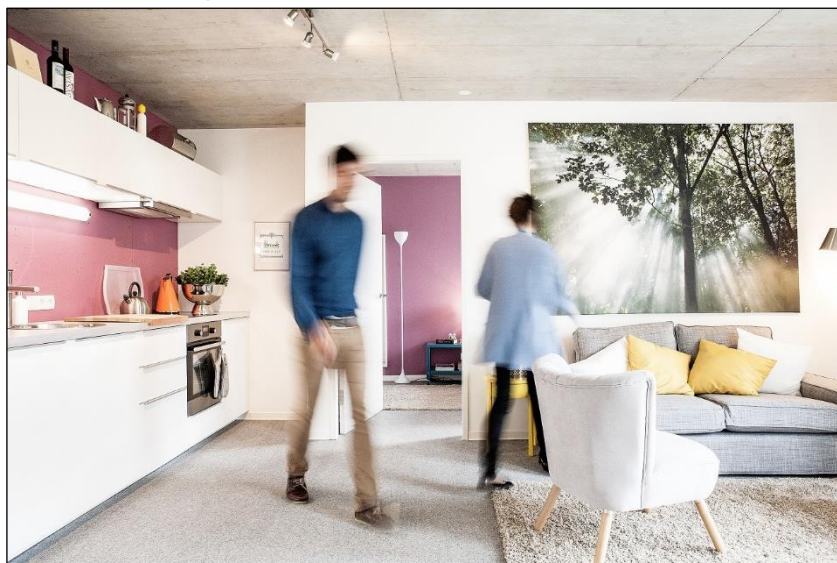
- Betriebskosten inkl. Heizung und Warmwasser nur 1,65 €/m<sup>2</sup>.

- Keine Heizungs- und Warmwasserablesung, da bei Niedrigstenergiehäusern die Ablesung teurer als der Verbrauch ist.
- Überprüfung des Verbrauchs: bei Überschreitung eines Normwerts bzw. Forderung einzelner Eigentümer erfolgt die Installation von Zählern auf Kosten der Bewohner.
- Betriebskosten-App für Instandhaltung: Foto von Mangel oder Verunreinigung an die Hausverwaltung, diese schickt ein Angebot für die Behebung (ist noch händisch zu erledigen, automatisierte Lösung wird gesucht). Dieses Angebot ist fast immer deutlich teurer als bei eigenständiger Behebung durch die Bewohner, was dann auch typischer Weise passiert. Dadurch weitestgehend selbst organisierte Instandhaltung, Reinigung, sogar Schneeräumung.
- Diese Form des Kostenbewusstseins funktioniert aber nur aufgrund der Kleinheit der Anlagen und der homogene Bewohnerstruktur.

#### e) Einsparungen Finanzierung

- Keine Wohnbauförderung.
- Stufenkaufmodell:  
11 Jahre Miete, dann Kauf zu Fixpreis ohne Eigenmittel;  
Miete orientiert sich am Niveau des GBV-Sektors = ca. € 500 pro Monat;  
Miete und zukünftige Rückzahlung gleich hoch.
- Gründung RIVA Invest-AG mit Investoren-Club, hauptsächlich aus lokalen Freiberuflern, Mindesteinlage € 100.000, sie verbleiben als stille Gesellschafter:  
Investoren beteiligen sich mit 25% Eigenmittel und halten die Immobilien 11 Jahre lang;  
4% Rendite;  
75% Bankfinanzierung;  
Garantie von Hefel-Privatstiftung.
- Durch den hohen Eigenmittelanteil und die Garantie ist die Fremdfinanzierung um 1 Prozentpunkt billiger:  
Gruppenvertrag mit einer Bausparkasse:  
1,9% fix auf 35 Jahre;  
Splittung der Verträge im 11. Jahr.

Grafik 5: Riva Home, Rendering Innenraum



Quelle: Hefel Wohnbau

#### f) Belegung, Marketing, Verkauf

- Kaufpreis ca. € 210.000 gegenüber € 280.000 für ein Standardprodukt.
- Nachfrage übersteigt Angebot bei weitem; Casting bei Vergabe; regelmäßiges Einkommen, Fokus auf Eigenverantwortung.
- Dadurch sehr homogene Sozialstruktur: junge Haushalte (meist 25-33 Jahre), wenige Zuwanderer.
- Das Hefel-Personal bei Verkauf und Verwaltung ist in einem ähnlichen Alter wie die Kunden.
- Hausverwaltung vor Ort praktisch nicht aktiv, nur Anfangs 1 x pro Monat Sprechstunde; kein Haussprecher, oft kristallisiert sich allerdings einer heraus.
- Marketing: Fokus auf soziale Medien; WhatsApp-Gruppe. Einmal wurde eine Wohnung über eine Lokalzeitung verlost.
- Verkauf als Gebrauchwohnungen, „gekauft wie gesehen“, was Gewährleistungsansprüche ausschließt.
- Dadurch BTVG nicht anwendbar, Einsparung 2,5%.
- Geringere Wohnerfahrung der jüngeren Kunden, Akzeptanz von Kompromissen.
- Dem Konzept liegt ein gesellschaftstheoretischer Ansatz zugrunde. Mit dem eingerichteten Kundenverhältnis und der kohärenten Bewohnerstruktur wird ein Beobachtungsraum geschaffen, der eine Anpassungslogik hervorruft: Es bleibt nicht unbeachtet, wenn etwas passiert, z.B. Beschädigungen oder Verschmutzung. Soziale Medien werden für abweichungsverstärkende und -dämpfende Mechanismen genutzt; bei Abweichungen bilden sich Strukturen.
- Die sozialen Medien werden für die Kontaktpflege des Bauträgers eingesetzt; 1 Kontakt kostet den Bauträger sonst tatsächlich berechnete € 230.
- Hefel sieht sich als „early bird“ und ist insofern an der Weitergabe von Knowhow interessiert; Auch Arch. Baumschlager hat Folgeaufträge von Mitbewerbern (Schertler).

### 1.4 ANSÄTZE AUS DEM INTERREG-PROJEKT „LOW-TECH GEBÄUDE IM BODENSEERAUM“

Beim vorliegenden Projekt wurde über das Energieinstitut Vorarlberg eine Allianz mit dem Interreg-Projekt „Konzepte für energieeffiziente, klimaverträgliche ‚LOW-TECH‘-Gebäude im Bodenseeraum“ geschlossen (Erber&Roßkopf-Nachbaur, 2021; s. Kap. 7, S. 57). Im Zuge dessen kam es zu einem regen Austausch von Planungsansätzen, technischen Lösungen und Simulationsansätzen.

Projekte mit besonderer Vorbildwirkung für „Viertel<sup>2</sup>“ waren:

- Mehrfamilienhaus Meierweg 37, Chur (Schweiz); Fertigstellung 1995;
- Bürogebäude 2226, Lustenau, Arch. Baumschlager Eberle; Fertigstellung 2013;
- Neubau Einfamilienhaus Gstöhl, Eschen (Liechtenstein); Fertigstellung 2015.

Das Projekt „Viertel<sup>2</sup>“ wurde in der Abschlusspublikation des Interreg-Projekts prominent vorgestellt (Erber&Roßkopf-Nachbaur, 2021). Daraus stammt auch die nachfolgende Tabelle 6 zu Anforderungen an ein Low-Tech Gebäude.

Es wird eine Definition von Low-Tech Gebäuden vorgeschlagen, die auch auf „Viertel<sup>2</sup>“ zutrifft (a.a.O., S. 11):

„Low-Tech Gebäude sind energieeffizient, ressourcenschonend und wirtschaftlich.  
Sie sind robust und auf eine lange Lebensdauer ausgelegt.  
Ihre Baukonstruktion ist entsprechend geplant und ausgeführt und bietet  
den Nutzenden Behaglichkeit im gesamten Jahresverlauf.  
Die noch notwendige, reduziert eingesetzte Gebäudetechnik  
ist einfach in Bedienung und Instandhaltung.“



Tabelle 6: Anforderungen an ein Low-Tech Gebäude

|                               |   |  |   |
|-------------------------------|---|--|---|
| Thermischer Komfort           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zur konsequenten Umsetzung des Low-Tech Ansatzes muss eine größere Toleranz der Raumtemperatur möglich sein, d.h. minimal 20°C im Winter und maximal 28°C im Sommer. Das ist jedoch nur in Gebäuden mit flexiblen Nutzenden hinsichtlich ihrer Tätigkeit und ihres Bekleidungsgrades möglich.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Speichermasse mit viel Oberfläche zur Ausgleichung von Temperaturschwankungen</li> <li>Gute Verwertung solarer Gewinne und innerer Lasten</li> <li>Schutz vor Überhitzung durch bewegliche oder feste Elemente an Fassade und Dach</li> <li>Geeigneter Fensterflächenanteil</li> <li>Geringe Wärmeverluste durch sehr gute thermische Hülle und 3-Scheiben-Verglasung mit hohem Energiedurchlassgrad</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Technik als Ergänzung zur Gebäudehülle zur Versorgung mit Wärme, Schatten und Kühlung</li> <li>Verzicht auf Raumkühlung, wenn Gebäudenutzung es zulässt</li> </ul>   |
| Raumluftqualität              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bei kontrollierter Be- und Entlüftungsanlage mit WRG: fixierte Volumenströme, auf tatsächliche Nutzung ausgelegt (kein Regelungsaufwand, keine Überdimensionierung).</li> <li>Kaskadenlüftung, Hybridlüftung, Abluftanlage mit Nachströmungsöffnungen</li> <li>Thermische Effekte nutzen</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung umweltfreundlicher, gesundheitlich unbedenklicher Baustoffe</li> <li>Nachhaltige Ausschreibung und Chemikalienmanagement</li> <li>Aufnahme und Wiederabgabe von Feuchtigkeit aus der Raumluft</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz geeigneter Lüftungssysteme je nach Bauaufgabe</li> <li>Verzicht auf Befeuchtung, wenn bei Bauaufgabe möglich (bevorzugt Be- und Entfeuchtung durch Enthalpiewärmetauscher)</li> </ul>  |
| Beleuchtung                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kunstlichtvermeidung</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tageslichtoptimierte Fassaden und Grundrissplanung (Raumhöhen)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung von LED-Lampen</li> <li>Manuelle Bedienung wenn möglich, ansonsten nur einfache Regelungen</li> </ul>  |
| Nutzung                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mehrfachnutzung und Flexibilität für Nutzungsschwankungen</li> <li>Gebäudetechnik soll für alle Altersgruppen einfach und intuitiv bedienbar sein</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Klare Struktur, einfache Erschließung</li> <li>Nutzungsneutrale Raumzuschnitte</li> <li>Suffizientes Raumprogramm</li> <li>Außenbezüge bieten</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Auslegung auf Minimum statt auf Maximum</li> <li>Mut zur Normabweichung</li> <li>Strategien zur Bewältigung von Extremsituationen</li> <li>Komplexe Vorgänge in Einzelmodule zerlegen</li> </ul>   |
| Betrachtung nach Lebenszyklus | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ziele frühzeitig setzen, ausführliche Planungsphase</li> <li>Lebenszykluskosten beachten</li> <li>Recyclingfähigkeit erhalten</li> <li>Reduktion der „grauen Energie“, der eingesetzten Baustoffe und Komponenten</li> <li>Minimierung des Verbrauchs von Energie und Ressourcen</li> <li>Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Annuitäten über Lebensdauer des Gebäudes mit Berücksichtigung von Instandsetzung, Wartung und Energiepreissteigerungen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Qualität des regionalen Handwerks nutzen (regionale Wertschöpfung)</li> <li>Trennbarkeit von Baustoffen (einfache Verbindungen, Stecken statt Kleben)</li> <li>Ökologische und ökonomische Optimierung der Material- und Konstruktionswahl</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz von energieeffizienten Haustechnikkomponenten</li> <li>Einbau von Messeinrichtungen zur Feststellung der Energieeffizienz im Betrieb</li> </ul>  |
| Dauerhaftigkeit               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Resilienz und Ressourcenschonung</li> <li>Würdevolles Altern, Denken in Erneuerungsphasen, Modulare Bauweise</li> <li>Einsatz von Komponenten mit hoher Nutzungsdauer</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Steigerung der Dampfdiffusion von innen nach außen</li> <li>Konstruktiver Wetterschutz</li> <li>Berücksichtigung der gegebenen Dauerhaftigkeit von Baumaterialien ohne zusätzlichem Einsatz von chemischen Zusätzen</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Trennung Struktur und Haustechnik</li> <li>Kurze, zugängliche Leitungswege in speziellen Installationsbereichen</li> <li>Jede Komponente muss für sich alleine funktionieren, Systeme parallel gesteuert</li> <li>Einfache und modulare Wartung und Reparatur</li> <li>Gut erweiterbare Infrastruktur</li> <li>Ersatzteilgarantie von Herstellern</li> </ul> |

Quelle: Erber&Roßkopf-Nachbaur, 2021

## **2 LAGE, MOBILITÄT**

### **2.1 EINBINDUNG IN DIE SIEDLUNGSSTRUKTUR, INFRASTRUKTUR**

Je nach Lebensabschnitt stellen die Bewohner unterschiedliche Ansprüche an die Umgebung, bzw. macht die Umgebung die Anlage für potentielle Bewohner interessant. Familien mit Kleinkindern haben ein anderes Anforderungsprofil als Teenager. Um hier ein möglichst breites Spektrum abdecken zu können und einen diversen Altersmix zu erreichen, ist eine breitgefächerte Infrastruktur notwendig.

In Theresienfeld ist die dörfliche Infrastruktur nach wie vor intakt und gut erhalten, und bietet vom täglichen Nahversorger sowie Ärzten und Kleindienstleistern, über Sporteinrichtungen, Kindergarten und Volksschule bis zur Berufsschule ein vielfältiges Angebot. Auch die Anbindung ans regionale öffentliche Verkehrsnetz ist gegeben. Dies sind Voraussetzungen, von Anfang an Bewohner verschiedener Altersklassen ein attraktives Wohnumfeld zu bieten.

Um die dörfliche Struktur nicht zu zerstören, in die das Projekt eingebettet ist, wird eine Erweiterung bzw. Ergänzung im vorherrschenden Maßstab angestrebt. Die Gebäude sollen sich der vorhandenen Körnung anpassen und in diese einfügen, die von den umgebenden Ein- und Zweifamilienhäusern maßgeblich geprägt wird.

### **2.2 ÖFFENTLICHER VERKEHR, INDUZIERTER KFZ-VERKEHR**

Eine gute Anbindung ans öffentliche Verkehrsnetz mit diversen Verkehrsmitteln in einem entsprechenden Takt (zumindest zu den Stoßzeiten) ist in einer Zeit des Wandels der individuellen Mobilität ein wichtiger Faktor für die Wahl des Wohnorts. Nicht nur in den Zentrumslagen ändert sich das Verkehrsverhalten der Einwohner – auch außerhalb der urbanen Knoten diversifiziert sich die Mobilität. Partizipative Mobilitätsangebote als Ersatz für öffentliche Verkehrsmittel und das eigene Auto fassen auch hier Fuß.

Die Gemeinde Theresienfeld liegt an der Südbahnstrecke mit regelmäßigen S-Bahn-Anbindungen nach Wien und Wiener Neustadt. Der Linienbus auf der Strecke Wiener Neustadt – Oberwaltersdorf hält ebenfalls im Ort. Im Gegensatz zum benachbarten Felixdorf ist die Frequenz mit stündlichen Zügen jedoch zu gering, um den Bedürfnissen der Bewohner zu entsprechen, weshalb diese typischer Weise mit dem Auto zu anderen S-Bahnhöfen pendeln, um dort in die Bahn umzusteigen. Dadurch kommt es trotz der potentiell guten Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz zu keiner wirklichen Reduktion des motorisierten Individualverkehrs. Diesem Umstand ist es auch geschuldet, dass die Gemeinde die Anzahl der Pflichtstellplätze über das Maß der Bautechnikverordnung hinaus angehoben hat.

### **2.3 E-MOBILITÄT, LADEINFRASTRUKTUR**

Der Low-Tech-Ansatz verlangt nach einfachen Lösungen. Gleichzeitig sollen Zukunftsthemen vorweggenommen werden. Ladeinfrastruktur für E-Mobilität zählt freilich dazu. Zur projektspezifischen Spezifikation siehe Kap. 6.6 (S. 56).

## **2.4 RUHENDER VERKEHR, STELLPLATZVERPFLICHTUNG**

Es liegt ein gültiger Gemeinderatsbeschluss mit 2,1 PKW-Stellplätzen pro Wohneinheit vor. Eine Reduktion steht nicht in Aussicht, beispielsweise in Anlehnung an die Regelung in Wien (1 Stellplatz pro 100m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche) oder im Abtausch mit alternativen Mobilitätskonzepten. Es wurden umfassende Bemühungen unternommen, Car-Sharing am Standort zu etablieren (der Betreiber G-Electric hat einen Standort in Theresienfeld) oder Mobilitätskonzepte zur emissionsfreien Erreichbarkeit der S-Haltestelle zu entwickeln.

In der Planungsphase wurden Szenarien einer späteren Nachverdichtung durch Überbauung des Parkplatzes entwickelt, mussten aber schließlich verworfen werden. Für zukünftige Projekte wird aber erwogen, in Varianten zu planen und Nachverdichtungen auf überdimensionierten Parkplätzen vorzusehen (s. Kap. 3.6, S. 25). Auch eine spätere Renaturierung überdimensionierter Parkplätze wird erwogen.

Die derzeit unbefriedigende Situation der Stellplatzverpflichtung bei ökologisch und sozial anspruchsvollen Projekten ist in eine Politikempfehlung zur Anpassung der landesgesetzlichen Regelungen eingeflossen (s. Kap. 13.4.2, S. 97).

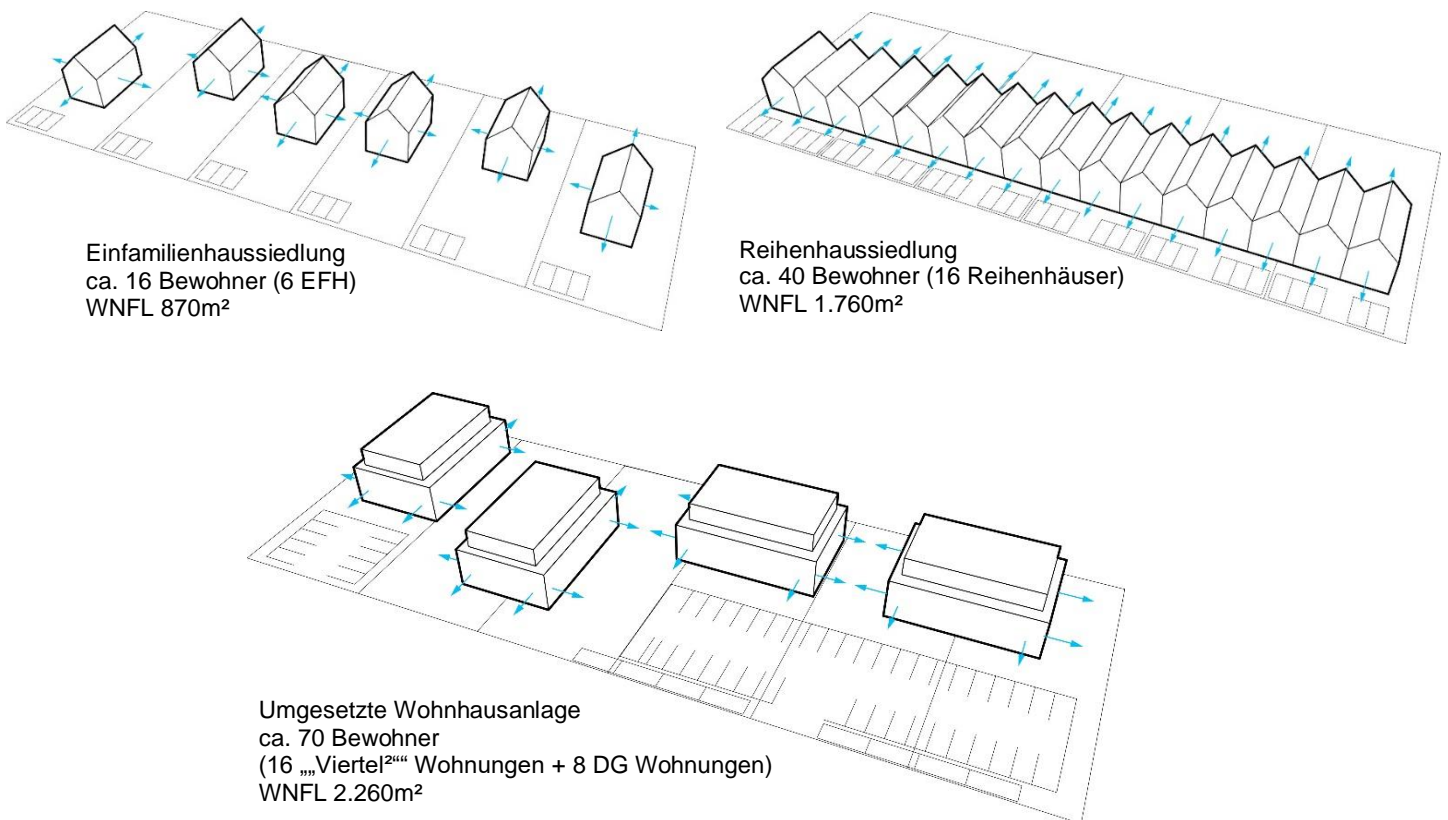
### 3 GEBÄUDETYPOLOGIE

#### 3.1 OPTIMIERTE DICHTEN IN SUBURBANEN GEBIETEN

In dörflichen Gebieten oder Stadtrandlagen sind Baulandwidmungen mit Bauklasse II und Bebauungsdichten von 0,25-0,35 durchaus üblich - diese zielen auf das klassische Ein- und Zweifamilienhaus ab. Bei entsprechender Parzellengröße kann man in diesem Umfeld eine Alternative zu eben jenen Einfamilienhäusern schaffen, die diesem qualitativ nahekommen und bei Einhaltung der Bebauungsziele eine höhere 'soziale' Dichte bei geringerem Flächenverbrauch ermöglichen. Es bedarf eines Baukörpers, mit dem sich vorgegebene Höhen und Dichten zielgenau und in hoher baulicher Qualität realisieren lassen, ohne Potential durch eine ungünstige Ausnutzung einzubüßen. Bei einer optimalen Ausnutzung eines Grundstücks kann in der gegebenen Grundkonfiguration am Projektstandort eine Bebauungsdichte von 0,35 und eine Geschosßflächenzahl von ca. 0,93 erreicht werden. Allenfalls nötige oberirdische Kellerersatzräume sind hierbei zu berücksichtigen.

Der Bauplatz in Theresienfeld ist als Wohngebiet Bauklasse II gewidmet. Die von der Gemeinde vorgegebene Bebauungsdichte von 0,3 unterstreicht diese Intention. Im konkreten Fall wird durch die Stellplatzverpflichtung von 2,1 der mögliche Vorteil der geringen Dichte – die Ermöglichung von gemeinschaftlichen Flächen oder größeren Gärten – zunichte gemacht. Das Grundstück ist mit der Mindestausstattung solcher Einrichtungen maximal ausgenutzt. Die Bebauungsdichte kann mit 0,295 eingehalten werden und es wird eine GFZ von 0,67 erreicht.

Grafik 7: Verträgliche Verdichtung in Eigenheim-Nachbarschaften



Quelle: Steinkogler Aigner Architekten

Die angesichts der suburbanen Lage relativ geringe Bebauungsdichte war durch die Widmung und damit durch einen entsprechenden Grundstückspreis gerechtfertigt. Beides war Voraussetzung dafür, auf eine Tiefgarage verzichten zu können und somit die Baukosten entsprechend niedrig zu halten. Die Erwägungen zur Unterbringung der Stellplatzverpflichtung auf der Liegenschaft führten zur Schlussfolgerung, dass die Entscheidung für oder gegen eine Tiefgarage direkt vom Grundstückspreis abhängt.

Auch die Bebauungstypologie „Viertel<sup>2</sup>“ hängt eng mit der zulässigen Dichte zusammen. Bei einer zulässigen Geschossflächenzahl von 0,7 ist „Viertel<sup>2</sup>“ gut ohne Tiefgarage umsetzbar, bei höheren Geschossflächenzahlen ist die Errichtung einer Tiefgarage unabdingbar.

## 3.2 OPTIMIERUNG DES BAUKÖRPERS

### 3.2.1 OPTIMALE GRÖßEN

Die Baukörper sollen sich in Größe und Volumen in die umgebende Bebauung einfügen. Diese ist zumeist von Ein- und Zweifamilienhäusern, kleinen Wohnbauten und Reihenhäusern geprägt, sowie auch von landwirtschaftlichen Gebäuden. Ein rechteckiger Grundriss im Verhältnis von ca. 2 zu 3 erlaubt hier je nach Positionierung unterschiedlich auf die Umgebung zu reagieren. Dadurch kann der kleingliedrige Baukörper mit sechs bis zehn Wohneinheiten sowohl an der städtebaulichen Schnittstelle zwischen einem dichten Kern und der umgebenden Bebauung errichtet werden, als auch in einer aufgelockerten, kleinteiligen Siedlungsstruktur. Eine Höhenentwicklung bis zu einer Gebäudehöhe von ca. 9,50 Meter, die bis zu drei Geschossen erlaubt, entspricht dieser Anforderung.

Die Besetzung der vier Gebäudeecken mit jeweils einer Wohneinheit, und gleichzeitiger Nutzung des Staffelgeschosses, erlaubt einen kompakten Gebäudeblock mit zentraler Erschließung und gutem Ver-

Grafik 8: Theresienfeld Tonpfeifengasse – „Viertel<sup>2</sup>“-Häuser, Zugang vom Parkplatz aus



Quelle: Leskovar, Arthur Krupp GmbH

hältnis von belichteter Fassadenfläche zu unbelichteten Innenzonen. Auf der Fläche des Staffelgeschosses können zwei 3-Zimmer-Penthousewohnungen errichtet werden, während die Maisonettes im Erd-/Obergeschoss als 5-Zimmerwohnungen angelegt sind. Dies rührt daher, dass sie ggf. bei Bedarf in zwei 2-Zimmerwohnungen aufgeteilt werden können und auch dann entsprechend Räume aufweisen sollen. Der Mix aus verschiedenen Wohnungsgrößen zielt auf eine vielfältige Bewohnerschaft ab, deren unterschiedlichen Ansprüche hier ihre bauliche Ausformulierung finden.

Die Kompaktheit des Gebäudes zeigt sich auch im für diese Gebäudegröße guten A/V-Wert als Grundlage für ein energieeffizientes Haus ohne komplexe Geometrien aber mit hochwertigen Räumen.

### 3.2.2 GESCHOßZAHL

In den Bebauungsplänen der Städte und Gemeinde Niederösterreichs ist meist die Bauklasse festgelegt, worüber die Bebauungshöhe definiert wird. Sehr verbreitet ist hier die Gebäudeklasse II die eine Gebäudehöhe über 5m bis 8m festlegt. Durch die Möglichkeit der Ermittlung der mittleren Gebäudehöhe über die Fassadenfläche lassen sich so meist zwei Vollgeschosse und ein zurückspringendes Staffelgeschoss umsetzen. Dadurch ist gewährleistet, dass die umliegenden Gebäude ausreichend Belichtung erhalten, und die Parzellenränder besser ausgenutzt werden können. Die Dreigeschoßigkeit erlaubt auch eine Ausführung des Gebäudes ohne Lift; dieser muss jedoch nachträglich ein- oder angebaut werden können. Diesbezüglich hat die letzte Novellierung der NÖ Bauordnung Änderungen gebracht.

Einem zweigeschossigen Sockel (mit Maisonettewohnungen) kann somit noch ein weiteres Geschöß (als Staffelgeschoss) aufgesetzt werden – die Reihenhäuser werden mit Penthousewohnungen ergänzt. Die Bewohner wünschen einen großzügigen wohnungseigenen Freibereich, der am besten durch einen Garten

Grafik 9: Theresienfeld Tonpfeifengasse – „Viertel“-Häuser



Quelle: Leskovar, Arthur Krupp GmbH

oder eine große Dachterrasse gewährleistet werden kann. Beides lässt sich hier leicht umsetzen, wohingegen Loggien oder Balkone hier im Vergleich qualitativ das Nachsehen haben. Weil die Zielvorgaben leicht erreicht werden können, wurde auf die Einführung einer weiteren Systematik (etwa ein weiteres Obergeschoss mit Balkonen oder Loggien) verzichtet – u.a. auch deshalb, um keinen extra Wartungsaufwand durch zusätzliche Bauteiltypen zu kreieren.

### 3.2.3 FLEXIBILITÄT HINSICHTLICH TOPOGRAPHIE UND GRUNDSTÜCKSGRÖßE

Üblicher Weise wird eine Liegenschaft gekauft und die Bebauung angepasst. Bei der neuen Typologie „Viertel“ wird der umgekehrte Weg eingeschlagen. Sie hat einen Flächenbedarf, der sehr gut mit typischen Grundstücksgrößen in Einfamilienhausnachbarschaften zusammenpasst. Je nach Größe der akquirierten Flächen werden mehr oder weniger „Viertel“-Gebäude kombiniert.

Bei der Wahl der Parzellen und der Konzeption des Projekts ist auch auf die Oberflächenwässer Bedacht zu nehmen. Sollten kein Regenwasserkanal oder nicht genug Freiflächen für die Versickerung zur Verfügung stehen, sind entsprechende Alternativen wie z.B. Schächte vorzusehen. Diese Frage wird auch maßgeblich durch die versiegelte Fläche beeinflusst – in erster Linie die Parkplatzgröße.

Grundsätzlich ist der Gebäudetypus eher für flache Grundstücke entwickelt und geeignet. Trotzdem kann er auch auf flach geneigten Hängen errichtet werden, denn je nach Stellung im Gelände ist der Typus auch dort umsetzbar. Eine Ausrichtung der Längsseite parallel zu einem Hang ist bis zu einer Hangneigung von ca. 6° möglich, während eine 90° gedrehte Stellung bis zu ca. 4° Hangneigung zulässt. Grund hierfür ist die komplexe Berechnung der Gebäudehöhe sowie die Einschränkungen hinsichtlich der Geländeänderungen laut Niederösterreichischer Bauordnung.

## **3.3 ERSCHLIEßUNG, BARRIEREFREIHEIT**

Da nur ebene oder flach geneigte Grundstücke für die Bebauung mit diesem Typus in Frage kommen, ist die barrierefreie Erschließung der Anlage im Freien weitestgehend einfach mit Rampen herzustellen. Die Wohnungen werden durch ein innenliegendes Stiegenhaus erschlossen. Der Vorteil gegenüber einem Zugang von außen (wie beim Reihenhaus) ist, dass die innere allgemeine Erschließung der (Maisonette-) Wohnungen auch problemlos das Ober- und das Dachgeschoss erreicht. Durch die Dreigeschoßigkeit des Baukörpers kann vorerst (Stand: baubehördliche Einreichung des Projekts) auf die Errichtung eines Aufzugs verzichtet werden, allerdings ist eine Nachrüstung eines solchen vorzusehen und zu berücksichtigen. Wenn nachträglich ein Aufzug eingebaut werden müsste, würde dieser außen vor die Fassade gestellt und über Podeste an das Stiegenhaus angebunden. Die baulichen Vorbereitungen hierfür wurden im Zuge der Projektplanung und -umsetzung bereits berücksichtigt. Die Maisonetten im Erdgeschoß sind derart gestaltet, dass ein barrierefreies Wohnen auf der Erdgeschoßebene möglich ist. In den oberen Geschossen entsprechen die Wohnungen dem anpassbaren Wohnbau, der eine Adaptierung der Wohnung im Bedarfsfall zulässt.

## **3.4 FREIRAUMGESTALTUNG**

Der Freiraum unterteilt sich in private Eigengärten die den Erdgeschosswohnungen zugeordnet sind, Terrassen, gemeinschaftlichen Flächen, Erschließung und Parkplätze. Idealerweise sind diese nicht monofunktionale Räume, sondern ermöglichen durch unterschiedliche Aneignungen eine rege Nutzung.

So wäre der Parkplatz auch als Skate-Park oder für Streetball zu nutzen, während das Wegenetz als Ort der Begegnung gestärkt werden kann und nicht rein als Transitraum dient. Gerade wenn einer der Bereiche überproportional groß ist, ist auf eine vielschichtige Nutzung und entsprechende Ausgestaltung zu achten. Ungenutzte Parkplätze können für Aktivitäten reserviert werden, an Stelle sie als Besucherparkplätze freizugeben.

Durch die Stellung der Bauteile zueinander ergeben sich unterschiedliche räumliche Situationen, die vom Dorfplatzszenario bis zur Zeilenbebauung ein großes Spektrum an Möglichkeiten zulässt. So kann sich für die Bewohner das Gefühl der realen und gefühlten Dichte verstärken oder abschwächen bzw. kann die umgebende Struktur aufgenommen und fortgeführt werden. Für Spielplätze und Grünflächen lassen sich Höfe erzeugen, die geschützte Bereiche schaffen, in denen Kinder auch unbeaufsichtigt spielen können.

### **3.5 GEMEINSCHAFTSEINRICHTUNGEN**

Je nach Lage und Größe des Bauplatzes und der Anlage kommt den Freiräumen eine unterschiedliche Bedeutung zu. Während bei kleineren Bauten die Eigengärten oder Dachterrassen als individuell nutzbare Außenräume eine große Rolle spielen, gilt es bei größeren Gebäuden, die Gemeinschaft und ein Wir-Gefühl zu stärken. Die Allgemeinflächen übernehmen einen Teil jenes Angebotes, welches sonst im eigenen Garten des Einfamilienhauses zu finden ist, und ergänzen es um zusätzliche Möglichkeiten.

Das Angebot an Freiflächen ist ein wesentlicher Aspekt, Mehrwohnungsbauten als Alternative zum Einfamilienhaus zu positionieren. Spielplätze für unterschiedliche Generationen, Freiküchen und Grillgelegenheiten, Veranstaltungsräume für Feste und Sport oder gar ein Schwimmbad für die Bewohner sind nur einige der Möglichkeiten, die sich eröffnen. Zwar werden auf Grund der zur Verfügung stehenden Fläche und der finanziellen Spielräume selten alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden können, je nach Situation kann jedoch auf unterschiedliche Angebote zurückgegriffen werden, die, abgestimmt auf die Bedürfnisse der Bewohner:innen, das Zusammenleben stärken.

Es ist darauf zu achten, dass es durch die Aktivitäten (im Freien) nicht zu Konflikten durch Lärm, Geruch, etc. kommt, weshalb der Zonierung des Freiraums und der Lage der Gemeinschaftseinrichtungen eine bedeutende Rolle zukommt. Sie sollen leicht erkennbar und zu erreichen sein, jedoch mit entsprechender Distanz zu möglichen Belästigten. Hier kommt auch den Nebengebäuden eine wesentliche Rolle zu, deren Positionierung zur Gliederung der Freiräume genutzt werden kann.

Gerade im ländlichen Raum bietet dies die Möglichkeit eines Mehrwerts, wenn nicht das Private, sondern das Gemeinschaftliche im Zentrum steht. So kann eine diverse und breite Bewohnerschaft angesprochen werden, die sich nicht nur aus dem Ort generiert, sondern auch für Zuzug sorgt. Die Anforderungen, die an den Freiraum und an Gemeinschaftseinrichtungen gestellt werden, ändern sich je nach Lebenssituation. Dem ist nicht nur durch Barrierefreiheit nachzukommen, sondern auch durch einfache und spontane Anpassbarkeit sowie Berücksichtigung der Anforderungen bereits in der Konzeptionierung der Anlage.

Der Verzicht auf einen Keller und die Anordnung von ersatzweisen Lagerräumen auf Erdgeschossniveau ermöglicht die barrierefreie Erschließung dieser und trägt zur Erhaltung der Selbständigkeit und Vermeidung von Hürden bei.



### 3.6 NACHVERDICHTUNGSPOTENZIALE

Die großen für Parkplätze vorzusehenden Flächen (s. Kap. 2.4, S. 19) führten zu Überlegungen, ob bei einer zukünftig allfällig verringerten Stellplatzverpflichtung, eine nachträgliche Bebaubarkeit berücksichtigt werden sollte. Aufgrund der geringen Spielräume hinsichtlich der Situierung der Baukörper konnte dieser Ansatz nicht weiterverfolgt werden.

### 3.7 LEBENSZYKLUS-ASPEKTE

Bei der Gebäudetypologie kommen verschiedene Lebenszyklus-Aspekte zum Tragen:

#### a) Einfluss auf die Betriebskosten

Beim Pilotprojekt Theresienfeld Tonpfeifengasse sind Betriebskosten von 2,37 €/m<sup>2</sup> vorgeschrieben. Im Vergleich dazu liegen die durchschnittlichen Betriebskosten gemeinnütziger Mietwohnungen in Niederösterreich bei 2,0 €/m<sup>2</sup> (2020; Mikrozensus).

#### b) Einfluss auf die Instandhaltungskosten

Weggelassene Bauteile verursachen keine Instandhaltungskosten. Das betrifft bei „Viertel“ v.a. die Tiefgarage und den Lift. Kompakte Gebäude haben weniger instandzuhaltende Oberfläche.

Bereiche, für die die Witterungsbeanspruchung heikel ist, werden konstruktiv geschützt, um hier die Lebensdauer zu erhöhen und ggf. auftretenden Schäden vorzubeugen. Somit kann auch die Wartungsintensität reduziert werden, was in weiterer Folge Kosten spart.

Es wird bei der Konzeption auf lange Lebensdauer, gute Zugänglichkeit zu wartungsanfälligen Bauteilen, die Reduktion und leichte Austauschbarkeit von Verschleißteilen geachtet. Der Low-Tech-Ansatz in allen Bereichen der Konzeption trägt zu Langlebigkeit, Reduktion wartungsintensiver und störungsanfälliger Bauteile bei und senkt die zukünftigen Kosten für die Bewohner (s. Kap. 5.1, S. 37).

#### c) Einfluss auf die Energiekosten

Auf die ausgesprochen günstigen Haushaltsenergiekosten wird in Kap. 6.5 eingegangen.

## 4 WOHNUNGSTYPOLOGIE

Bei der Konzeption der Wohnungen in „Viertel<sup>2</sup>“ standen folgende Erwägungen im Vordergrund:

### 4.1 ALTERNATIVE ZUM EIGENHEIM IM SUBURBANEN RAUM

Aus vielen empirischen Erhebungen ist der dominante Wunsch der Bevölkerung nach Leben im Eigenheim bekannt. Gleichzeitig wird von Seiten der Raumforschung auf die negativen Folgen des Eigenheims verwiesen: Zersiedelung, induzierter Individualverkehr, hohe Infrastrukturkosten für die Kommunen u.a. Auch wird es angesichts stark steigender Bauland- und Baukosten gerade für junge Haushalte immer schwieriger, diesen Wunsch zu verwirklichen.

Bei der Konzeptionierung von „Viertel<sup>2</sup>“ wurde demgemäß das Ziel verfolgt, eine raumverträgliche und kostengünstige Alternative zum Eigenheim zu entwickeln. Es sollen um weniger Geld vergleichbare Qualitäten wie im Eigenheim geschaffen werden. Hinzuweisen ist auf den umfänglichen Freiraumbezug der Wohnungen, die weitgehende Uneinsehbarkeit der Zimmer und natürlich die Option, die Wohnungen zeitnah zu leistbaren Kosten kaufen zu können.

Die Typologie der Viertelhäuser schafft sogar Qualitäten, die über jene eines typischen Eigenheims hinausgehen: die gesonderte Erschließung und Abtrennbarkeit des Obergeschoßes, die professionelle Hausverwaltung, die Freiheit, mit geringem finanziellen Risiko die Wohnung wechseln zu können.

Auch die Dachgeschoßwohnungen gehören zu den von Kundenseite favorisierten Typen.

### 4.2 OPTIMIERTE GRUNDRISSE

Die Viertelhäuser bieten auf knapp 100m<sup>2</sup> fünf Zimmer. Dies bedingt eher kleinteilige Grundrisse. Die Typologie ist damit auf größere Familien ausgerichtet. Die Zimmer wirken aufgrund der raumhohen Über-Eck-Fenster und dem dadurch erreichten Freiraumbezug größer als sie tatsächlich sind.

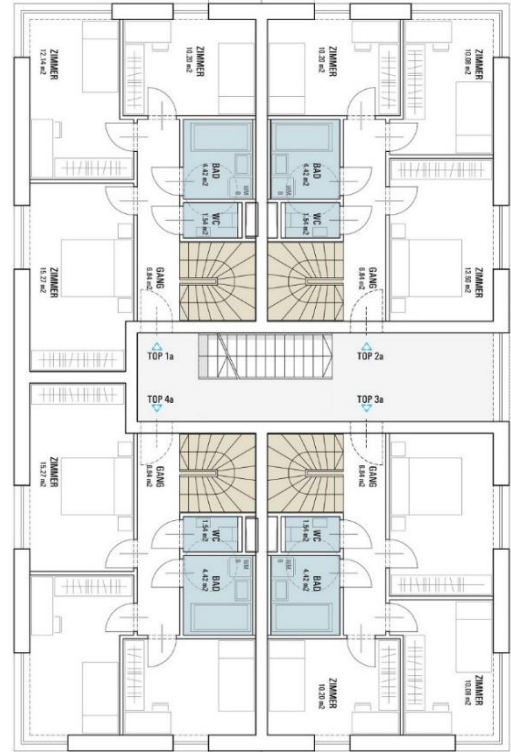
Bei der Konzeption der Wohnungsgrundrisse wurde auf die jahrzehntelange Erfahrung des Bauträgers aufgebaut, der in seiner Projektentwicklung ein gut eingespieltes Innovationsmanagement betreibt.

Grafik 10: „Viertel“-Typologie – Grundrisse und Schnitt

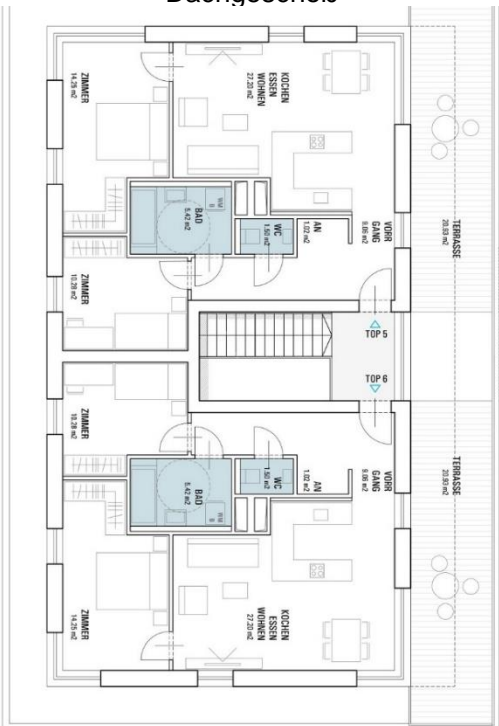
Viertelhaus: Erdgeschoß



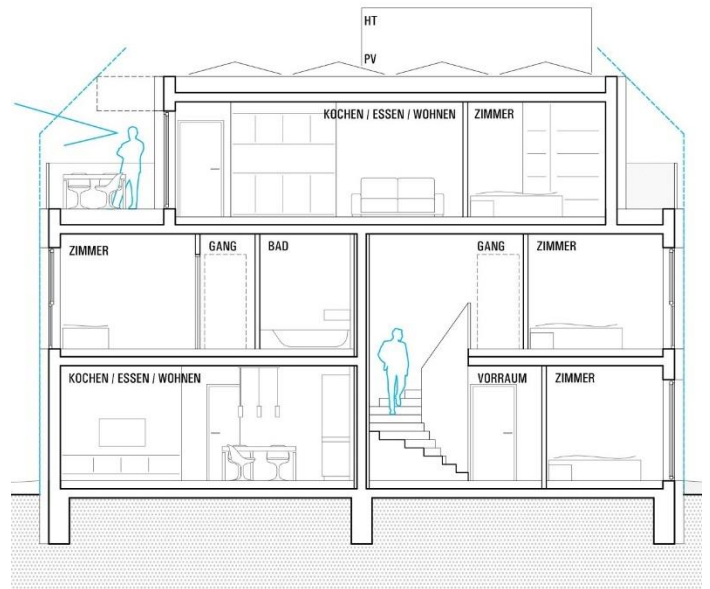
Viertelhaus: erstes Obergeschoß



Dachgeschoß



Schnitt



Quelle: Steinkogler Aigner Architekten

### 4.3 TEILBARKEIT DER VIERTELHÄUSER

Die Anforderungen von Haushalten an ihre Wohnung ändern sich mit den verschiedenen Lebensphasen. Dem kann durch Umzug, Über- und Unternutzung von Teilen der Wohnung begegnet werden. Bei „Viertel<sup>2</sup>“ wurde ein neuer Ansatz entwickelt und umgesetzt. Lange Belagsdauer sollte durch optimale Anpassbarkeit der Wohnung an unterschiedliche Anforderungen im Lebenszyklus begünstigt werden.

Um den unterschiedlichen Platzbedürfnissen, die je nach Lebensphase entstehen, ist die Teilbarkeit der Maisonette-Wohnung vorgesehen. Diese Teilung erfolgt in der Ebene der Decke, wodurch zwei Wohneinheiten (eine im Erdgeschoß und eine im Obergeschoß) entstehen.

Grafik 11: „Viertel<sup>2</sup>“ – Anpassbarkeit der Viertelhäuser



Quelle: Steinkogler Aigner Architekten

#### a) Technische Aspekte der Trennbarkeit

Um die spätere Trennbarkeit der beiden Wohnebenen sicherzustellen, ist bereits in der Grundkonfiguration eine weitere Eingangstür im Obergeschoß vorgesehen, die als separater Wohnungszugang genutzt werden kann. Die separate Erschließung ist damit sichergestellt. Neben dem zweiten Zugang besteht die Notwendigkeit einer zweiten Küche, um die Teilung gewährleisten zu können. Hierfür sind die notwendigen Anschlüsse bereits im Obergeschoss vorhanden, die sich im Bedarfsfall leicht aktivieren lassen.

Die erforderlichen Eingriffe im Erdgeschoss im Fall einer Trennung der Wohnungshälften sind marginal, da das kleine Bad ohnehin notwendig ist, um die Anforderung der Barrierefreiheit zu erfüllen und das vorhandene Zimmer als Schlafzimmer genutzt werden kann.

Im Obergeschoß können einige Leichtbauwände entfernt werden. In dem durch die Zusammenlegung zweier Zimmer entstehenden Wohn-/Essraum wird die vorbereitete Wasserver- und -entsorgung aktiviert und eine Küche eingebaut.

#### b) Untersuchung der Trennung im Bereich der Innenstiege

Ein wesentlicher Punkt hinsichtlich Anpassbarkeit im Lebenszyklus bildet die Trennbarkeit der Viertelhäuser mit der Innenstiege als „Sollbruchstelle“. Diesem Aspekt wurde im Rahmen des Forschungsprojekts große Aufmerksamkeit geschenkt. Es wurden mehrere praktikable Varianten entwickelt, schlussendlich aber eine pragmatische einfache Lösung umgesetzt.

Grundvoraussetzung für alle Varianten war die Ausführung der Innenstiegen in Holz und Vorkehrungen bei Bauteilaktivierung, Installationen und Bodenaufbau. Folgende Ansätze wurden untersucht:

##### VARIABLER STIEGENBAUSATZ (nicht realisiert)

Beim Ansatz der demontierbaren Stiege als vertikale Erschließung der Viertelhäuser setzt sich diese aus vier Hauptkomponenten zusammen: den Tritt- und Setzstufen, die von unten in die 3-teiligen äußeren Wange verschraubt sind (alle diese Teile in Eiche Sichtqualität), sowie der inneren Wange. Diese innere Wange wird als Spindelwand ausgebildet, wofür ein Holzrahmen umseitig mit weißen Dekorspanplatten verkleidet wird. Um damit in der Nische leichter hantieren zu können, ist dieses Element teilbar. Ergänzt wird die Stiege um diverse An- und Abschlüsse. So wird im oberen Geschoss eine Absturzsicherung, farblich und haptisch an die innere Wange angepasst, zwischen Spindelwand und Badezimmerwand montiert, die auch die Stirnseite der Geschossdecke abdeckt. Im unteren Geschoss trennt eine weiße Tapetentür den Raum unter der Stiege ab und erlaubt seine Nutzung als Abstellraum.

Je nach Anforderung an die Teilung, kann durch mehr oder weniger große Eingriffe die Stiege modifiziert werden. Da bei einer Trennung der Wohneinheiten die Decke einen entsprechenden Schall- und Brandschutz erfüllen muss, wird auf diese Anforderungen a priori Rücksicht genommen.

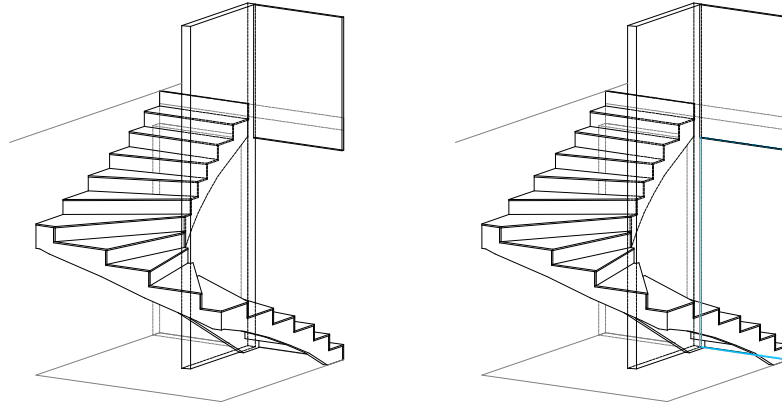
Folgende drei Teilungsszenarien sind denkbar:

##### VARIANTE 1A – SCHLIEßUNG DES STIEGENHAUSES (siehe Grafik 12)

Die schnellste und einfachste Variante zur Abtrennung ist, mittels einer optisch angepassten Dekorspanplatte (die im Lieferumfang der Stiege enthalten ist) den Stiegenantritt im Erdgeschoss abzuschließen (Grafik 12). Dazu ist die Antrittsstufe ca. 20mm zurückversetzt angeordnet, womit sich die Platte bündig mit der Absturzsicherung montieren lässt. Dadurch kommt es zu keiner Einschränkung der Fläche des

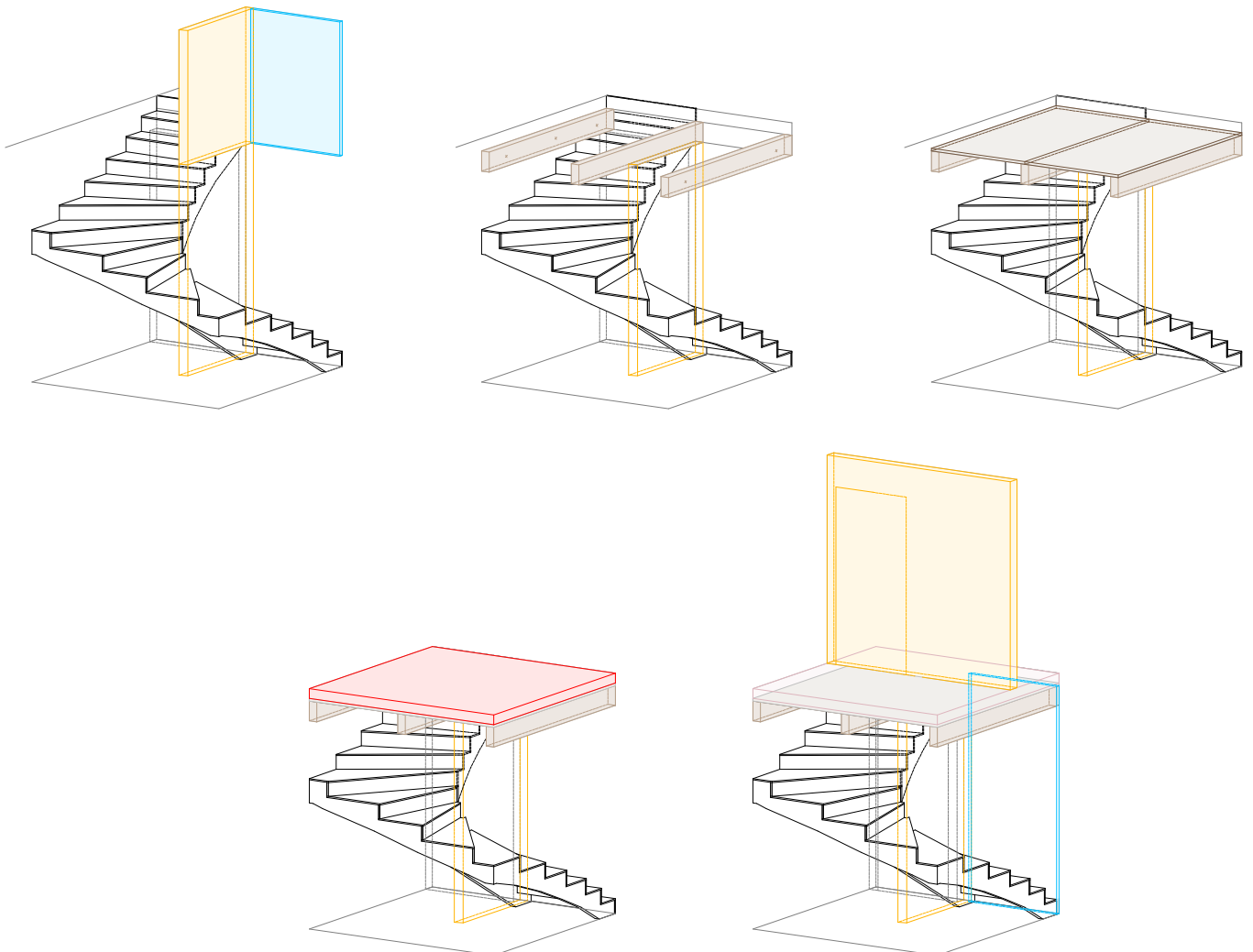
Vorraums im Erdgeschoss und der Durchgang ist unterbunden. Die Maisonette bleibt hierbei als eine Wohneinheit bestehen, weshalb keine brand- und schallschutztechnischen Anforderungen an das Trennbau teil gestellt werden. Ideal ist diese Schnellabtrennung zum Beispiel, wenn im oberen Geschoss ein

Grafik 12: Variante 1a – Schließung des Stiegenhauses mittels Dekorspanplatte beim Stiegenantritt



Quelle: Steinkogler Aigner Architekten

Grafik 13: Variante 1b – Einbau einer Trenndecke, Stiege bleibt erhalten



Quelle: Steinkogler Aigner Architekten

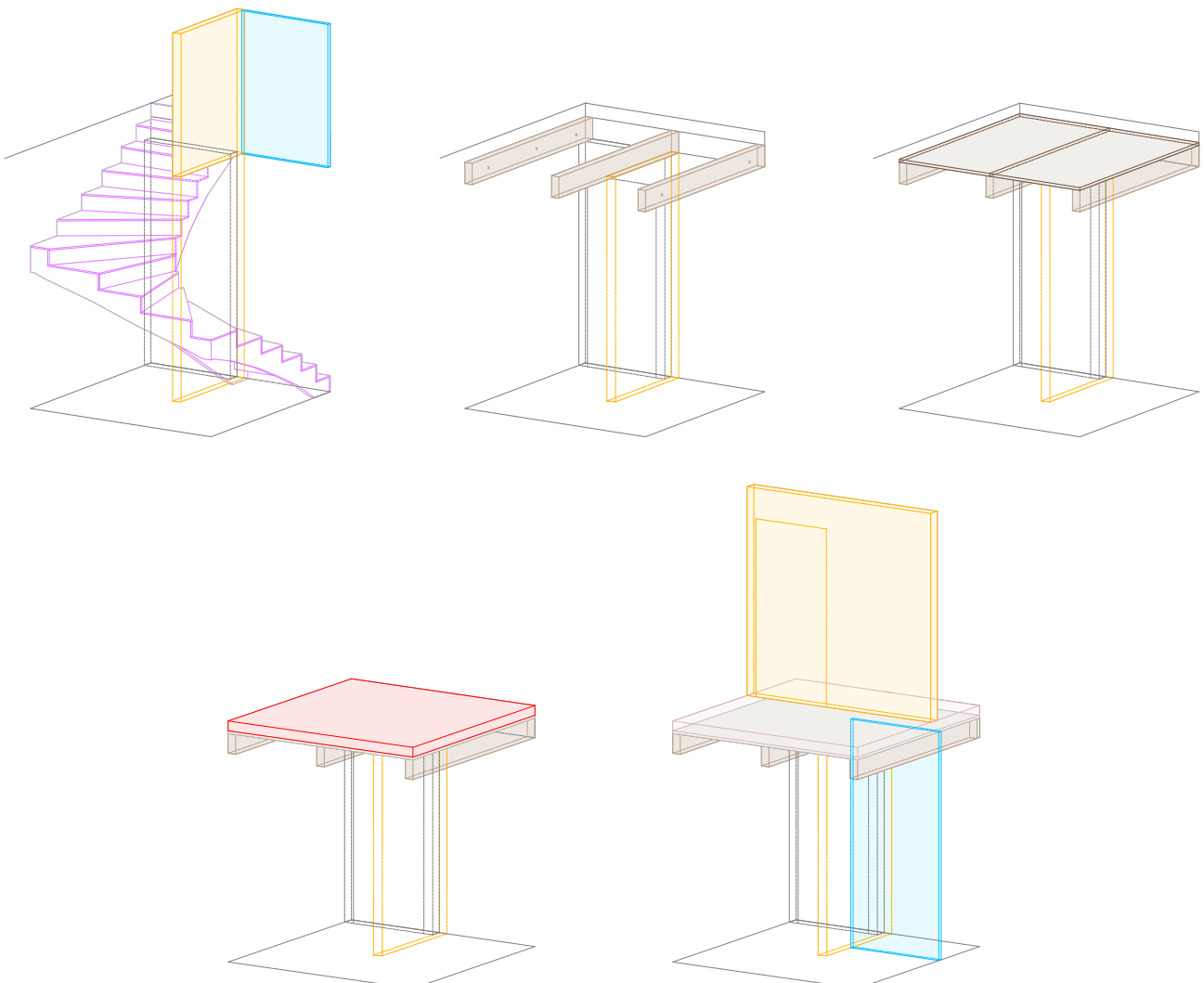
Kind die Wohnung zwischenzeitlich als Startwohnung nutzen möchte. Ein Nachteil ist, dass für die abgetrennte obere Einheit kein Abstellraum zur Verfügung steht.

Vorteile dieser Variante 1a sind die schnelle Umsetzbarkeit, dass kein Lagerbedarf für Stiege besteht und geringer Lagerbedarf für Trennelemente. Nachteilig ist, dass dies keine vollwertige Trennung der Einheiten bewirkt und in der oberen Ebene kein vollwertiger Abstellraum entsteht.

#### VARIANTE 1B – EINBAU EINER TRENNDECKE/STIEGE BLEIBT ERHALTEN (siehe Grafik 13)

Um in der oberen Wohnung ebenfalls einen Abstellraum zu schaffen, muss das Stiegenloch mittels einer Decke geschlossen werden, was mit oder ohne Abbau der Stiege geschehen kann (Grafik 13). Die eingefügte Deckenkonstruktion aus Holz ist auf den notwendigen Feuerwiderstand der Decke ausgelegt (REI 30). Zunächst werden Handlauf, Brüstungswand und oberer Teil der zweiteiligen Spindelwand (sowie bei Bedarf die Holzstiege) demontiert. Dann wird in das Stiegenloch eine Holz-Tram-Konstruktion montiert, welche man mit der Stahlbetondecke verschraubt, weshalb in diesem Bereich die Bauteilaktivierung auszulassen ist. Eine dünne Massivholzplatte bildet den Abschluss und Grundlage für den trockenen Bodenaufbau, der die schalltechnischen Anforderungen an ein Trennbauteil erfüllt. Letztendlich

#### Grafik 14: Variante 1c – Demontage der Stiege, zusätzliches Raumangebot



Quelle: Steinkogler Aigner Architekten

trennt eine Leichtbauwand in Trockenbauweise mit Tür im oberen Geschoss einen Abstellraum vom Vorraum ab. Im unteren Geschoss schließt wieder die Dekorspanplatte den Stiegenantritt ab und unterbindet den Zugang zur Stiege wenn diese nicht abgebaut wird. Durch den Verbleib der Stiege an der ursprünglichen Position entsteht bei dieser Variante der Teilung Stauraum, der nicht optimal genutzt werden kann. Die Maisonette wäre nun in zwei vollwertige Wohneinheit geteilt, da sämtliche brand- und schallschutztechnischen Anforderungen an das Trennbauteil erfüllt werden.

Vorteile der dargestellten Variante sind die vollwertige Trennung der Einheiten und die fehlende Notwendigkeit der Lagerung der Stiege. Nachteilig ist die eingeschränkte Nutzbarkeit des Abstellraums in der unteren Ebene und der Lagerbedarf für die Trennelemente.

#### VARIANTE 1C – EINBAU EINER TRENNDECKE/DEMONTAGE DER STIEGE (siehe Grafik 14)

Um das Volumen optimal auszunutzen, müsste die Stiege demontiert werden. Zusätzlich ist bei Demontage der Stiege die Lage der Dekorspanplatte im unteren Geschoss flexibler gestaltbar, wodurch sich eine Garderobennische ausbilden lässt. Somit ist die Teilung in zwei separate Wohnungen vollzogen. Die zerlegte Stiege, bzw. gerade nicht benötigte Teile bilden ein kompaktes Paket, das in einem Lagerraum außerhalb der Wohnung untergebracht werden kann. Die Maisonette wäre wiederum in zwei vollwertige Wohneinheit geteilt, da sämtliche brand- und schallschutztechnische Anforderungen an das Trennbauteil erfüllt sind.

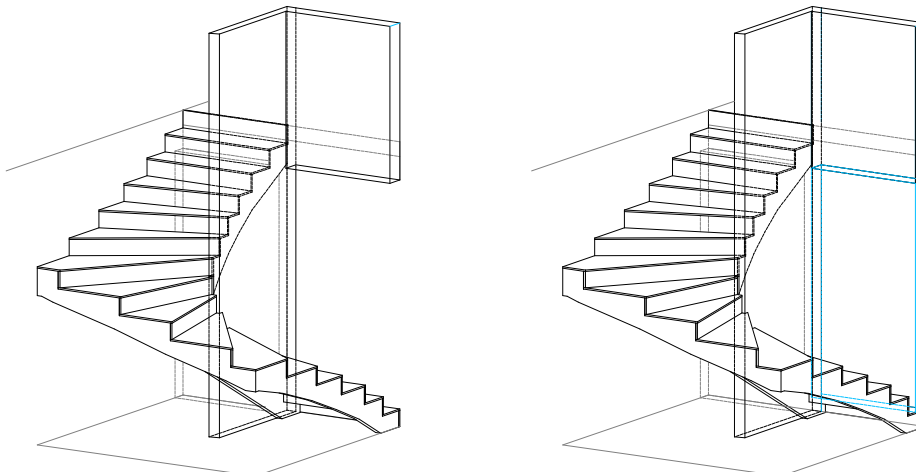
Vorteile der Variante sind das zusätzliche Raumangebot (unten ein Gardarobenraum, oben ein Abstellraum) und die vollwertige Trennung der Einheiten. Nachteilig sind der Lagerbedarf für Stiege und Trennelemente, der aufwändige Auf-/Um-/Abbau und die problematische Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands.

#### FIXE STIEGE (ausgeführt)

Falls die Stiege nicht in der beschriebenen demontierbaren Weise, sondern als ortsfestes Objekt mit einer Spindelwand und Brüstung in Trockenbauweise hergestellt wird, bleibt als Option das Abtrennen des Stiegenaustritts im oberen Geschoss oder Stiegenantritts im unteren Geschoss durch eine Trockenbauwand.

Da bei einem fixen Einbau der Stiege die Demontierbarkeit keine Rolle spielt, kann die Grundkonstruktion der Anlage einfacher und kostengünstiger ausfallen. Da Umbauten nur im kleinen Stil stattfinden und sich

Grafik 15: Variante 2a – Fixe Stiege mit Abtrennung in Trockenbauweise unten

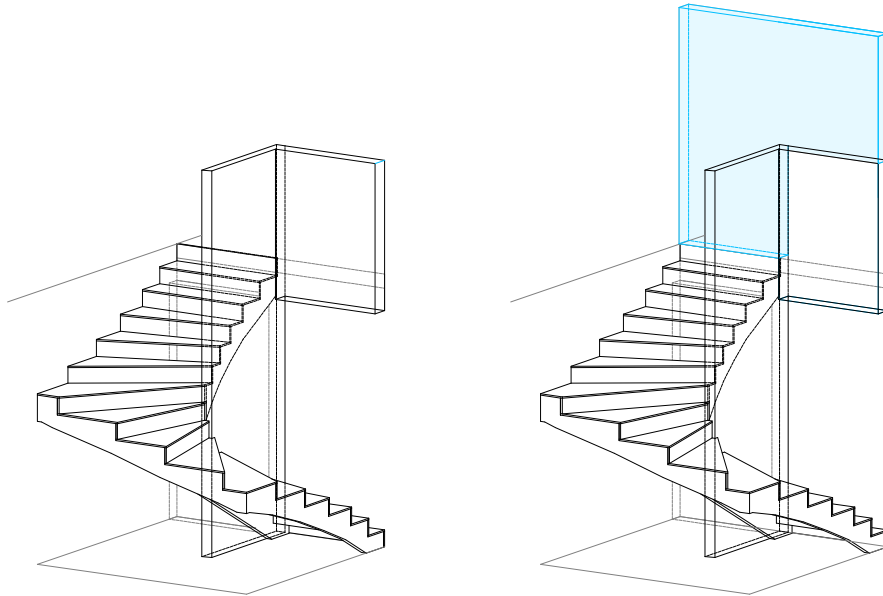


Quelle: Steinkogler Aigner Architekten



auf wenige Punkte beschränken, kann bei der Wahl der Baustoffe auf andere Produkte und Qualitäten zurückgegriffen werden. Zur Kostenreduktion tragen somit zum einen die Ausführung sämtlicher Wände und Brüstungen in Trockenbauweise bei, sowie die Ausführung der Stiege als Bautreppe aus Plattenwerkstoff. Die Tritt- und Setzstufen werden anschließend passend zum Bodenbelag in den Geschossen z.B. mit Laminat belegt. Diese Ausführung kam im Fall des Projekts Tonpfeifengasse in Theresienfeld zur Anwendung.

Grafik 16: Variante 2b – Fixe Stiege mit Abtrennung in Trockenbauweise oben



Quelle: Steinkogler Aigner Architekten

Grafik 17: „Viertel“ – fertige Innenstiege



Quelle: Arthur Krupp GmbH

Ähnlich wie bei Variante 1a (Grafik 12) ist die schnellste und einfachste Variante zur Abtrennung, mittels einer optisch angepassten Dekorspanplatte den Stiegenantritt im Erdgeschoss abzuschließen. Dazu ist die Antrittsstufe ca. 20mm zurückversetzt angeordnet, womit sich die Platte bündig mit der Absturzsicherung montieren lässt. Wahlweise kann die Abtrennung auch in Trockenbauweise erfolgen, wobei die Ständerprofile auf die erste Stufe platziert werden und die Gipskartonbeplankung dann die Stiege abdeckt. Es kommt zu keiner Einschränkung der Fläche des Vorraums im Erdgeschoss und der Durchgang ist unterbunden. Die Maisonette bleibt hierbei als eine Wohneinheit bestehen, weshalb keine brand- und schallschutztechnischen Anforderungen an das Trennbauteil gestellt werden.

Vorteil dieser Variante sind die kostengünstige Grundstruktur, die schnelle Umsetzbarkeit, der Entfall des Lagerbedarfs für die Stiege sowie der geringe Lagerbedarf für die Trennelemente. Nachteilig sind die mäßige Nutzbarkeit des Stiegenraums als Abstellraum und die unvollständige Trennung der beiden Ebenen. Die Stiege ist nicht vollständig abbaubar.

Alternativ zur Abtrennung beim Stiegenantritt, kann die Abteilung auch beim Stiegenaustritt erfolgen (Grafik 16). Dazu wird in Trockenbauweise die Brüstungswand ab deren Oberkante bis zur Decke ergänzt, und die verbleibende Öffnung geschlossen. Es kommt zu keiner Einschränkung der Flächen des Vorraums in beiden Ebenen, der Durchgang ist unterbunden und die untere Ebene erhält zusätzlichen Stauraum. Bei entsprechender Ausführung des Trockenbaus wäre die Maisonette nun sogar bautechnisch in zwei vollwertige Wohneinheit geteilt, da sämtliche brand- und schallschutztechnischen Anforderungen an das Trennbauteil erfüllt werden können. Die obere Wohneinheit würde den Anforderungen an die Barrierefreiheit jedoch nicht genügen.

Vorteile der Variante sind die kostengünstige Grundstruktur, die schnelle Umsetzbarkeit und die fehlende Notwendigkeit der Lagerung der Stiege. Zusätzlich wird Stauraum für die untere Wohnung geschaffen. Es ist eine vollwertige Trennung der Einheiten möglich. Nachteilig sind das Fehlen eines Abstellraums für die obere Ebene.

### c) Bauliche Trennung

Eine vollständige bauliche Trennung der Viertelhäuser in zwei übereinander liegende Zweizimmerwohnungen ist aufwändig, aber grundsätzlich durchführbar.

Technische und baurechtliche Barrieren betreffen den (gewünscht reversiblen) Ausbau der Innenstiege, die Schutzanforderungen an die Trennbauteile, die Trennung der technischen Infrastruktur (Warmwasser mit Speicher) und deren Absicherung sowie fehlende wohnungsbezogene Freiräume im Obergeschoß. Hinsichtlich der Heizung wäre eine Trennung unproblematisch, da eine quadratmeterbezogene Verrechnung umgesetzt wurde. Der Stromzähler ist für einen elektronischen Subzähler vorbereitet. Es sind in beiden Etagen Elektro- und Medienverteiler und Gegensprechanlage installiert. Beim Warmwasser käme ein interner Aufteilungsschlüssel in Frage.

### d) Rechtliche Trennung Miete

Der Hauptmieter kann gem. WGG bis zu 50% der Wohnnutzfläche ohne Gewinnaufschlag untervermieten. Eine rechtliche Trennung im Sinne, dass die abgetrennte Wohnung direkt durch die Bauvereinigung vermietet wird, ist nicht möglich. Der Hauptmieter kann nach 5, 10 oder 15 Jahren die vorgesehene Kaufoption lösen, der Untermieter nicht.

#### e) Rechtliche Trennung Eigentum

Eine grundbücherliche Trennung in zwei Wohnungen setzt eine hundertprozentige Zustimmung aller Eigentümer voraus, was kaum zu schaffen ist. Sie würde eine Fülle an zusätzlichen Anforderungen auslösen. Jede neue selbständige Wohnung würde eine zusätzliche Stellplatzverpflichtung auslösen. Auch zusätzliche Fahrradabstellmöglichkeiten und Abstellräume wären zu schaffen. Auch Haftungsfragen beim nachträglichen Umbau wären zu klären. Der Schallschutz müsste nachgebessert werden. Förderungsrechtlich ergeben sich vielfältige Schwierigkeiten hinsichtlich der Administration der Förderdarlehen, der Einkommensprüfung u.a. Eine Zustimmung der Förderabteilung wäre nicht absehbar.

#### f) Pragmatische Lösung

Angesichts der beschriebenen Barrieren werden Trennungsszenarien ermöglicht, die die rechtliche Konstellation der Viertelhäuser unangetastet lassen. Die obere Hälfte der Wohnung besitzt von Anfang an einen eigenen Eingang. Mit überschaubarem Aufwand kann die Wohnung umgebaut und mit einer Küchenzeile nachgerüstet werden. Die Verbindung der beiden Etagen über die Innentreppe kann belassen oder mit einer Leichtbauwand abgeschlossen werden (Variante 2a, Grafik 15).

Rechtlich und administrativ bleibt das Viertelhaus eine zusammenhängende Wohnung. Die abgetrennte obere Hälfte kann kostenlos oder in Untermiete einem anderen Haushalt zur Verfügung gestellt werden. Besonders eignet sich dies für Kinder, die einen eigenen Haushalt gründen wollen oder bei Pflegebedarf für 24-Stunden-Betreuer:innen. Bei solchen „intrafamiliären“ Konstellationen werden keine wohnrechtlichen Hürden gesehen.

Problematischer ist es freilich bei entgeltlicher Untervermietung, so attraktiv es auch für einkommensschwächere Senior:innen sein mag, die reduzierten Ruhendbezüge durch Mieteinnahmen aufzubessern. Hier bedarf es mietrechtlicher (Pauschalmitiete ohne verbrauchsabhängige Energiekosten), förderungsrechtliche (Ausmaß der zulässigen Untervermietung) und steuerrechtliche Klärungen.

## **4.4 FOKUS AUF LEISTBARKEIT AUCH FÜR GRÖßERE FAMILIEN**

Ein Großteil der Bevölkerung strebt das Leben im Eigenheim an. Viele können sich das nicht leisten. Andere könnten, suchen aber nach ökologisch verträglichen Alternativen. Beiden Gruppen ein Gegenangebot zu machen ist ein Hauptziel des Projekts.

Die Größe der Viertelhäuser orientiert sich mit ca. 100m<sup>2</sup> an jener von kleinen Einfamilien- und Reihenhäusern. Um die Nachteile von „eingezwickten“ Reihenhäusern in der Mitte der Anlage zu vermeiden und dennoch Kompaktheit zu schaffen, werden an den einzelnen Ecken Maisonettes platziert, um jeder Wohnung zumindest an zwei Seiten freie Aussicht gewähren zu können und einfaches Querlüften zu ermöglichen. Dabei ist die Anordnung über Eck qualitativ hochwertiger als die gegenüberliegender Fassaden, besonders da im konkreten Fall die Gebäudeecke geöffnet wird, somit den Wohnraum in den Garten erweitert und eine gewisse Großzügigkeit erreicht.

Durch die zwei Ebenen der Wohnung sind die Bereiche Schlafen und Wohnen ähnliche eindeutig getrennt, wie in einem Einfamilienhaus. Die oft als Vorteil des Einfamilienhauses angeführte Gestaltungsfreiheit wird auch hier gewährleistet, da die Umbaumöglichkeiten der Wohnung bereits im Grundkonzept angelegt sind. Das mehr an Wohnraum, über das Eigenheimbesitzer meist verfügen, und welches die Basis für Adaptierungen bildet, wird hier durch den intelligenten Zuschnitt der Wohnung kompensiert.

Da auch abseits der Ballungsräume nicht nur großflächiger Wohnraum für junge Familien gefragt ist, wird auch diesem Segment ein Angebot gemacht. Im Staffelgeschoss gibt es dafür zwei 70m<sup>2</sup> Wohnungen, die das Angebot abrunden. Jeweils nach drei Seiten orientiert und mit der Option auf eine umlaufende Dachterrasse, entsteht eine attraktive Penthouse-Situation, die auch im ländlichen Raum Zuspruch findet. Oft überragt das Staffelgeschoss die umliegende Bebauung und erlaubt dadurch Ausblicke in die Umgebung, die den Nachbarn verwehrt bleibt.

Grafik 18: Theresienfeld Tonpfeifengasse – Übereckfenster schaffen großzügiges Raumgefühl



Quelle: Leskovar, Arthur Krupp GmbH

## **5 KONSTRUKTION UND BAUMATERIALIEN**

### **5.1 LOW-TECH-ANSÄTZE, LEBENSZYKLUS-ASPEKTE**

In der mehr als vierjährigen Projektlaufzeit wurden zahlreiche Low-Tech-Ansätze für Konstruktion und Baumaterialien in Erwägung gezogen, geprüft und vielfach auch wieder verworfen. Durchgesetzt haben sich schlussendlich ausschließlich Ansätze, die neben der ökologischen Qualität und dem Innovationsgehalt auch den ökonomischen Anforderungen standhielten.

Alle eingesetzten Baumaterialien wurden hinsichtlich ihrer Sanierbarkeit bei unterschiedlichen Lebensdauern untersucht. Auch die Recyclingfähigkeit der Komponenten wurden berücksichtigt.

### **5.2 VER- UND ENTSORGUNG**

Es sind Kaltwasserversorgung, Kanalisation, Elektroanbindung, Glasfaseranschluss und Regenwasserversickerung auf Eigengrund vorhanden.

### **5.3 STRUKTURELLE TEILE**

Das Typenhaus ist darauf ausgelegt, in der Ausführung möglichst problemlos und mit geringer Fehleranfälligkeit abgewickelt werden zu können. Es wurde bewusst mit sich wiederholenden Details gearbeitet. Auch die Zahl der Bauteiltypen wurde geringgehalten.

Konstruktiver Wetterschutz und Wartungsfreiheit spielten bei der Ausbildung aller Details eine wesentliche Rolle, etwa bei Flachdachanschlüssen und der Haustechnik. Ebenso wurde auf die fachmännische Ausführung der Gewerke Wert gelegt. Dies wird durch die Bauführungspraxis der „Arthur Krupp“ mit Einzelausschreibungen und eigener örtlicher Bauaufsicht begünstigt.

### **5.4 BAUMATERIAL-MATRIX WANDBILDNER**

In der Projektvorbereitung wurde eine umfangreiche Bewertung möglicher Baumaterialien durchgeführt. Dabei wurden ökonomische Kriterien (Herstellkosten, Bauzeit, Vorfertigung möglich, Nutzflächengewinn möglich) ebenso berücksichtigt, wie technische (Tragkraft) und ökologische (Wärmedämmverbundsystem erforderlich, Bauteilaktivierung möglich, Lebensdauer, Recyclingfähigkeit, speicherwirksame Masse, graue Energie; s. Tabelle 19).

Die unterschiedlichen Aspekte werden mit 1 (z.B. Tragkraft) bis 5 (Herstellungskosten) gewichtet und mit einem Schulnotensystem berechnet. Die jeweilige Gesamtbewertung ist eine Momentaufnahme. Die besonders gute Bewertung von Ytong als Wandbildner resultiert beispielsweise daher, dass zum Zeitpunkt der Ausschreibungen aus markttaktischen Gründen besonders günstige Preise angeboten wurden. Aus diesem Hauptgrund sowie darüber hinaus akzeptable Werte wurde denn auch Ytong schlussendlich ausgewählt.

## 5.5 AUßENHAUT, DÄMMUNG

Unterschiedliche Fassadensysteme, z.B. Wärmedämmverbundsystem vs. vorgehängte Fassaden, wurden in Kombination mit Haustechniksystemen eingehend bewertet, s. Kap. 7.5 (S. 62).

Die Lebenszyklusberechnungen bewirkten eine Systemscheidung für eine Hüllqualität in Passivhausstandard. Die Variante einer vorgehängten Fassade schied frühzeitig aus Kostengründen aus. Es verblieb die Variante Vollwärmeschutz. Unterschiedliche mögliche Dämmmaterialien wurden hinsichtlich Kosten, Dämmwert und ökologischem Fußabdruck bewertet. Nach Einschätzung des Projektteams schien zum Zeitpunkt der Systemscheidung unter den nachwachsenden Rohstoffen Hanf am vielversprechendsten. Es gab allerdings Zweifel an der tatsächlichen ökologischen Vorteilhaftigkeit und Dauerhaftigkeit der damals verfügbaren Produkte. Unter den nicht regenerativen Dämmmaterialien fiel schließlich die Entscheidung aus Kostengründen auf EPSFplus (18cm).

Tabelle 19: Baumaterial-Matrix Wandbildner

|                     |                   | Herstellkosten | Bauzeit   | Tragkraft | Innenputz erforderlich | Wärmedämmverbundsystem erforderlich | Vorfertigung möglich | Nutzflächenengewinn möglich | Bauteilaktivierung möglich | Lebensdauer | Recyclingfähigkeit | Speicherwirk. Masse | Graue Energie | Bewertung (Schulnote) |
|---------------------|-------------------|----------------|-----------|-----------|------------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|--------------------|---------------------|---------------|-----------------------|
| GEWICHTUNG          |                   | 5              | 3         | 1         | 1                      | 2                                   | 1                    | 1                           | 2                          | 2           | 2                  | 1                   | 1             |                       |
| BAUSTOFFE           | BAUTEILE          |                |           |           |                        |                                     |                      |                             |                            |             |                    |                     |               |                       |
| Holz-KLH            | Wand              | sehr hoch      | sehr kurz | mittel    | nein                   | ja                                  | ja                   | ja                          | nein                       | mittel      | gut                | Niedrig             | wenig         | 2,9                   |
|                     | Decke             | sehr hoch      | sehr kurz | mittel    | nein                   | -                                   | ja                   | -                           | nein                       | mittel      | gut                | Niedrig             | wenig         | 2,8                   |
| STB-Fertigteile     | Wand              | hoch           | kurz      | sehr hoch | Spachtelung            | ja                                  | ja                   | ja                          | nein                       | lang        | mittel             | hoch                | viel          | 2,7                   |
|                     | Decke (Hohldiele) | hoch           | kurz      | sehr hoch | abgeh. Decke           | -                                   | ja                   | -                           | nein                       | lang        | mittel             | hoch                | viel          | 3,2                   |
| STB-Halbfertigteile | Wand              | hoch           | mittel    | sehr hoch | Spachtelung            | ja                                  | teilweise            | ja                          | ja                         | lang        | mittel             | hoch                | viel          | 2,6                   |
|                     | Decke             | hoch           | mittel    | sehr hoch | Spachtelung            | -                                   | teilweise            | -                           | ja                         | lang        | mittel             | hoch                | viel          | 3,0                   |
| STB-Ortbeton        | Wand              | hoch           | mittel    | sehr hoch | Spachtelung            | ja                                  | nein                 | ja                          | ja                         | lang        | mittel             | hoch                | viel          | 2,7                   |
|                     | Decke             | hoch           | mittel    | sehr hoch | Spachtelung            | -                                   | nein                 | -                           | ja                         | lang        | mittel             | hoch                | viel          | 3,1                   |
| Schalstein          | Wand              | mittel         | mittel    | hoch      | ja                     | ja                                  | bedingt              | nein                        | nein                       | lang        | mittel             | hoch                | viel          | 2,8                   |
| Betonstein          | Wand              | mittel         | mittel    | hoch      | ja                     | ja                                  | Nein                 | nein                        | nein                       | lang        | mittel             | hoch                | viel          | 2,9                   |
| Velox-Wand-systeme  | Wand              | mittel         | mittel    | hoch      | ja                     | ja                                  | Nein                 | nein                        | nein                       | lang        | schlecht           | hoch                | viel          | 3,1                   |
| Ziegel              | Wand              | mittel         | mittel    | mittel    | ja                     | ja                                  | Nein                 | nein                        | nein                       | mittel      | gut                | mittel              | mittel        | 2,9                   |
| Ziegel ausgefüllt   | Wand              | mittel         | mittel    | mittel    | ja                     | nein                                | Nein                 | nein                        | nein                       | mittel      | schlecht           | mittel              | mittel        | 3,1                   |
| Ytong               | Wand              | mittel         | mittel    | mäßig     | Spachtelung            | nein                                | Nein                 | nein                        | nein                       | mittel      | gut                | niedrig             | mittel        | 2,5                   |

Anm.: KLH: Kreuzlagenholz; STB: Stahlbeton  
Quelle: Katzkow und Partner, WS, IIBW

## 5.6 FENSTER

Die Wahl der Fenster orientierte sich an der thermischen Anforderung eines Uf-Werts von 0,8 W/m<sup>2</sup>.K und einer Schallschutzanforderung von 38 dB und wurde im selben Variantenvergleich berücksichtigt (Kap. 6.4.1, S. 51). Schlussendlich ergab sich die Gelegenheit, qualitativ besonders hochwertige Holz-Alu-Fenster mit Dreifachverglasung einzusetzen. Die Gründe waren aktuellen Marktgegebenheiten zu verdanken. Auch PVC-Fenster standen zur Diskussion. Aufgrund der Größe der Eckfenster hätten die Rahmen aber zusätzliche Versteifungen benötigt, die bei Holz-Alu-Konstruktionen nicht erforderlich sind. Kurz vor dem Zeitpunkt der Ausschreibung dieses Gewerks fiel in Wien das PVC-Verbot für Fenster. Das führte zu Überkapazitäten bei der Produktion von Holz-Alu-Fenstern und entsprechenden Preisnachlässen.

## 5.7 WOHNUNGSTRENNWÄNDE / SCHÄCHTE

Für Wohnungstrennwände bzw. Wände zum zentralen Stiegenhaus wurden Betonsteine eingesetzt, die gute Schallschutzeigenschaften und günstige Kosten verbinden. Das zentrale Stiegenhaus wurde warm ausgeführt, wird also mitgeheizt bzw. gekühlt.

## 5.8 INNENAUSBAU, BODENAUFBAU, OBERFLÄCHEN

Zur Anwendung kamen Gipsmaschinenputz, Kalkzementputz in den Bädern, mineralische Spachtelung und Wandmalerei. Ökologische und bauphysiologische Aspekte wurden darüber hinaus mittels Anwendung des „Gebäudesoftskills“ Schemas berücksichtigt (s. Kap. 9.1, S. 72).

Aus der Systementscheidung für Bauteilaktivierung (s. Kap. 6.3, S. 43) ergab sich kein Anpassungsbedarf für Deckenstärke und Bodenaufbau. Bei den Viertelhäusern waren zwischen Erdgeschoß und erstem Obergeschoß reduzierte Schallschutzanforderungen möglich.

Bei den Bodenbelägen wurde aus Kostengründen auf Fliesen und Laminat zurückgegriffen. Das zentrale Stiegenhaus ist verflieset.

## 5.9 SYSTEMENTSCHEIDUNG KONSTRUKTION, WANDAUFBAU, MATERIALIEN

Auf Basis der damals vorliegenden Plangrundlagen wurden 2018 Testausschreibungen für die Hauptgewerke des Projekts Theresienfeld Tonpfeifengasse durchgeführt. Sie deckten etwa 80% des Bauwerts ab. Auf deren Basis wurden in der Folge die sehr umfangreichen Variantenberechnungen zu Lebenszykluskosten durch das Energieinstitut Vorarlberg durchgeführt (Kap. 7, S. 57), die wiederum Grundlage aller Systementscheidungen für das Projekt waren. Systementscheidungen zu Konstruktion, Wandaufbau und Materialien hängen eng mit jener des Haustechniksystems zusammen. Dieses ist in Kapitel 7.5 (S. 62) dargestellt.

Die Variantenentscheidung Konstruktion/Wandaufbau fiel im Juli 2018 in folgender Spezifikation (Spezifikation zu Haustechnik s. Kap. 6.4, S. 51):

- Passivhaushüllqualität mit 25cm Ytong und 18cm Vollwärmeschutz aus EPSFplus.
- Dachaufbau und Bodenplattendämmung lt. Energieausweisberechnung (s. Anhang, Kap. 14.6, S. 113).
- Holz-Alu-Fenster mit Dreischeibenverglasung, UF 0,8.

## 6 ENERGIE, HAUSTECHNIK

### 6.1 LOW-TECH-ANSÄTZE

Die nachfolgenden Ausführungen resultieren aus den Inputs mehrerer Teammitglieder, insbesondere von Franz Gugerell und dem Energieinstitut Vorarlberg. Beim Themenkreis Energie und Haustechnik bildete der Projektansatz, Low-Tech-Lösungen anzuwenden, eine besondere Herausforderung. Low-Tech bedeutet, dass das Gebäude viel kann (heizen, kühlen) und gleichzeitig wenig Haustechnik benötigt wird (siehe dazu Tabelle 6, S. 17). Die Systemvergleiche auf Basis von Ausschreibungspreisen ergaben das beste Preis-Leistungsverhältnis für Luft-Wasser-Wärmepumpe mit PV-Einbindung und Wärmeeintrag über Bauteilaktivierung (s. Kap. 7.5, S. 62). Die spätere Änderbarkeit im Fall von Technologiesprüngen sollte sichergestellt werden. Dies ist durch Leerverrohrung möglich.

### 6.2 EVALUIERUNG UNTERSCHIEDLICHER ENERGIEBEREITSTELLUNGSSYSTEME

Die Analysen zum vorteilhaftesten Heizungssystem für die gewählte Gebäudetypologie (relativ kleine Objekte) und Lage (kein Fernwärmeanschluss) wurde zu Beginn des Projekts ergebnisoffen angegangen. Allerdings gab es seitens des Projektteams eine klare Präferenz für ökologisch ambitionierte Varianten.

#### 6.2.1 PHOTOVOLTAIK

Die Wien-Süd Gruppe, zu der die „Arthur Krupp“ zählt, verfügt über umfangreiche Erfahrungen mit Photovoltaik. Schon 2013 wurde in 1230 Wien, Johann Dunklgasse 1-7, im Rahmen einer Großsanierung eine Anlage mit einem Jahresertrag von etwa 210.000 kWh errichtet. Diesem Projekt folgten zahlreiche weitere. Es wurde ein unternehmensinternes Monitoring-System aufgebaut, mittels dessen alle installierten PV-Anlagen durchgängig auf ihre Funktionsweise geprüft werden. Die Wien-Süd nahm an mehreren einschlägigen Forschungsprojekten teil (z.B. StromBIZ, IIBW et al., 2016). Von daher stand die Nutzung von PV von vorneherein fest. In der Umsetzung ergab sich allerdings umfassende Notwendigkeiten der Optimierung.

#### a) Eigennutzungsgrad, Überrechnung des PV-Stroms auf Haushalte

Ein hoher Anteil von vor Ort verbrauchtem PV-Strom ist für die Wirtschaftlichkeit der Anlage wesentlich, denn für jede Kilowattstunde, die nicht aus dem Netz bezogen wird, beträgt die Einsparung 16-20 €, jede in das Netz eingespeiste bringt aber wegen Netzgebühren und Steuern nur 3-5 €.

Der Eigennutzungsgrad hängt eng von der Möglichkeit ab, die vor Ort erzeugte Energie nicht nur für Allgemeinstrom nutzen zu können, sondern auch innerhalb der Wohnungen. Dies setzt Smart Meters voraus. Deren Verfügbarkeit („Roll-Out“) stand zum Zeitpunkt der Bauausschreibungen (2018/2019) noch nicht definitiv fest, wurde aber seitens des Netzbetreibers EVN in Aussicht gestellt. Schlussendlich wurden Smart Meters eingebaut. Wie sich aber beim technischen Monitoring 2021 herausstellte, bietet die EVN noch keine Viertelstundentaktung der Stromzähler an, die wiederum Voraussetzung für die Überrechnung des PV-Stroms an die Haushalte ist.

#### b) Anzuwendendes System

Die Ausrichtung der PV-Paneele hat große Auswirkungen auf den Eigennutzungsgrad. Südorientierte Paneele haben eine größere Leistung, liefern aber Strom zu Tageszeiten mit geringem Bedarf. West-/



ostorientierte Paneele haben demgegenüber einen geringeren Ertrag, dieser ist aber besser über den Tag verteilt und verspricht einen höheren Eigennutzungsgrad.

Die PV-Paneele wurden so flach montiert, dass sie aus der Umgebung nicht sichtbar sind.

Ein Batteriespeicher zur besseren tageszeitlichen Verteilung des vor Ort erzeugten Stroms wurde aus Kostengründen nicht ausgeführt, ist aber jederzeit nachrüstbar.

#### c) Optimale Anlagengröße

Die optimale Anlagengröße wurde durch das Energieinstitut Vorarlberg mit 8-10 KWp je Gebäude ermittelt. Umgesetzt wurden 4 x 10 KWp.

#### d) Organisationsform

Aus Kostengründen und aufgrund der umfangreichen einschlägigen Erfahrung der Bauvereinigung fiel die Entscheidung, dass das Energiebereitstellungssystem von der Wien-Süd selbst organisiert wird.

#### e) Simulierter und tatsächlich erreichter Eigennutzungsgrad

Die Berechnungen um eine optimale Anlagengröße ergaben einen zu erwartenden Eigennutzungsgrad unter Berücksichtigung einer direkten Überrechnung in die Wohnungen von 85%.

Demgegenüber erbrachte 2021 das technische Monitoring einen Wert von nur 20% (s. Kap. 7, S. 57). Dies liegt daran, dass zwar Smart Meters eingebaut sind, die Überrechnung des PV-Stroms an die Haushalte seitens des Netzbetreibers aber noch nicht umgesetzt ist. Es wird mit baldiger Abhilfe gerechnet. Da die wohnungsseitige Nutzung des vor Ort erzeugten Stroms noch nicht möglich ist, wird dieser vorläufig ins Stromnetz eingespeist und die Erträge den Betriebskosten gutgeschrieben.

Als zukünftiges Abrechnungsmodell für den PV-Strom wird auf Modelle zurückgegriffen, die beim Projekt StromBIZ analysiert wurden (IIBW et al., 2016), voraussichtlich auf eine aliquote Gratis-Zuteilung an die einzelnen Haushalte. Dies ist möglich, da die PV-Anlage ja im Rahmen der Objektbaukosten finanziert wurde.

### 6.2.2 WÄRMEPUMPEN

Als Ergebnis der Lebenszykluskostenberechnung (Kap. 6.4) kommen Luft-Wasser-Wärmepumpen für die Bauteilaktivierung zum Einsatz.

Für die Warmwasseraufbereitung wurden wohnungsweise E-Boiler mit Mikrowärmepumpen gewählt, die in den Kreislauf der Bauteilaktivierung integriert sind.

Bei der Produktwahl wurde besonderer Wert auf Materialqualität gelegt, damit im Fall eines Defekts Ersatzbauteile leicht verfügbar und austauschbar sind und nicht das ganze Gerät ausgetauscht werden muss.

### 6.2.3 SOLE-WASSER-WÄRMEPUMPEN / TIEFENBOHRUNG

In der Anschaffung wesentlich teurer, im Lebenszyklus aber durchaus attraktiv, sind Wärmepumpen in Kombination mit Tiefenbohrungen. Diese Technologie hat gegenüber Luft-Wasser-Wärmepumpen ins-

besondere bei tiefen Lufttemperaturen wirtschaftliche Vorteile. Vorteilhaft ist weiters bei Gelingen einer „Sektorkoppelung“, dass nicht nur ein tageszeitlicher Ausgleich des Strombedarfs möglich ist, sondern auch ein saisonaler (s. Kap. 6.3.9, S. 48).

Beim Projekt Theresienfeld Tonpfeifengasse wurde auf die Variante Luft-Wasser-Wärmepumpe zurückgegriffen, da diese Technologie am Standort Theresienfeld aus geologischen Gründen nicht umsetzbar war. Auch verursacht die gewählte Technologie sehr viel geringere Investitionskosten. Angesichts der sehr guten Hüllenqualität (Passivhaushülle) sind auch damit gute wirtschaftliche Kennzahlen erreichbar.

#### 6.2.4 INFRAROT

Angesichts guter Erfahrungen mit Infrarotheizungen in der Sanierung – insbesondere beim Ersatz von Nachtspeicherheizungen – bestand anfangs die Erwartung, dass diese Technologie auch bei thermisch hochwertigen Neubauten Potenzial hat. Dementsprechend wurde sie in die Variantenberechnungen einbezogen. Bei geringeren Investitionskosten als alle anderen Technologien, geraten Infrarotheizungen als Stromdirektheizung aber schon nach wenigen Jahren bei der Lebenszykluskostenberechnung ins Hintertreffen.

Aus dem Kreis möglicher Heizungssysteme fiel Infrarot endgültig, als seitens der Wohnbauförderungsabteilung klargestellt wurde, dass Stromdirektheizungen derzeit generell nicht bewilligungsfähig sind. Allerdings sind Bemühungen im Gang, bei Gebäuden mit Passivhauskomponenten Ausnahmen zuzulassen.

#### 6.2.5 ANDERE HEIZUNGSSYSTEME

Andere regenerative Heizungssysteme wurden frühzeitig aus der Variantenberechnung ausgeschieden. Pelletsheizungen haben manche Vorteile, sind aber bei hochgedämmten Gebäuden hinsichtlich Investitions- und Lebenszykluskosten gegenüber Wärmepumpenlösungen klar im Nachteil. Außerdem haben sie großen Platzbedarf, der beim Projekt Theresienfeld Tonpfeifengasse aufgrund des Verzichts auf eine Unterkellerung nicht gegeben war. Sie sind störungsanfälliger als Wärmepumpen.

Fernwärme hat sehr geringe Investitionskosten und ist im Betrieb unproblematisch, verursacht aber typischer Weise sehr viel höhere laufende Kosten als andere Lösungen. Angesichts eines fehlenden Netzes in näherer Umgebung kam diese Variante in Theresienfeld nicht in Frage.

Beide Systeme bieten keine Kühlfunktion.

#### 6.2.6 ZENTRALE / DEZENTRALE WARMWASSERAUFBEREITUNG

Hinsichtlich der Zurverfügungstellung von Warmwasser besteht im großvolumigen Wohnbau seit Langem Unbehagen gegenüber zentralen Lösungen. Denn aus hygienischen Gründen müssen die Zirkulationsleitungen ständig hohe Temperaturen führen, was zu großen Verteilungsverlusten und erhöhten Kosten führt.

Bei aktuellen Forschungsprojekten und in der Literatur werden vielfältige alternative Lösungen untersucht. Überraschend effizient und wirklich Low-Tech sind die „klassischen“ E-Boiler, sofern die Wärme mit eigenem PV-Strom erzeugt wird.

Sehr vielversprechend ist die ziemlich neue Technologie von E-Boilern mit Mikro-Wärmepumpen. Sie erhalten im Winter ihre Grundtemperierung über den Vorlauf der Bauteilaktivierung. Den Temperaturhub

auf das erwünschte Niveau erreichen sie mittels Wärmepumpe, die am Allgemeinstrom hängt und somit vor Ort erzeugten Strom nutzen kann. Im Sommer wird mit der Temperierung des Wassers die Kühlung der Decken bewirkt. Die Lebenszyklusberechnungen erbrachten für diese neue Technologie gute Ergebnisse, was eine Systementscheidung zu ihren Gunsten herbeiführte.

### 6.2.7 HAUSTECHNIK-BOX

Nachdem der Verzicht auf eine Unterkellerung dazu führt, dass kaum Platz für Haustechnik vorhanden ist, wurde das am Markt verfügbare Produkt einer am Dach zu platzierenden Haustechnik-Box geprüft. Sie hat den Vorteil, dass alle erforderliche Technik (Wärmepumpen für Heizung und Warmwasser, Pufferspeicher) kompakt an einem Ort versammelt ist und guten Schallschutz bietet. Derartige Technikangebote werden auch als Leasingmodelle vertrieben. Das verwendete Produkt (Ovum) ist als Haustechnik-Box am Dach ausgeführt.

### 6.2.8 SONNENSCHUTZ

Konstruktiver Sonnenschutz ist ein wesentliches Element zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung. Dachvorsprünge zur Verschattung konnten in den Dachgeschoßwohnungen umgesetzt werden. Bei den Viertelhäusern waren sie nicht mit dem architektonischen Konzept vereinbar.

Angesichts der großen Fensterflächen war ein außenliegender Sonnenschutz aber unverzichtbar. Trotz ihrer Kostenrelevanz fiel die Entscheidung auf elektrisch betriebene Raffstores.

## **6.3 BAUTEILAKTIVIERUNG IM WOHNBAU – PRO UND CONTRA**

Bauteilaktivierung ist ein derzeit intensiv diskutiertes Thema. Die Technologie wird schon seit langem eingesetzt, allerdings vorwiegend im Gewerbebau und bisher vor allem für die Kühlung. Bis zum Beginn des Projekts Theresienfeld Tonpfeifengasse gab es erst sehr wenige Umsetzungsbeispiele im großvolumigen Wohnbau. Nachdem es sich um eine Systementscheidung für das gegenständliche Projekt handelte, wurde ihm besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Relevante Fragestellungen waren einerseits, wie der bereits praxiserprobte Einsatz der Bauteilaktivierung in Gewerbeobjekten auf den großvolumigen Wohnbau übertragbar ist und andererseits, wie die Bauteilaktivierung im Vergleich mit der ähnlich funktionierenden Fußbodenheizung einzuschätzen ist. Es wurden im ersten Halbjahr 2018 Literatur gesichtet, Praxisbeispiele ausgewertet und Experteninterviews geführt (s. Anhang Kap.14.3, S. 109).

### 6.3.1 FUNKTIONSWEISE

Der Wärmeeintrag erfolgt über Heizschlangen in Betonbauteilen, meist den Decken.

#### a) Zwei Varianten

Zwei Systeme sind zu unterscheiden:

- Kernaktivierung mit Heizschlangen ca. in Mittellage des Betonkörpers (oberhalb der unteren Zugbewehrung);
- Oberflächennahes System (unterhalb der unteren Zugbewehrung), wobei die Heizschlangen mit ihrem Tragsystem als Abstandhalter für die Bewehrung dienen können.

Beim oberflächennahen System ist die Funktionsweise ähnlich wie bei Fußbodenheizungen, nur dass die Wärme in das darunterliegende Geschoß abgegeben wird. Die Kernaktivierung ist demgegenüber ein wesentlich trägeres System. Beide geben Strahlungswärme und Konvektionswärme ab.

#### b) Niedertemperatur

Die Vorlauftemperatur ist mit 25-28° ähnlich wie bei der Fußbodenheizung. Bauteilaktivierung setzt besonders gut gedämmte Gebäude voraus.

#### c) Wärmeerzeugung, Wärmerückgewinnung, Back-up-System

Für die Bereitstellung der Wärme eignen sich Wärmepumpen in besonderem Maße. Sie erzeugen aus der eingesetzten elektrischen Energie vier- bis fünfmal so viel thermische Energie.

Bauteilaktivierung eignet sich gut für eine Kombination mit Be-/Entlüftung mit Wärmerückgewinnung. Es wurde allerdings die Entscheidung getroffen, den Luftaustausch auf das hygienisch erforderliche Maß zu reduzieren. Auch beim Projekt „Mühlgrund“ (Kap. 6.3.2d), S. 45) wurde darauf verzichtet. Die Neue Heimat Tirol, die auf Fußbodenheizungen setzt (6.3.2b), S. 45), kombiniert diese mit Komfortlüftungen.

Bei den Beispielprojekten wird in den Badezimmern eine Zusatzheizung eingebaut. Nachdem es darum geht, von der Basistemperatur von 23° auf 25° aufzuheizen, spricht hier wenig gegen Strom-Direktheizungen.

#### d) Trägheit des Systems

Die thermische Trägheit der Bauteilaktivierung hat Vor- und Nachteile (s. Kap. 6.3.3 und 6.3.4). In bauteilaktivierten Modellprojekten wurden umfangreiche Messungen durchgeführt, u.a. mit dem Ergebnis, dass sich selbst massive Temperaturstürze praktisch gar nicht im Inneren der Gebäude abgebildet haben (Interview Kuster).

#### e) Gebäude als Batterie

Die genannten Eigenschaften führen zur Idee, Massivbauten als thermische „Batterie“ für Stromspitzen aus der regenerativen Energieerzeugung (Wind, Sonne) zu nutzen (Kap. 6.3.9). Der tageszeitliche Ausgleich erfolgt über die massiven Bauteile, ein jahreszeitlicher Ausgleich kann über Erdspeicher oder Tiefensonden umgesetzt werden.

### 6.3.2 BEISPIELBAUTEN UND AKTEURE

Bei den nachfolgend beschriebenen Beispielbauten wird vor allem auf den großvolumigen Wohnbau eingegangen. Es sind kaum internationale Beispiele und bis vor Kurzem nur wenige österreichische verfügbar. Diese Situation ändert sich zur Zeit allerdings rasant.

#### a) Bauteilaktivierung in Eigenheimen und Gewerbebauten

Bauteilaktivierung bewährt sich v.a. in Gebäuden mit hohen zusätzlichen Wärmeeinträgen. Aufgrund dessen fokussieren bisherige Umsetzungen auf Büro-, Veranstaltungs- und gewerblich genutzte Gebäude. Hierzu liegen umfangreiche Forschungsergebnisse vor (z.B. Holzer 2014; Kreč 2015; Friembichler et al 2016; SolSpongeHigh, AEE INTEC/Z+B; Sol2Pump, AEE NOW).

Das Einfamilienhaus Göllersdorf ist eines von zahlreichen umgesetzten Eigenheimen mit Bauteilaktivierung. Hervorzuheben ist es aufgrund der umfangreichen Begleitforschung. Das Projekt wurde maßgeblich von der Zementindustrie forciert. Diese erhofft sich durch die Nutzung des Baustoffs als Energiespeicher einen Umwegnutzen bei den Lobby-Bemühungen aufgrund der hohen Emissionen der Zementerzeugung. Das Gebäude ist ein Passivhaus mit Komfortlüftung mit Sole-Wasser-Wärmepumpe. Für die Aktivierung der Betondecken bzw. des Erdkerns wurde eine Sektorkoppelung mit einer Windkraftanlage auf Basis einer Steuerungstechnik der Fa. Kuster umgesetzt. Es erfolgte ein umfangreiches Monitoring.

b) Kuster Energielösungen GmbH: Projekt Elsbethen Austraße in Salzburg

Harald Kuster hat 2013 für einen privaten Investor (Hr. Planiza) ein erstes bauteilaktiviertes Projekt im großvolumigen Wohnbau in Salzburg, Elsbethen Austraße, realisiert. Es ähnelt typologisch dem Projekt Tonpfeifengasse und besteht aus 2 Gebäuden mit jeweils 5 Wohnungen. Die Haustechnik funktioniert seit Bezug, nach Auskunft von Hrn. Kuster, ohne Probleme.

c) Neue Heimat Tirol

Die Bauvereinigung hat Heime und Bürobauten mit dieser Technologie ausgestattet. Wandheizungen werden regelmäßig bei Sanierungen eingesetzt. Ansonsten setzt die Neue Heimat Tirol auf Fußbodenheizungen mit Kühlfunktion, verbunden mit Komfortlüftungen. Die Neue Heimat Tirol ist Technologieführer bei Passivhäusern mit über 20-jähriger Erfahrung.

d) Neues Leben: Mühlgrundgasse/Fahngasse in 1220 Wien

Die Bauvereinigung setzt bis 2019 ein erstes Vorhaben mit dem Pionier auf dem Gebiet, Kuster Energielösungen GmbH (FIN Future is Now), um. Es umfasst 160 Wohnungen. Es wurde kein Backup-System eingebaut, d.h. keine Komfortlüftung, sondern nur eine feuchtegesteuerte Entlüftung in Bad/WC sowie Wohnraumlüfter in einem Wohnraum. In den Badezimmern sind elektrische Heizmatten unter den Bodenfliesen verlegt. Für den Sommer ist Free Cooling vorgesehen, womit das für die Bauteilaktivierung genutzte Erdsondenfeld geladen wird. Bewohnerseitig kann ein Temperaturband von 22-24° C eingestellt werden.

Warmwasser wird elektrisch erzeugt. Auf Photovoltaik wurde verzichtet. Die wasserrechtliche Bewilligung und technische Umsetzung der Tiefenbohrung war problemlos. Es resultiert ein Energieverbrauch (HWB) von 26-29 kWh/m<sup>2</sup>.a. Es wurden Energiekosten von unter € 200 pro Wohnung pro Jahr berechnet (bei 23°, 3 Personen, 75m<sup>2</sup>). Die Einsparung macht ca. 0,6 €/m<sup>2</sup> und Monat aus. Der Versuch, diese Einsparung förderungsrechtlich mit höheren Annuitäten gegenzurechnen, um die Investition zu decken, wurde von der Förderungsstelle nicht akzeptiert. Für die wirtschaftliche Umsetzung konnten Zuschüsse von mehreren Seiten akquiriert werden (Wärmepumpenförderung, Monitoring wurde vom BMVIT bezahlt, Zuschuss der Zementindustrie, der Mehraufwand für die Planung um 20-30% wurde von der MA 20 übernommen). Zur Beurteilung der Mehrkosten ist ein Angebot des Generalunternehmers (Porr) hilfreich, der für eine Umstellung des Projekts auf konventionelle Ausführung eine Gutschrift von € 400.000 angeboten hat (ca. 30 €/m<sup>2</sup>). Es wurden die zulässigen Gesamtbaukosten von 1.780 €/m<sup>2</sup> ausgeschöpft (reine Baukosten 1.450 €/m<sup>2</sup>).

e) Wohnhaus Thürlhofstraße, 2008

Familienwohnbau; ca. 8.200m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche; Architektur Atelier 4; Energietechnik durch Käferhaus GmbH; Oberflächennahe Bauteilaktivierung (Rohrsystem mit Tragsystem als Abstandhalter für die Bewehrung); kein Backup-System; etwa die Hälfte der Nutzfläche mit Bauteilheizung.

### 6.3.3 VORTEILE

- Die Trägheit des Systems hat Vor- und Nachteile. Vorteile sind die thermische Stabilität, niedriger und zeitlich unabhängiger Energieeinsatz (z.B. wenn Strom billig ist).
- Bei Nutzung von Wärmepumpen geringe Nutzerkosten.
- Kostengünstige und ressourcenschonende Kühlung (ggf. Free Cooling bei Tiefenbohrungen).
- Optimierter Eigennutzungsgrad von vor Ort erzeugtem Strom.
- Der Verzicht auf Radiatoren erhöht das Raumangebot, was v.a. bei Kleinwohnungen relevant ist.
- Strahlungswärme wird als angenehmer empfunden als Konvektionswärme.
- Der Bodenaufbau ist u.U. geringer als bei Fußbodenheizung.
- Ein weiterer Vorteil ist, dass bei Systemausfällen das Gebäude lange Zeit temperiert bleibt. Untersuchungen ergaben einen Temperaturabfall von nur 0,5-1°C pro Tag (VÖZ, 2016).

### 6.3.4 NACHTEILE

- Die Trägheit des Systems hat Nachteile v.a. hinsichtlich Komfortaspekten, indem die Bewohner nur geringe Möglichkeiten zur individuellen Steuerung und insbesondere zur kurzfristigen Anhebung der Temperatur haben. Es steht keine physisch spürbare Wärmequelle zur Verfügung.
- Bauteilaktivierung zur Erhöhung der solaren Eigendeckung konnte bisher weder im Passivhaus Projektierungspaket noch im Energieausweis abgebildet werden und wirkt sich damit nicht in diesen relevanten Kennzahlen aus.
- Nachdem Bauteilaktivierungen nur ohne Backup-System wirtschaftlich Sinn machen, ist konventioneller Passivhausstandard kaum darstellbar.
- Physiologisch empfindet der Mensch Wärme von der Seite als angenehmer als von oben (der Himmel ist kalt). Allerdings ist die Deckenoberfläche mit 26° kaum wärmer als bei Radiatorenheizungen. Für die sommerliche Kühlung ist dieser Effekt demgegenüber von Vorteil.
- Bei erdberührenden Erdgeschoßwohnungen kann der Fußboden als kalt empfunden werden. Gemäß Expertenaussagen sollte dieser Effekt bei gut gedämmter unterster Ebene und „warmen“ Oberflächen (Holz) nicht nachteilig wirken. Bei Umsetzung von Steinfußböden ist eine zusätzliche Fußbodenheizung im Erdgeschoß zu erwägen.
- Eine Luft-Wärmepumpe hat erhebliche Geräusch-Emissionen.
- Es ist fraglich, ob Bauteilaktivierung als Low-Tech-Ansatz zu verbuchen ist. Einerseits können mit einem relativ einfachen System die beiden Funktionen Heizen und Kühlen abgedeckt werden, andererseits sind u.U. aufwändige ergänzende Maßnahmen erforderlich (Backup-System).

### 6.3.5 WIRTSCHAFTLICHKEIT

#### a) Kostenneutralität

Die Errichtungskosten sind ähnlich denen anderer Systeme, die Betriebskosten aber deutlich günstiger. Kostenneutralität ist aber nur gegeben, wenn kein oder ein nur sehr einfaches Backup-System eingebaut wird (z.B. Stromdirektheizung im Bad mittels Heizmatten oder Infrarot-Paneelen).

Die Zusatzkosten der Bauteilaktivierung halten sich mit der Einsparung von Radiatoren etwa die Waage. Die Warmwasserbereitung und das Wärmeverteilungssystem sollten etwa kostenneutral sein.

Dieser Befund wird – in Bezug auf Lebenszykluskosten – auch in Bezug auf das Projekt Theresienfeld Tonpfeifengasse bestätigt (s. Kap. 6.5).

## b) Kostenrisiken

Typisch für neue Technologien, werden auch bei der Bauteilaktivierung Kostenrisiken bei Baufirmen gesehen, die die neue Technologie noch nicht gewohnt sind und u.U. hohe Risikoaufschläge kalkulieren (Interview Kuster). Es ist eine Herausforderung in der Baustellenkoordination, da Rohbau und Installation nicht nacheinander, sondern ineinandergreifend umgesetzt werden. Kostentreibend sind weiters behördliche Vorgaben. In Wien musste beispielsweise bisher der Wärmerezeuger auf  $-15^{\circ}$  dimensioniert werden, was für hochgedämmte Gebäude wenig Sinn macht.

### 6.3.6 ERFORDERNIS EINER ZUSATZHEIZUNG

Als „Game-Changer“ wird aufgefasst, ob Bauteilaktivierung ohne Sekundärsystem umsetzbar ist. Einerseits wird als schwer darstellbar aufgefasst, bei lange anhaltenden Kälteperioden mit normentsprechender „Aufladung“ der Decken komfortable Innenraumtemperaturen sicherzustellen. Andererseits wird von immobilienwirtschaftlicher Seite der Wunsch von Wohnungskunden nach physisch spürbaren Wärmequellen ins Treffen geführt.

Diese Vorbehalte wurden im Rahmen des Forschungsprojekts eingehend analysiert und abgewogen. Die Leistungsfähigkeit der Bauteilaktivierung auch in längeren Kälteperioden (die immer seltener werden) ist dadurch sicherstellbar, dass die Decken in diesen Phasen einfach um ein paar Grad höher aufgeladen werden (s. die Ergebnisse der thermischen Gebäudesimulation im Anhang Kap. 14.1, S. 98). Noch nicht abschließend beantwortet ist die Frage, ob bei erdberührten Erdgeschoßwohnungen eine zusätzliche Fußbodenheizung nötig ist, oder „warme“ Materialien, wie Parkett, ausreichen.

Hinsichtlich des zweiten Arguments kann das Angebot, bei Bewohnerbeschwerden einzelne Infrarotpaneele zur Verfügung zu stellen, Abhilfe schaffen.

Die haustechnische Behandlung der Nassräume ist ein gesondertes Thema. Einerseits ist dem Wunsch vieler Bewohner nach höheren Temperaturen nachzukommen, etwa durch elektrisch betriebene Handtuchtrockner oder elektrische Bodenheizmatten. Andererseits ist sicherzustellen, dass die Nassräume im Sommer aus den Kühlkreisläufen ausgekoppelt werden, um dadurch entstehende Kondensatbildung und Schimmelgefahr zu vermeiden.

Außerhalb des engen Kostenkorsetts des geförderten Wohnbaus ist auch der Einbau von Notkaminen und deren Freigabe für Stimmungsfeuer zu erwägen.

### 6.3.7 RAUMWEISE ODER WOHNUNGSWEISE REGULIERUNG

Es bestehen grundsätzlich zwei Ansätze der individualisierten Temperaturregelung: einerseits die stets adjustierbare zimmerweise Regulierung über Thermostate und andererseits die Einregulierung nach Bezug durch einen Haustechniker und in weiterer Folge nur eine wohnungsweise Anpassung.

Die erste Variante entspricht der Erwartungshaltung vieler Wohnungskunden. Allerdings ist es auch bei der zweiten Variante möglich, beispielsweise das Schlafzimmer kühler einzustellen. Mit der zimmerweisen Regelung könnte die Problematik des unterschiedlichen Wärmeeintrags entschärft werden, indem die Stellmotoren in Südzimmern früher abschalten.

Die Erfahrungen beim Projekt Theresienfeld Tonpfeifengasse verdeutlichen die Problematik. Es zeigte sich im Zuge des technischen Monitorings, dass einzelne zimmerweisen Stellventile fehlerhaft funktionierten. Bei einer hochwärmegeprägten Gebäudehülle sind derartige Fehlfunktionen nur mit großem technischem Aufwand feststellbar (Infrarotmessung der Decke), da sich die Wärme ohnehin gleichmäßig in der Wohnung verteilt. Gleichzeitig sind die Möglichkeiten der individuellen Wärmesteuerung einigermaßen beschränkt.

Angesichts der Fehleranfälligkeit raumweiser Wärmesteuerung, der Schwierigkeit der Fehlerfindung und der Möglichkeit, auch bei wohnungsweiser Steuerung einzelne Räume kühler zu halten, spricht viel für eine weitgehende Reduktion von Stellmotoren und eine wohnungsweise Steuerung.

### 6.3.8 BEWOHNER:INFORMATION, BEWOHNERZUFRIEDENHEIT

Eine Herausforderung stellt Information an die zukünftigen Bewohner dar, wie auch die empirische Erhebung nach Bezug zeigt (s. Kap. 11.3, S. 81). Die Funktionsweise der Bauteilaktivierung ist im allgemeinen Verständnis der Bewohner bisher kaum verankert.

Ähnlich wie bei Vorgängerprojekten können die Bewohner Raumtemperaturen zwischen 22 und 24° C einstellen. Technisch wären Raumtemperaturen bis 26° C leicht realisierbar.

### 6.3.9 SEKTORKOPPELUNG

Bei großmaßstäblichem Einsatz könnte die Bauteilaktivierung einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors leisten. Dies setzt allerdings eine Sektorkoppelung zwischen Energie- und Immobilienwirtschaft voraus. Die Strommärkte generieren aufgrund der kaum prognostizierbaren Produktion aus regenerativen Quellen (Wind, Sonne) stark schwankende Leistungen. Die damit einhergehenden volatilen Preise liegen häufig sogar im negativen Bereich. Es ist eine naheliegende Idee mit Vorteilen auf beiden Seiten, diesen günstigen Strom für Wärmepumpen zu nutzen und thermisch träge massive Bauteile damit „aufzuladen“.

Beeinträchtigt wird die Idee allerdings dadurch, dass die Leistungspreise nur einen geringen Teil des Stromtarifs ausmachen, deutlich höher sind Netzkosten und Steuern. Wenn EVUs Pumpspeicherkraftwerke für denselben Zweck nutzen, verzichten sie auf Netzgebühren. Diese Option ist für Bauteilaktivierungen dzt. Nicht gegeben.

Des Weiteren erfordert eine solche Sektorkoppelung eine vom Strommarkt abhängige Steuerung der Wärmepumpen (Demand Side Management). Entsprechende Regelungstechnik ist verfügbar und wurde beim Projekt Theresienfeld Tonpfeifengasse vom Projektpartner WEB Windenergie AG auch eingebaut. Dabei erhält das Haustechniksystem ein Signal vom Energielieferanten, wenn Stromüberschuss besteht und dieses aktiviert, wenn erforderlich, die Wärmepumpen. Wirtschaftlich attraktiv wäre eine solche Steuerung für ein Wohnobjekt, wenn diese „Netzdienlichkeit“ mit einem vergünstigten Tarif belohnt ist, wofür derzeit aber noch der rechtliche Rahmen fehlt. Beim Forschungsprojekt „Göllersdorf“ konnte nachgewiesen werden, dass mit diesem System 90% Nutzung von Überschussstrom möglich ist. Nach Auskunft der WEB sind die technischen Voraussetzungen für eine netzdienliche Steuerung erfüllt, sie ist aber noch nicht aktiviert.

Dies ist aus der Sicht der Elektrizitätswirtschaft vor allem eine Frage der Quantitäten. Um für die Stabilisierung der Stromnetze wirklich dienlich zu sein, braucht es sehr große Flächen aktivierter Betondecken mit



entsprechender Steuerung. Diese sind bisher nicht verfügbar (Amann, 2022). Die Situation ändert sich aber gerade. Die Vorfertigungsindustrie setzt seit 2021 Roboter zur Verlegung der Heizschläuche in Fertigteildecken ein, was beim Bau des Modellvorhabens in Theresienfeld noch nicht der Fall war. Einer der Pioniere in diesem Bereich plant für 2022 die Produktion von 40-50.000m<sup>2</sup> bauteilaktivierter Decken. Der Entwickler des Roboters berichtet von 50-60 Bestellungen ähnlicher Anlagen allein im deutschsprachigen Raum. Es ist somit absehbar, dass zeitnah in großer Zahl aktivierbare Gebäude zur Verfügung stehen werden. Es bedarf dann noch der Bereitschaft der Elektrizitätswirtschaft, in Ergänzung zu Pumpspeicherkraftwerken, Power to Gas, chemischen Speichern, Großwärmepumpen und verschiedenen experimentellen Ansätze auch die Bauteilaktivierung als Großtechnologie zur Stabilisierung der Stromnetze einzusetzen.

### 6.3.10 BEWERTUNG

Die Systeme Bauteilaktivierung oder Fußbodenheizung mit Wärmepumpe und PV-Einbindung scheinen konventionellen Heizsystemen überlegen. Die Frage, ob auf ein Backup-System verzichtet werden kann, konnte im Projektzusammenhang positiv entschieden werden. Dadurch ist eine Low-Tech-Lösung gelungen.

Bei einer Systementscheidung zwischen Fußbodenheizung und Bauteilaktivierung gibt es für beide Alternativen gute Gründe und kaum Knockout-Argumente. Für die Fußbodenheizung spricht die etwas geringere Trägheit des Systems, was aus Bewohnersicht vorteilhaft ist. Die Kosten sind fast identisch, allerdings ist die Fußbodenheizung schon seit Langem eine bewährte Technik und im Leistungsspektrum der Installateure gut verankert. Bei der Bauteilaktivierung besteht Lernbedarf.

Die Bauteilaktivierung schöpft ihre vollen Potenziale, wenn eine Sektorkoppelung (Demand Side Management) und entsprechend günstigere Stromtarife umsetzbar sind. Diese Frage konnte bisher nicht positiv entschieden werden. Hinsichtlich Sektorkoppelung macht das Konzept erst Sinn, wenn große Quantitäten umgesetzt sein werden. Einen relevanten Beitrag zur Stabilisierung der Stromnetze kann der Wohnbau nur leisten, wenn 10.000e Einheiten thermisch aktiviert werden. Diese Perspektive scheint zeitnah erreichbar.

### 6.3.11 RAHMENBEDINGUNGEN DER UMSETZUNG

#### a) Anforderungen an die Planung

Bauteilaktivierung bedarf einer besonders sorgfältigen Haustechnikplanung und Simulation. Der Klima- und Energiefonds bediente sich der Erfahrungen beim Pilotprojekt Theresienfeld, um eine Förderung für Planungsleistungen für Bauteilaktivierung aufzusetzen ([www.klimafonds.gv.at/call/tba2020/](http://www.klimafonds.gv.at/call/tba2020/)). Sie ist noch bis 3/2023 verfügbar.

Bei den Beispielprojekten wurde ein normaler Bodenaufbau umgesetzt. Die Schöpfung allfälliger Potenziale hinsichtlich eines reduzierten Bodenaufbaus ist nicht bekannt.

Bauteilaktivierung hat keine besonderen Anforderungen an die Architektur. Schwer zu handhaben ist einzig ein großer Fensteranteil ohne außenliegende Verschattung.

Seit 2021, aber noch nicht für das Bauvorhaben in Theresienfeld, stehen vorgefertigte Deckenelemente mit werkseitig installierter Bauteilaktivierung zur Verfügung. Die Industrie bietet auch entsprechende Planungsunterstützung an.

#### b) Zimmer- oder wohnungsweise Regulierung

Diese Frage wird noch immer kontroversiell diskutiert. Beim Projekt Theresienfeld fiel die Entscheidung nach dem Vorbild des Projekts Mühlgrundgasse/Fahngasse (Kap. 6.3.2d) zugunsten einer zimmerweisen Temperaturregelung. Nach den Erfahrungen mit dem technischen Monitoring spricht für zukünftige Projekte viel für eine wohnungsweise Steuerung (s. oben, Kap. 6.3.7).

#### c) Wartung, Reparaturfreundlichkeit

Hinsichtlich Wartung lassen die projektbezogen durchgeführten Erhebungen kaum Schwierigkeiten erwarten. Die Wärmepumpe und ihre Ersatzteile können leicht ausgetauscht werden. Für die Heizschlangen gilt dasselbe wie für alle eingebauten Komponenten. Heute verfügbare Rohre haben bei mittleren Vorlauftemperaturen Lebensdauern von mehr als 60 Jahren, bei Niedertemperatur weit mehr.

Eine gewisse Problematik zeigt der Prozess des Einbaus. Eine Druckprüfung vor Einbringen des Betons ist jedenfalls erforderlich. Das Risiko eines schadhafte Einbaus ist bei mittlerweile verfügbaren vorgefertigten Deckenelementen eliminiert.

Hinsichtlich mechanischer Beschädigungen durch die Bewohner ist die oberflächennahe Verlegung der Heizschläuche anders zu bewerten als eine Mittellage. Bei ersterer kommt es leichter zu Beschädigungen durch Bohrlöcher, sie sind aber auch leichter zu reparieren als bei Mittellage. Die Menge an austretender Flüssigkeit und damit die Gefahr von Folgeschäden ist überschaubar.

Das Risiko von mechanischen Beschädigungen durch die Bewohner kann durch entsprechend deutliche Kommunikation, aber auch durch installationsfreie Zonen bei den Lichtauslässen reduziert werden. Durch die Verlegung der Heizschläuche auf der Deckenplatte ergab sich beim Projekt Theresienfeld eine Mittellage.

#### d) Pauschale Verrechnung der Energiekosten

Aufgrund der geringen Leistungskosten empfiehlt sich eine pauschale Verrechnung der Kosten für Heizen und Kühlen nach Wohnungsgröße.

Allerdings besteht diesbezüglich noch eine gewisse rechtliche Unsicherheit, da gemäß § 22 (3) Energieeffizienzgesetz in Neubauten „jedenfalls individuelle Zähler zu installieren“ sind. Demgegenüber sieht das Heizkostenabrechnungsgesetz (in seiner 2021 erfolgten Präzisierung) vor, dass im Fall, dass die Messung mehr kostet als sie verbrauchsmäßig bringt, eine flächenbezogene Abrechnung zulässig ist. Es steht somit Öffentliches Recht gegen Wohnzivilrecht. Um beiden Gesetzen Folge zu leisten, müssten also Zähler eingebaut werden, sie müssen aber nicht in Betrieb genommen werden. Aus pragmatischer Sicht müsste es reichen, die Passstücke einzubauen, und damit die Nachrüstbarkeit sicherzustellen. Zur Argumentation mag neben den geringeren Kosten auch die „technische Unmöglichkeit“ ins Treffen geführt werden, da bei der Bauteilaktivierung und insbesondere bei der Kühlung der Temperaturhub häufig so gering ist, dass die Messgeräte nicht zuverlässig arbeiten.

#### e) Monitoring

Es empfiehlt sich ein Monitoring. Bauteilaktivierung bedarf einer genauen Umsetzungsüberprüfung vor Ort und einer Einregulierung der Anlage auf die Temperaturbedürfnisse der Bewohner nach Bezug. Die Kosten sind überschaubar.

## 6.4 HAUSTECHNIK – SYSTEMENTSCHEIDUNG

### 6.4.1 FRÜHE VARIANTENVERGLEICHE

In einer frühen Projektphase (2017) wurden in Vorbereitung einer Einreichung beim Gestaltungsbeirat folgende Varianten vergleichend evaluiert:

- Variante 1: Ziel Passivhausförderung:  $HWB_{RK} < 10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ; Fenster  $U_g=0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g=50 \%$ ,  $U_f=0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $\psi=0,035 \text{ W/mK}$ ; Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung; Luft-Wasser-Wärmepumpe für Raumwärme und zentrale Warmwasserbereitung.  
Variante 2: Elektroheizung mit Passivhaus Standard:  $HWB_{REF,RK} < 10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ; Fenster  $U_g=0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g=50 \%$ ,  $U_f=0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $\psi=0,035 \text{ W/mK}$ ; Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung; Elektrodirektheizung für Raumwärme und Warmwasserbereitung über dezentrale Boiler.
- Variante 3: Elektroheizung mit Abluftanlage bei Passivhaushülle:  $HWB_{REF,RK} < 10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ; Fenster  $U_g=0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g=50 \%$ ,  $U_f=0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $\psi=0,035 \text{ W/mK}$ ; Abluftanlage; Elektrodirektheizung für Raumwärme und Warmwasserbereitung über dezentrale Boiler.
- Variante 4: Ziel 100 Förderpunkte:  $HWB_{REF,RK} \leq 28,27 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ; Fenster  $U_g=0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g=50 \%$ ,  $U_f=1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $\psi=0,035 \text{ W/mK}$ ; Abluftanlage; Luft-Wasser-Wärmepumpe für Raumwärme und zentrale Warmwasserbereitung.
- Variante 5: Elektroheizung mit 100 Punkte Standard:  $HWB_{REF,RK} \leq 28,27 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ; Fenster  $U_g=0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g=50 \%$ ,  $U_f=1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $\psi=0,035 \text{ W/mK}$ ; Abluftanlage; Elektrodirektheizung für Raumwärme und Warmwasserbereitung über dezentrale Boiler.

Es wurden eingehende Analysen durchgeführt und die Übereinstimmung der Varianten mit der niederösterreichischen Wohnbauförderung geprüft (Tabelle 20). Die besten Ergebnisse erzielten die Varianten 4 und 5, wobei Variante 5 gemäß NÖ Bauordnung nicht möglich ist.

Umgesetzt wurde eine Lösung ähnlich der Variante 4, allerdings mit dezentraler Warmwasserbereitung.

### 6.4.2 VARIANTENENTSCHEIDUNG HAUSTECHNIK

Systementscheidungen zum Haustechniksystem hängen eng mit jenen zu Konstruktion, Wandaufbau und Materialien zusammen. Diese sind in Kapitel 7.5 (S. 62) dargestellt. Die Variantenentscheidung Haustechnik fiel im Juli 2018 nach Zerlegung der Haustechnik in Einzelpositionen und deren Bewertung sowie zehntausende Lebenszyklusberechnungen durch das Energieinstitut Vorarlberg in folgender Spezifikation (Spezifikation zu Konstruktion, Wandaufbau und Materialien s. Kap. 5.9, S. 39):

- 4 x 10 kW<sub>Peak</sub> Photovoltaik-Panele für Warmwasserboiler, Wärmepumpe und Haushaltsstrom (bilanzielle Überrechnung durch EVN). Ökostromlieferung durch WEB für den Reststrombedarf.
- Verzicht auf eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung; statt dessen nur Abluftanlage mit Kaltzulftventilen über Mwk Durchmesser 100mm mit Schallschutzelement.
- Kleine Luft-Wasser-Wärmepumpe ca. 18kW auf jedem Gebäude mit einem Technik-Container auf dem Dach. Diese heizt oder kühlt die Bauteilaktivierung.
- Die Bauteilaktivierung wird mit 27-35°C durchspült. Damit benötigt diese keine Zusatzheizung.
- Es wird eine Simulation der Bauteilaktivierung durchgeführt (parallel laufendes FFG-Projekt und FH-Masterthese).
- Die Bauteilaktivierung benötigt eine Steuerungs- und Regelungstechnik, um wirtschaftlich zu arbeiten. Es wird ein technisches Monitoring der wichtigsten Parameter in Bauteil 2 durchgeführt.
- Die Warmwasserbereitung erfolgt dezentral in den jeweiligen Wohnungen. Diese besteht aus einem 150 Liter Boiler mit Mikro-Wärmepumpe mit ca. 500 Watt Leistung. Sie hängt am Wohnungsstrom. Aufgrund des Platzbedarfs des gewählten Produkts der Fa. Ovum von ca. 60/60/230cm war eine

Unterbringung in den Badezimmern nicht möglich. Stattdessen wurde in den Küchen Platz vorgesehen. Spätere Generationen des Produkts haben eine geringere Höhe, so dass in Zukunft eine Unterbringung über den Waschmaschinen im Bad möglich ist.

Tabelle 20: Variantenvergleich Hülle-Haustechnik (2017)

|  | Variante 1    | Variante 2         | Variante 3         | Variante 4    | Variante 5         |
|--|---------------|--------------------|--------------------|---------------|--------------------|
| HWB <sub>REF,RK</sub><br>[kWh/m <sup>2</sup> .a] | 22,00         | 21,30              | 21,30              | 27,20         | 26,20              |
| HWB <sub>RK</sub><br>[kWh/m <sup>2</sup> .a]     | 9,30          | 8,70               | 21,30              | 27,20         | 26,20              |
| EEB <sub>SK</sub><br>[kWh/m <sup>2</sup> .a]     | 24,10         | 36,50              | 48,50              | 28,70         | 53,60              |
| f <sub>GEE</sub>                                 | 0,43          | 0,73               | 0,97               | 0,62          | 1,07               |
| f <sub>GEE</sub> Anforderung                     | 0,80          | 0,80               | 0,80               | 0,80          | 0,80               |
| Erneuerbarer Anteil                              | Erfüllt       | erfüllt            | nicht erfüllt      | erfüllt       | nicht erfüllt      |
| Mittlerer U-Wert<br>[W/m <sup>2</sup> ,K]        | 0,23          | 0,22               | 0,22               | 0,28          | 0,27               |
| n <sub>L50</sub><br>[1/h]                        | 0,60          | 0,60               | 0,60               | 1,00          | 1,00               |
| Lüftung  | Komfort       | Komfort            | Abluft             | Abluft        | Abluft             |
| Raumwärme  | LW-WP         | Strom direkt       | Strom direkt       | LW-WP         | Strom direkt       |
| Warmwasser                                       | LW-WP zentral | E-Boiler dezentral | E-Boiler dezentral | LW-WP zentral | E-Boiler dezentral |
| WBF-NÖ<br>[Punkte]                               | 110           | 0                  | 0                  | 100           | 0                  |
| BO-NÖ  | Erfüllt       | erfüllt            | nicht erfüllt      | erfüllt       | nicht erfüllt      |

Anm. LW-WP: Luft-Wasser-Wärmepumpe (Raumwärmeabgabe über Flächenheizung)  
f<sub>GEE</sub> Anforderung gem. Nationalem Plan

Quelle: GugerellKG

Tabelle 21: Variantenvergleich Hülle-Haustechnik (2017)

| Varianten                                       | Herstellungskosten | Erhaltungskosten | Energiekennzahlen | Energiekosten | Erneuerbarer Anteil | Kundenakzeptanz | Sanierungsfreundlichkeit | Ökologie | Bewertung Gesamt (1-5 Schulnoten) | WBF NÖ | BO-NÖ         |
|---|--------------------|------------------|-------------------|---------------|---------------------|-----------------|--------------------------|----------|-----------------------------------|--------|---------------|
| 1 Passivhausförderung                           | hoch               | mittel           | sehr gut          | niedrig       | erfüllt             | mittel          | mittel                   | gut      | 2,7                               | 110    | erfüllt       |
| 2 Elektroheizung, Passivhaus Standard           | mittel             | mittel           | sehr gut          | mittel        | erfüllt             | hoch            | mittel                   | mittel   | 2,5                               | 0      | erfüllt       |
| 3 Elektroheizung, Abluftanlage, Passivhaushülle | niedrig            | niedrig          | Mittel            | mittel        | nicht erfüllt       | mittel          | mittel                   | mittel   | 2,3                               | 0      | nicht erfüllt |
| 4 100 Förderpunkte                              | mittel             | mittel           | Mittel            | niedrig       | erfüllt             | hoch            | mittel                   | gut      | 2,2                               | 100    | erfüllt       |
| 5 Elektroheizung mit 100 Punkte                 | niedrig            | niedrig          | Mittel            | mittel        | nicht erfüllt       | hoch            | mittel                   | mittel   | 2,0                               | 0      | nicht erfüllt |

Quelle: GugerellKG; WS; IIBW

## 6.5 GEBÄUDETECHNIK

### 6.5.1 WÄRME- UND KÄLTEERZEUGUNG

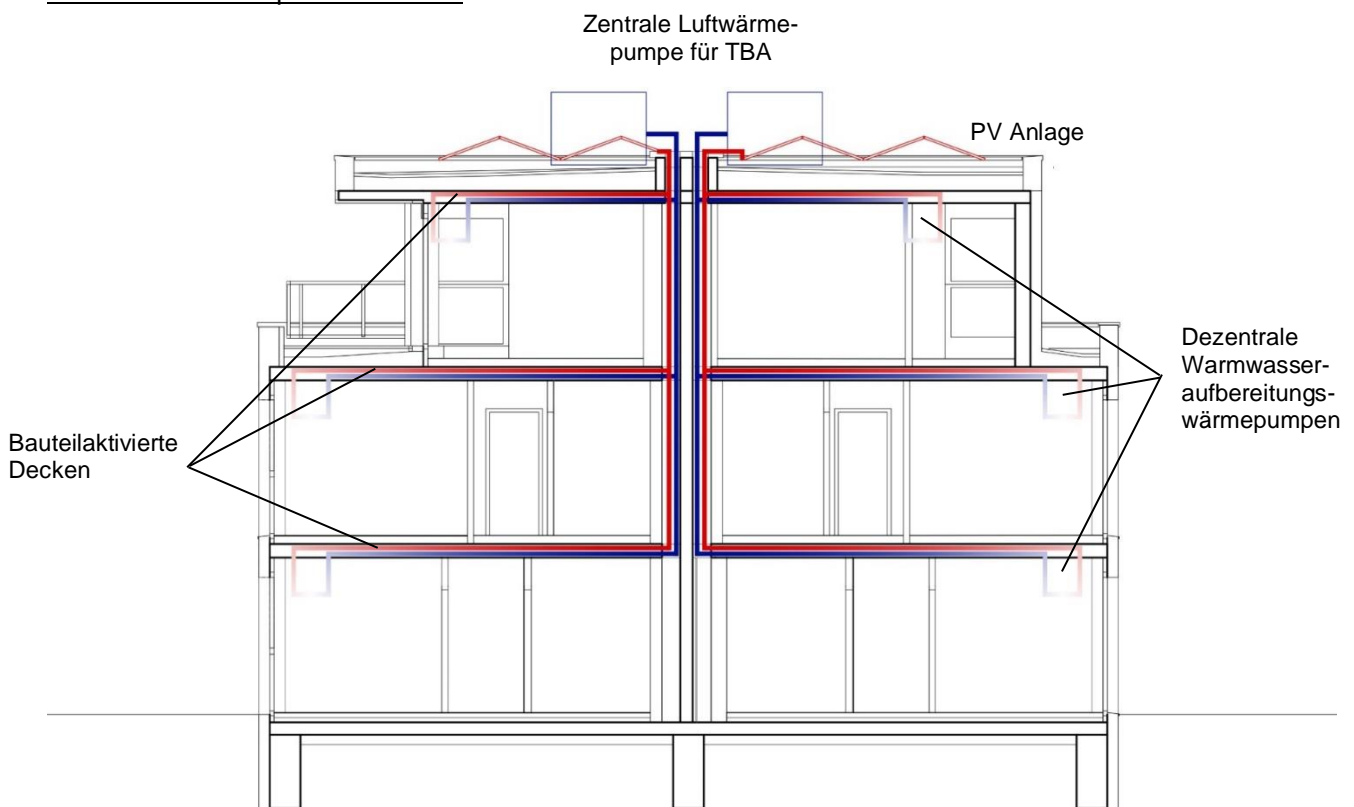
#### a) Zentrale Luft-Wasser Wärmepumpe für Beheizung und Kühlung

Jedes Haus besitzt eine zentrale, reversible Luft/Wasser Wärmepumpe als Komplettheizzentrale, welche für Gebäude bis zu einer Heizlast von 18 kW verwendet werden kann. Die Berechnung der Leistung für Haus 2 hat ca. 15 kW bei einer spezifischen Heizlast von max. 36 W/m<sup>2</sup> ergeben. Die Belüftung des Gebäudes erfolgt dabei mittels Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung sowie durch natürliche Fensterlüftung. Eine stufenlose Anpassung der Heizleistung bei Überschussstrom aus der PV-Anlage bzw. aus dem öffentlichen Netz ist möglich. Die Energiezentrale wird am Dach in einem witterungsfesten Gehäuse positioniert. Der Energieverbrauch der Umwälzpumpe wird beim Monitoring nicht separat berücksichtigt, da diese zum Komplettsystem der Wärmepumpe zählt.

#### b) Dezentrale Wasser-Wasser Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung

In jeder Wohnung wird eine Mini-Wärmepumpe mit 150 Liter Speicher zur Warmwasserbereitung eingesetzt, welche einen separaten Rohrkreislauf in der aktivierten Decke als Quelle nutzt. Zirkulationsverluste und Verteilverluste für die Bereitstellung von Warmwasser sind nicht gegeben, da das Warmwasser in jeder Wohnung separat erzeugt wird. Diese so genannte Booster Wärmepumpe sollte eigentlich im Badezimmer jeder Wohnung situiert werden, musste aber wegen ihrer Größe in die Küche verlegt werden (Grafik 26). Sie besitzt eine maximale elektrische Aufnahmeleistung von 500 W bei Betriebstemperatur von 60°C der Wärmepumpe.

Grafik 22: Konzept Haustechnik



Quelle: Steinkogler Aigner Architekten

## 6.5.2 STROMERZEUGUNG

Am Dach eines jeden Gebäudes wurde eine Photovoltaik-Anlage zur Stromerzeugung installiert, welche je eine Leistung von 10 kWp mit 300 W Modulen besitzt.

Grafik 23: Theresienfeld Tonpfeifengasse – Energiezentrale mit Wärmepumpe am Dach



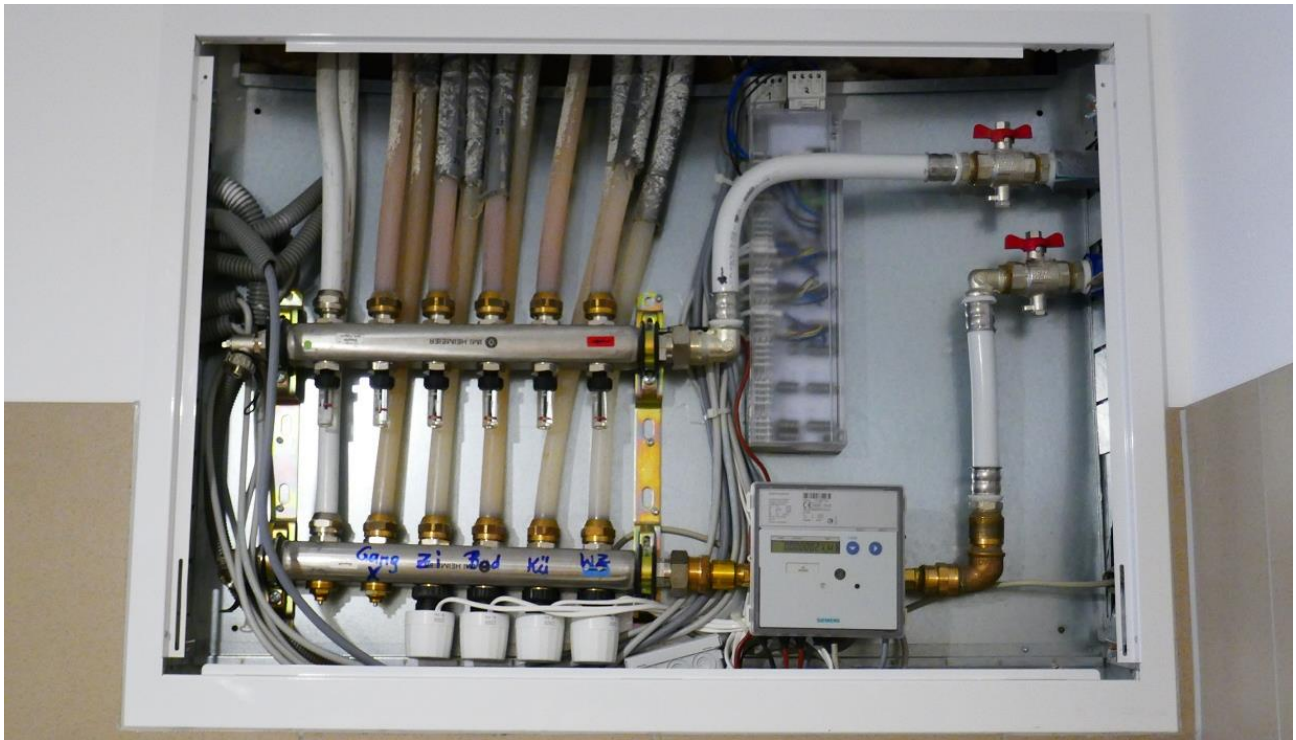
Quelle: Arthur Krupp GmbH

Grafik 24: Theresienfeld Tonpfeifengasse – Bauteilaktivierung, verlegte Kunststoffleitungen



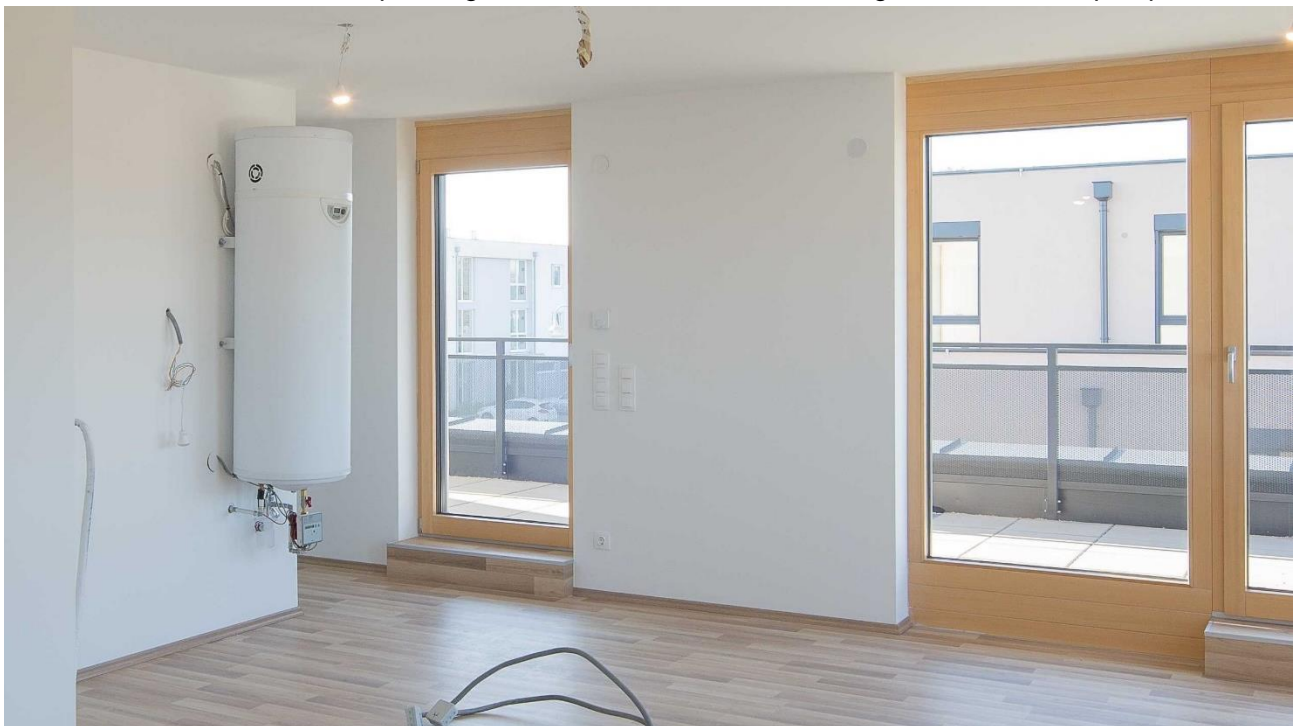
Quelle: IIBW, 9/2019

Grafik 25: Theresienfeld Tonpfeifengasse – Bauteilaktivierung Verteilerkasten



Quelle: IIBW

Grafik 26: Theresienfeld Tonpfeifengasse – Warmwasseraufbereitung mit Mikrowärmepumpe



Quelle: Leskovar, Arthur Krupp GmbH

## 6.6 ALTERNATIVE MOBILITÄTSANGEBOTE, LADEINFRASTRUKTUR

Der Low-Tech-Ansatz verlangt nach einfachen Lösungen. Gleichzeitig sollen Zukunftsthemen vorweggenommen werden. Dazu zählt auch Ladeinfrastruktur für E-Mobilität. Das Thema wurde folgendermaßen bearbeitet:

- Es soll Vorsorge für 2 Varianten getroffen werden:
  - a) Spätere Installation von Langsamladestellen durch individuelle Bewohner; Anschluss nach deren Wohnungszähler mit max. Leistung von ca. 3,5 kWh; Errichtung auf eigene Kosten der Nutzer.
  - b) Spätere Kooperation mit Lade-Dienstleister für eine Schnellladestationen in dessen voller wirtschaftlicher Verantwortung. Die Bauvereinigung wird nicht als Organisator einer Schnelllade-Infrastruktur auftreten. Es bedarf der Prüfung durch die Hausverwaltung, ob mehrere Stellplätze mit nur befristeten Verträgen vergeben werden dürfen, um sie später für die Schnellladung zu reservieren. Einfacher wäre es, allfällige Gästeparkplätze für diesen Zweck vorzubereiten.
- Einbau eines Verteilerschachts in Standardgröße an geeigneter Stelle am Parkplatz mit Eignung für die spätere Nutzung durch einen externen Lade-Dienstleister.
- Leerverrohrung zwischen dem Hausanschluss Hauptleitung und dem Verteilerschacht (für die allfällige spätere Nutzung durch einen externen Lade-Dienstleister).
- Leerverrohrung zwischen dem Technikraum (mit wohnungsweisen Stromzählern) und Verteilerschacht mit ausreichendem Querschnitt (>10 cm) für individuelle Leitungen zwischen Wohnungszählern und Stellplatz.
- Leerverrohrung vom Verteilerschacht zu jedem Stellplatz (Sternverkabelung) mit einfachem Bodenauslass zur allfälligen späteren individuellen Errichtung von Wallboxen.

Es wurde Anfang 2018 Kontakt mit dem in Theresienfeld angesiedelten Unternehmen G-Electric (Andreas Aldrian) aufgenommen. Seitens G-Electric wurde grundsätzliches Interesse am Betrieb eines Sharing-Angebots auf der Projektliegenschaft bekundet. Vermutlich aufgrund der dezentralen Lage der Projektliegenschaft wurde die Kooperation nicht konkretisiert.

Es wurde weiters eine Koppelung mit dem von der Donau-Universität Krems betriebenen Projekt „Inno-MOB (innovative Mobilitätskonzepte für den großvolumigen Wohnbau)“ eingeleitet, die Theresienfeld und die Projektliegenschaft als Pilotprojekt betreiben wollte. Dabei ging es um neue kommunale Mobilitätsangebote zur Dekarbonisierung des Verkehrs. Ziel der Schaffung alternativer Mobilitätsangebote war eine Reduktion der Stellplatzverpflichtung zumindest in einem Ausmaß, dass die intendierten Baumpflanzungen möglich sein würden. Dies gelang leider nicht.



## 7 BEGLEITUNG DES PILOTPROJEKTS DURCH DAS ENERGIE-INSTITUT VORARLBERG

### 7.1 PROJEKTBEGLEITUNG IM RAHMEN EINES INTERREG-PROJEKTS

Das Energieinstitut begleitet das Pilotprojekt Theresienfeld Tonpfeifengasse im Rahmen des Interreg-Projekts „Konzepte für energieeffiziente, klimaverträgliche ‚LOW-TECH‘-Gebäude im Bodenseeraum“. Weitere Partner im Projekt sind das Energiezentrum Allgäu, die Energieagentur Ravensburg, die Energieagentur St. Gallen und die Hochschule Liechtenstein. Projektstart war im Dezember 2012, das Projekt lief bis Ende November 2020. Strategisches Ziel des Projekts ist die langfristige und nachhaltige Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäudesektor in Neubau und Bestand, bei kritischer Auseinandersetzung mit Haustechnik und Steuerungskomponenten. Angestrebt werden klimaverträgliche Bauten mit hohem Komfort, geringem Energiebedarf und langfristig überdurchschnittlicher Werterhaltung durch an den Klimawandel angepasste Bauweise und hohe Robustheit im Betrieb.

Nach Erarbeitung einer gemeinsamen Definition, eines Anforderungsrasters und ausführlichen Dokumentationen vorhandener Bestandsgebäude begleitet jeder Partner zwei Pilotgebäude durch Planung, Bau und Erstbetrieb. In die Gebäudeplanung werden die Erkenntnisse aus der Bestandsanalyse eingebracht. Die Energieflüsse der Pilotgebäude werden mit differenzierten Verbrauchserfassungen in Messreihen (Monats- bzw. Wochenbilanzen) erfasst und ausgewertet. Die Kosten der Low-Tech Varianten werden den Kosten von vergleichbaren Projekten gegenübergestellt und es werden Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt. Da die Gemeinnützige Wohnungsgesellschaft ‚Arthur Krupp‘ GmbH auch Grundstücke in Vorarlberg hält und an einer tiefgehenden Variantenanalyse interessiert war, wurde das Pilotgebäude in Niederösterreich stellvertretend für zukünftige Gebäude ausgewählt.

Low-Tech Komponenten, die beim Pilotgebäude von Interesse sind:

- Die Grundrisse sind vielfältig nutzbar und adaptierbar.
- Die Gebäudehülle hat einen geringen Wärmedurchgang, eine lange Lebensdauer, geringe Wartungskosten, geringe graue Energie.
- Die Masse bietet Phasenverzögerung, Vermeidung von Auskühlung und Überhitzung.
- Sonnenschutz vermeidet Verdunklung und künstliche Beleuchtung an sonnigen Tagen, geringe Wartungskosten.
- Haustechnik mit austauschbaren Einzelkomponenten, robust, reparabel und ohne erhöhten Aufwand wiederherzustellen. Der Defekt einer Einzelkomponente führt nicht kaskadenartig zum Komplettaustausch der technischen Gesamtanlage. Passive Systeme sind aktiven technischen Systemen vorzuziehen.

### 7.2 ENERGETISCHE BERECHNUNG DES PILOTBÄUDES

Zu Beginn der Begleitung (2017) wurde das „Viertel“-Gebäude 1 mit einer Energiebezugsfläche von 529m<sup>2</sup> und 6 Wohneinheiten in das PHPP (Passivhaus Projektierungspaket) eingegeben. In der Grundvariante stellte sich das Gebäude wie folgt dar:

- Personenanzahl 22 Personen;
- U-Werte Opake Bauteile
  - Außenwand wie AW3 0,169 W/(m<sup>2</sup>\*K)
  - Flachdach wie DA1 mit 24 cm EPS-F+ statt 20 cm XPS 0,125 W/(m<sup>2</sup>\*K)
  - Fußboden erdberührt Wohnung wie F1 0,182 W/(m<sup>2</sup>\*K)
  - Fußboden erdberührt Stiegenhaus wie F2 0,152 W/(m<sup>2</sup>\*K)

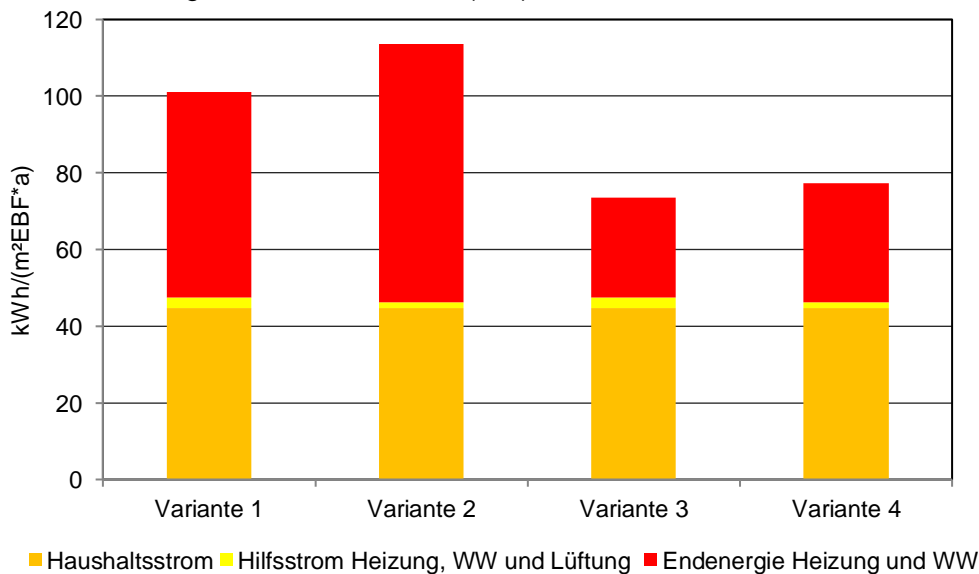
- Fußboden gegen Eingang wie D5 mit 16cm EPS-F+ 0,140 W/(m<sup>2</sup>\*K)
- Zusätzlicher U-Wert Zuschlag von 0,020 W/(m<sup>2</sup>\*K) auf alle Bauteile (Ersatz für Wärmebrücken)
- Transparente Bauteile
  - Verglasung: g-Wert: 0,6 U<sub>g</sub>-Wert: 0,7 W/(m<sup>2</sup>\*K)
  - Rahmen: U<sub>f</sub>-Wert: 1,0 W/(m<sup>2</sup>\*K)
  - Glasrand Wärmebrücke  $\Psi_{\text{Glasrand}}$ : 0,040 W/(m<sup>2</sup>\*K)
  - Einbau Wärmebrücke  $\Psi_{\text{Einbau}}$ : 0,021 W/(m<sup>2</sup>\*K)
- Verschattungssituation: Terrassenboxen im EG, Vertiefung Eingangstür, Brüstung und Dachüberstand DG, Nachbargebäude Haus 2;
- Lüftungsanlage mit 75% Wärmerückgewinnungsgrad;
- Heizwärmebedarf nach PHPP;
- 19 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBF</sub>\*a) bei 20°C Raumtemperatur;
- 27 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBF</sub>\*a) bei 23°C Raumtemperatur;
- Heizung: Infrarotpaneele;
- Warmwasserbereitung: Durchlauferhitzer.

### 7.3 ENERGIEBILANZEN UND LEBENSZYKLUSKOSTEN

Im ersten Arbeitsschritt wurden zu Beginn der Projektlaufzeit Energiebilanz und Lebenszykluskosten für einen Vergleich von Infrartheizungen mit dezentralen Warmwasserboilern gegenüber einem zentralen System mit Luftwärmepumpe erstellt. Dazu gab es Varianten mit Normtemperatur und Normwasserverbrauch, sowie mit den typischen Abrechnungswerten der Wien Süd (ab diesem Vergleich wird nur noch mit den Werten der Wien Süd und nicht mehr normgemäß gerechnet):

- Variante 1 (IRWRL2322) – Referenz:  
Temperatur 23°C und WW 22,4 l/Person und Tag, Infrarotpaneele, Elektroboiler, Kontrollierte WRL, PV mit Eigennutzung Hat und Haushaltsstrom;

Grafik 27: Variantenvergleich: 23°C und 22,4l/(P\*d)



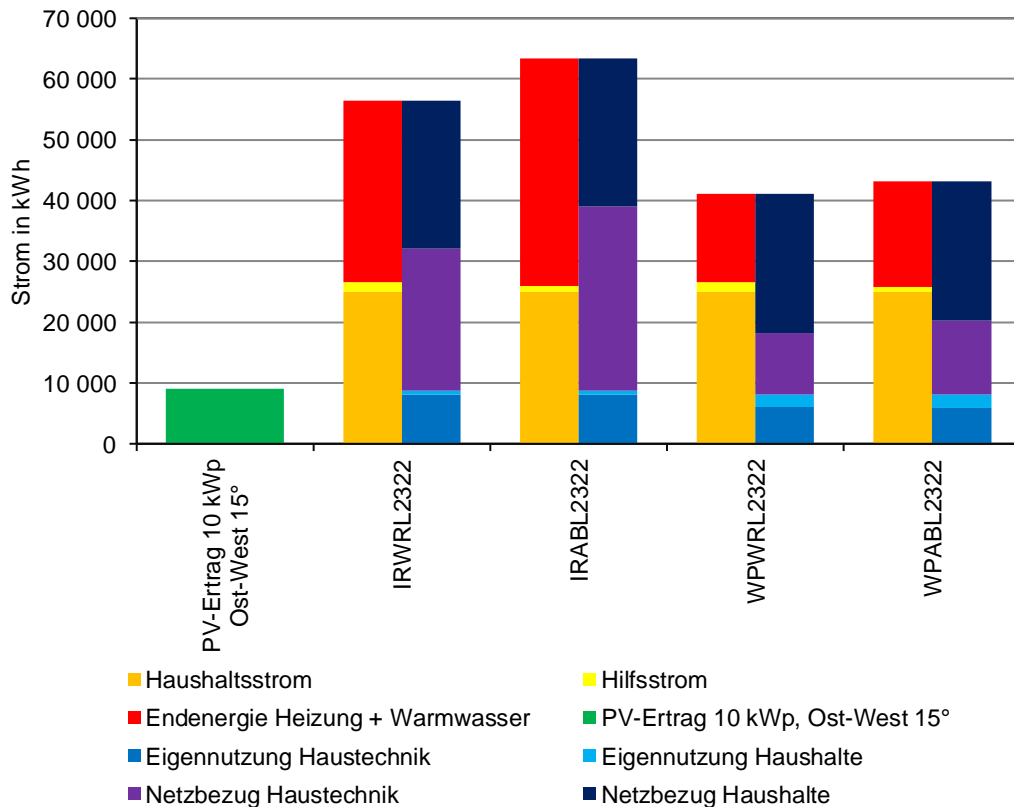
Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

- Variante 2 (IRABL2322):  
Temperatur 23°C und WW 22,4 l/Person und Tag, Infrarotpaneele, Elektroboiler, Abluftanlage, PV mit Eigennutzung HT und Haushaltsstrom;
- Variante 3 (WPWRL2322):  
Temperatur 23°C und WW 22,4 l/Person und Tag, Luft-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung, Warmwasser zentral: Luft-Wärmepumpe und Nachheizung elektrisch, Kontrollierte WRL, PV mit Eigennutzung HT und Haushaltsstrom;
- Variante 4 (WPABL2322):  
Temperatur 23°C und WW 22,4 l/Person und Tag, Luft-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung, Warmwasser zentral: Luft-Wärmepumpe und Nachheizung elektrisch, Abluftanlage mit Eigennutzung HT und Haushaltsstrom;
- Variante 5: PHK  
Passivhaushülle, Temperatur 23°C und WW 22,4 l/Person und Tag, Luft-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung, Nachheizung mit Infrarotkörper, Warmwasser zentral: Luft-Wärmepumpe und Nachheizung elektrisch, Kontrollierte WRL, Kühlen im Sommer, PV mit Eigennutzung HT und Haushaltsstrom.

Grafik 27 zeigt den höheren Endenergieverbrauch der Varianten mit Infrarotheizung und Boilern gegenüber den Varianten mit Luftwärmepumpe und zentraler Warmwasserbereitung.

Im zweiten Schritt wurden wiederum Infrarotheizungen mit dezentralen Warmwasserboilern gegenüber einem zentralen System mit Luftwärmepumpe verglichen. Aber es gab für beide Lösungen Varianten mit Kühlung und der Eigenverbrauch durch eine PV-Anlage auf dem Dach wurde berücksichtigt. Diese PV-Anlage ist durch die räumlichen Gegebenheiten am rückspringenden Dach in ihrer Größe eingeschränkt.

Grafik 28: Stromaufbringung und -verbrauch



Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

Das Simulationsergebnis zeigt, dass die Infrarotheizung mit Boilern mehr PV-Strom selbst verbrauchen kann, aber dennoch einen viel höheren Netzbezug hat. Es bleibt weniger PV-Strom für die Eigennutzung der Haushalte übrig, weil die Haustechnik mehr Strom verbraucht.

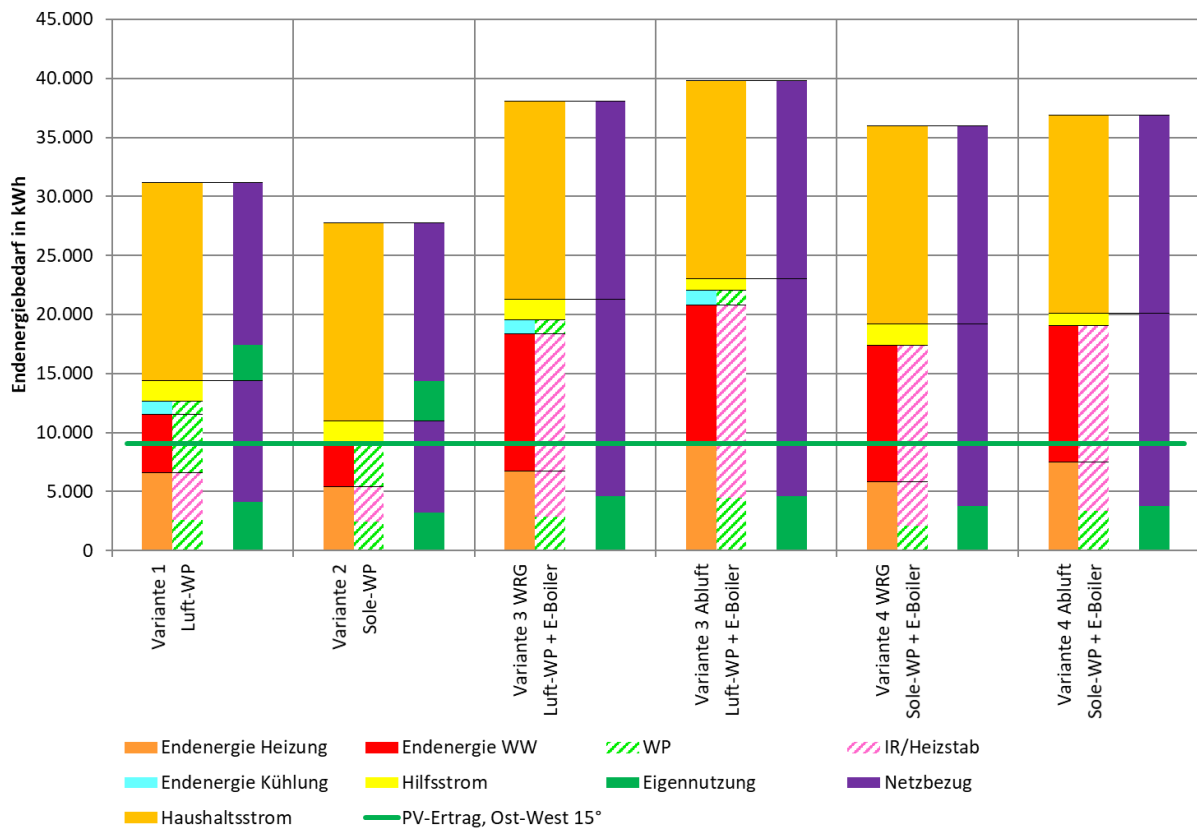
Im dritten Schritt wurden im selben Vergleich sommerliche Kühlung und Nachbeheizung (zusätzlicher Infrarotheizkörper) als zusätzliche Komfortwünsche der Bauvereinigung berücksichtigt.

Danach wurde im März 2018 das Haustechnikmodell für den Vergleich des zentralen Systems mit Luftwärmepumpe gegenüber einer Wärmepumpe mit Erdsonde berechnet, jeweils mit zentraler oder dezentraler Warmwasserbereitung. Das Gebäude, das jetzt dabei betrachtet wurde, hat eine optimierte Hülle, kontrollierte Be- und Entlüftung oder Abluftanlage, aktivierte Decken, zusätzlich je Wohnung einen Infrarotheizkörper für individuelle Nachheizung, eine PV-Anlage mit optimierter Eigennutzung samt Deckenkühlung.

## 7.4 SIMULATIONSERGEBNIS

Grafik 29 zeigt in den linken Teilsäulen den Energiebedarf für Heizen, Warmwasser und Kühlen und in der rechten Teilsäule den Wärme- bzw. Kälteerzeuger, welcher die Energie verbraucht (reversible Wärmepumpe oder Infrarotheizung mit Heizstab). Darüber werden der Hilfsstrom und der Haushaltsstrom gestapelt. Der Jahresertrag der PV-Anlage ist durch die waagrechte, grüne Linie gekennzeichnet. Die beige gestapelten Säulen zeigen ebenfalls in Grün den eigen genutzten PV-Strom und in Violett den nötigen Netzbezug. Den höchsten Netzbezug hat die Variante mit E-Boilern, Luftwärmepumpe und Abluftanlage, den

Grafik 29: Variantenberechnung



Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

geringsten Netzbezug die Variante mit Sole-Wärmepumpe, zentraler Warmwasserversorgung und Wärmerückgewinnung in der Lüftungsanlage. Mit der zusätzlichen 5. Variante wurde ein Mischsystem mit Vorerwärmung des Warmwassers mit der Wärmepumpe und zentraler Nachheizung über E-Boiler untersucht.

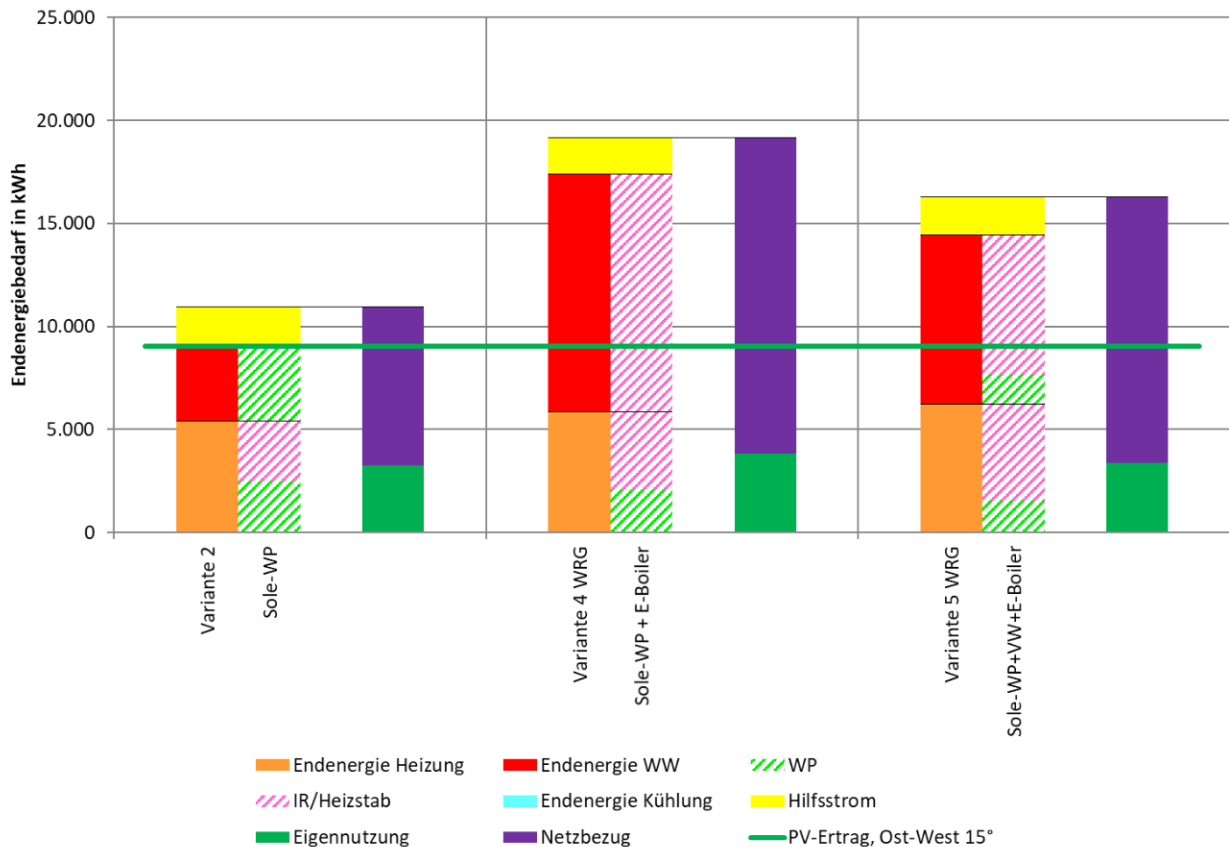
Das Simulationsergebnis zeigt eine Einsparung durch die Vorerwärmung. Die Endenergie für Warmwasser bleibt aber doppelt so hoch, wie bei zentraler Warmwasserbereitung.

Parallel zu den Simulationen der Energieverbräuche wurden immer wieder Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit geschätzten Kosten auf 30 Jahre Lebenszeit angestellt. Angenommene Bedingungen der hier dargestellten Annuitätenberechnung:

- Lebensdauer der Geräte: 15 Jahre
- Inflationsrate: 1,6%
- Eigenkapitalzins: 2%
- Kapitalzins: 2%
- Energiepreissteigerung: 3%
- Strompreis: € 0,18

In diesen Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden Luftwärmepumpe und die Erdwärmepumpe mit einer größeren PV Anlage, sowie einer Batterie zur Speicherung des PV-Stroms betrachtet. Das Ergebnis zeigt nahezu gleiche Jahreskosten für die Luftwärmepumpe und die Erdwärmepumpe mit 10m² PV. Die Variante Erdwärmepumpe mit 20m² PV und mit Batteriespeicher verursachen höhere Kosten.

Grafik 30: Variantenberechnung



Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

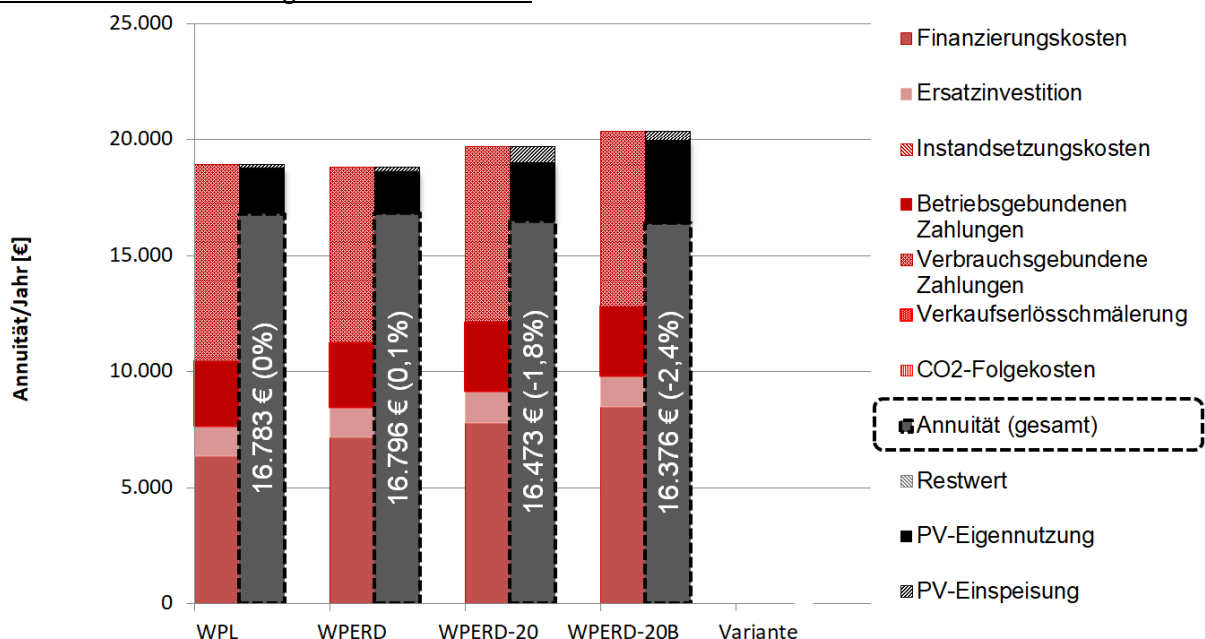
## 7.5 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN MIT ABGERECHNETEN KOSTEN

Nach Auswertung der von der „Arthur Krupp“ durchgeführten Test-Ausschreibungen führte das Energieinstitut Vorarlberg mit den in Frage kommenden Varianten offene Untersuchungen des Energieverbrauches, der PV Simulation und der Wirtschaftlichkeit durch. Dabei steuerten Makros die Berechnungen in allen Excel Tools. Dazu wurden Variantenlisten erstellt und alle Varianten automatisiert in das PHPP eingegeben (8.000 Varianten). Die PV-Varianten wurden zusätzlich mit PV opti (Excel) berechnet. Die Lebenszykluskosten aller Varianten wurden mit den tatsächlichen Kosten im EconCalc (Excel) dargestellt. Die Preise stammten vom Bestbieter oder wurden bei großen Preisunterschieden gemittelt zwischen Erst- und Zweitbieter. Unsinnige Varianten wurden aussortiert. So könnten in diesem Fall 76.000 Varianten miteinander verglichen werden.

Die Varianten setzten sich aus diesen Komponenten zusammen:

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| PHPP:                                | Energetische Performance der verschiedenen Varianten:  |
| 3 Hüllqualitäten:                    | Ziegel gefüllt, Ytong 50 cm, Ytong 25 cm mit Wärmedämmverbundsystem 14 cm;                       |
| 2 Fensterqualitäten:                 | Kunststoff, Holz Alu;  |
| 4 Lüftungsvarianten:                 | KWRL auf Dach/Container, Einzelraumgeräte, Abluftanlage;   |
| 7 Wärmeerzeuger:                     | 1 & 2 Luft-WP pro Haus (Zirkulation & BegleitHzB), Sole-WP & Luft-WP zentral, elektrisch direkt; |
| 3 Wärmeabgabesysteme:                | Infrarot, FBH, BA;   |
| 3 PV-Varianten:                      | keine, 2,5 kWp, 10 kWp;  |
| 2 Batterie:                          | ohne, 7 kWh (nutzbar);   |
| 2 Betrachtungszeiträume:             | Unterschiedliche Länge der Betrachtung,  |
| 3 Zeiträume:                         | 100, 50 und 30 Jahre;  |
| Nutzerverhalten:                     | Unterschiedliche Nutzertypen sind hinterlegt,  |
| 4 Nutzertypen:                       | ideal, durchschnittlich, schlechter Nutzer, normaler Wien Süd Nutzer;                            |
| Szenario der Energiepreissteigerung: | 3 Annahmen: 1%, 2%, 3% (ohne Abzug 1,7% Inflation).  |

Grafik 31: Annuitätenvergleich der Varianten



Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

In der ersten Auswertung wurden aus zeitlichen Gründen nur die Varianten mit dem typischen Nutzer der Wien Süd, 2% Energiepreissteigerung und 50 Jahren Betrachtungszeitraum berücksichtigt. Die Darstellung ergab eine Punktwolke mit 2.214 Varianten (Grafik 32).

Diese Varianten ergeben einen Kapitalwert zwischen € Mio. 1,08 und € 1,34 im Betrachtungszeitraum und beziehen zwischen 30 und 95 kWh/m<sup>2</sup>.a Strom pro Jahr. Man erkennt, dass ein geringer Energieverbrauch nicht direkt an die Kosten gekoppelt ist.

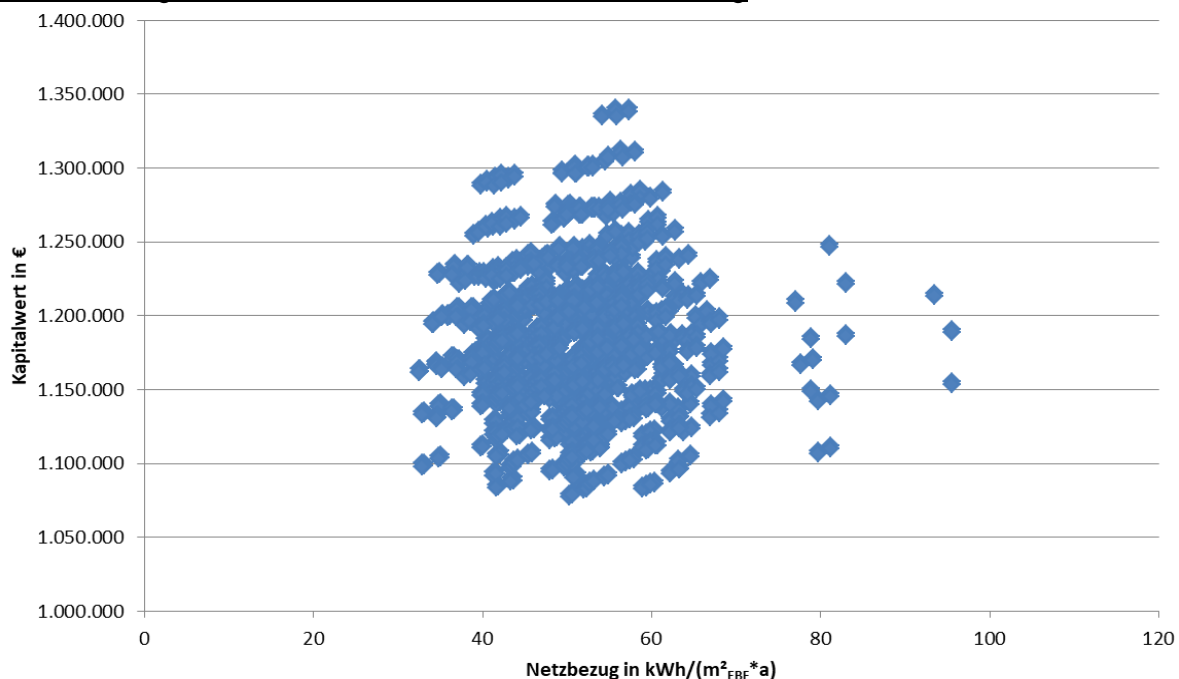
Die thematische Auswertung zeigt die Überlegenheit der Wärmepumpenlösungen gegenüber den Lösungen mit Infrarotheizung und elektrischen Boilern (Grafik 33).

Die Variantenübersicht hinsichtlich PV und Batteriespeicher zeigten ein gemischtes Ergebnis. Varianten ohne PV waren eindeutig teurer und hatten einen höheren Netzbezug. Bei den kostengünstigen Varianten wurden aber 44% ohne Batteriespeicher betrieben und 56% mit Batterie.

Die Auswertung der 50 wirtschaftlichsten Varianten erbrachte folgende Ergebnisse:

- Die 50 wirtschaftlichsten Varianten sind zu 100% aus Ytong 25 cm mit VWS 14 cm gebaut;
- 52% sind mit Holz-Alu Fenstern, 48% mit PVC-Fenstern ausgestattet;
- 92% besitzen eine Abluftanlage, 8% eine dezentrale Komfortwohnraumlüftung;
- 64% werden dezentral mit Luft-Wasser-Wärmepumpe beheizt, 4% mit 2 dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpe, 32% mit zentraler Sole-Wärmepumpe;
- 100% der besten Varianten werden über Bauteilaktivierung geheizt;
- 40% verfügen über eine 2,5 kWp PV und 60% über die 10kWp PV Anlage;
- 54% der wirtschaftlichsten Gebäude verfügen über keine Kühlung, 46% können kühlen.

Grafik 32: Ergebniswolke vereinfachte Variantenberechnung



Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

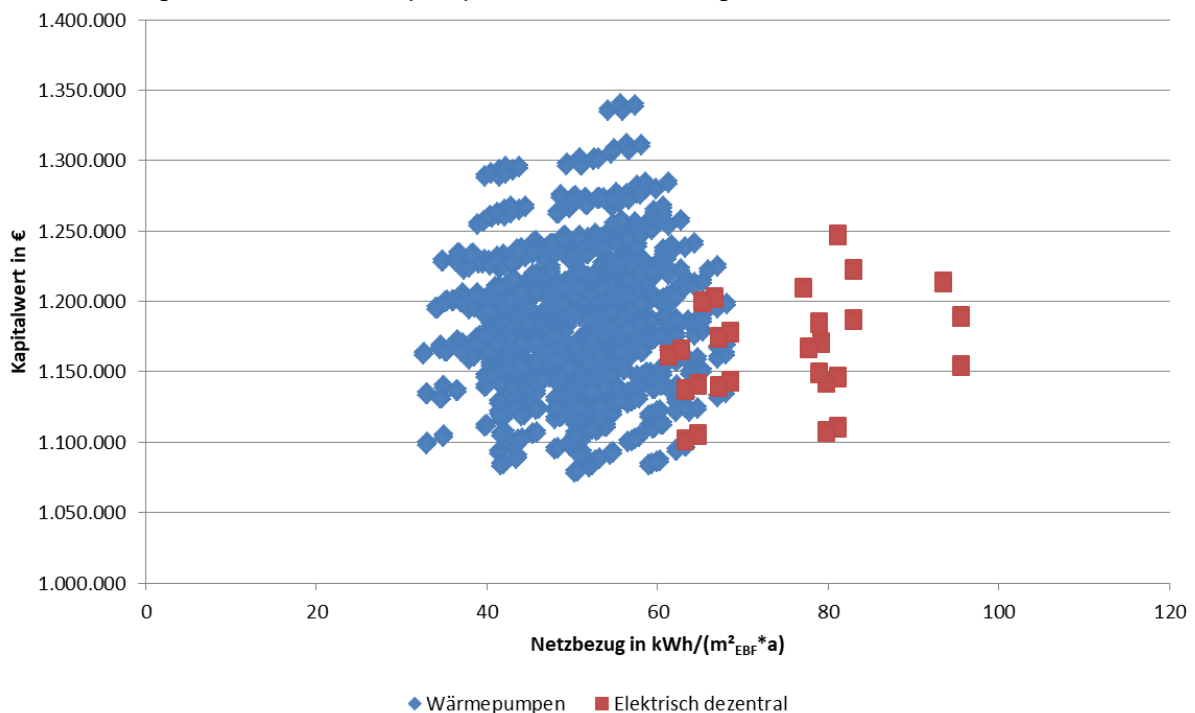
Bei 100-jähriger Betrachtungszeit verändern sich die Prozentzahlen nur geringfügig: Für die Abstimmung mit der niederösterreichischen Wohnbauförderung wurden die zwölf umsetzungsrelevantesten Haustechnikkonzepte mit den schon feststehenden Konstruktionsvarianten verglichen und mit nochmals adaptierten Kosten und Lebenserwartungen Grafiken mit kumulativer Barwertmethode entwickelt. An diesen Grafiken ist ablesbar, in welchem Jahr eine Variante mit günstiger Investition auf Grund von höheren Verbrauchs- oder Unterhaltskosten zur unwirtschaftlicheren Variante wird.

Die Berechnungen wurden für folgende Bedingungen durchgeführt:

- Hülle: 24 cm Ytong mit 16 cm Wärmedämmverbundsystem;
- Fenster: Holz/Alu;
- Heizung: Luftwärmepumpe, Solewärmepumpe, Infrarot;
- Fußbodenheizung vs. Bauteilaktivierung;
- Warmwasser: Boiler mit Wärmepumpe, Boiler;
- Photovoltaik: 10 kW<sub>peak</sub>;
- Nominale Energiepreissteigerung: 1,7%;
- Kalkulationszins und Fremdkapitalzinssatz: 3%;
- Betrachtungszeitraum: 50 Jahre;
- Kreditlaufzeit: 25 Jahre;
- Nutzerverhalten: durchschnittlicher Wien-Süd Nutzer.

Die Ergebnisse zeigen, dass etwa im elften Jahr der Nutzung die Infrarotheizung ihre Spitzenposition in der Investition durch höhere regelmäßige Stromkosten verliert (Grafik 34). Die Luft-Wasser-Wärmepumpe behält dann über den gesamten Lebenszyklus die wirtschaftlichste Position. Die Wärmeübertragungssysteme Fußbodenheizung und Bauteilaktivierung zeigen ähnliche Verläufe, wobei die Bauteilaktivierung das wirtschaftlichere Wärmeübertragungssystem ist, aber baulich die höhere Qualität verlangt.

**Grafik 33: Ergebniswolke Wärmepumpe vs. Infrarotheizung**

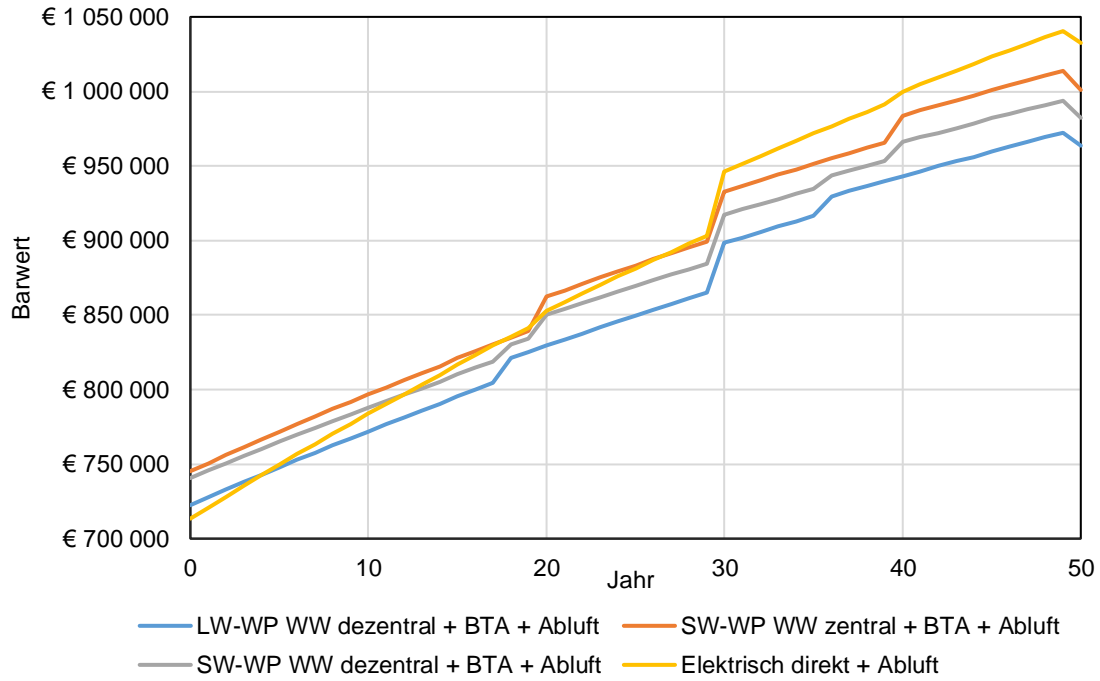


Quelle: Energieinstitut Vorarlberg



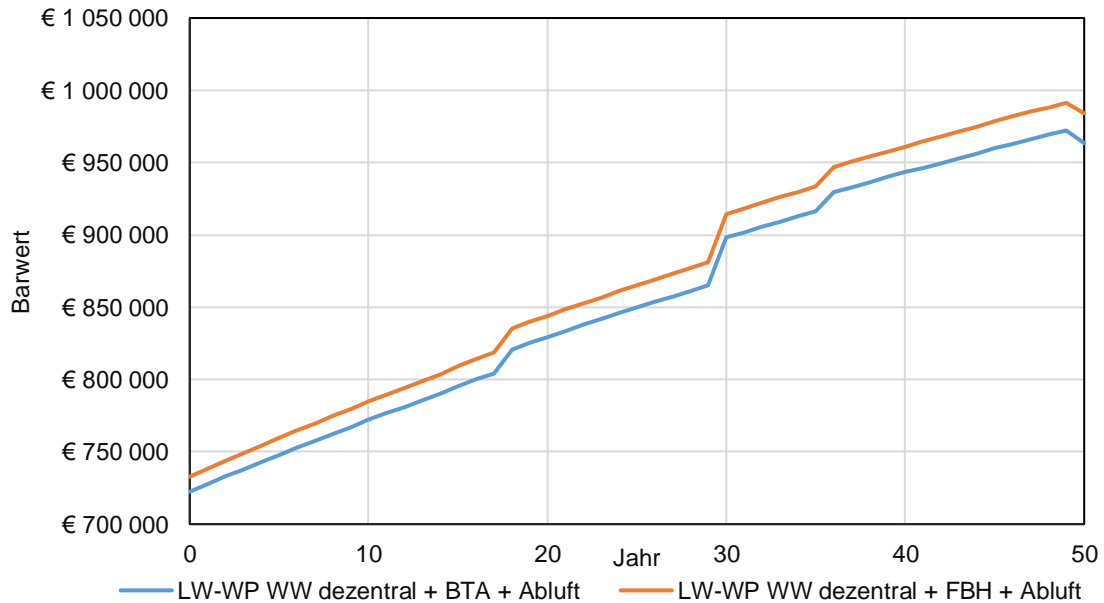
Im Vergleich Abluft und kontrollierte Be- und Entlüftung ist die Abluftanlage wegen den Wartungskosten konstant günstiger und kann ihren höheren Energiebedarf damit auffangen. Knicke in den Kurven bedeuten Erneuerungszyklen, am Ende der Betrachtungszeit werden Restwerte abgezogen.

Grafik 34: Vergleich der Haustechnikvarianten mit Wärmeübertragung durch Bauteilaktivierung



Anm.: LW-WP = Luft-Wasser-Wärmepumpe  
 SW-WP = Sole-Wasser-Wärmepumpe  
 WW = Warmwasser  
 BTA = Bauteilaktivierung  
 Elektrisch direkt = Infrarot-Paneele  
 Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

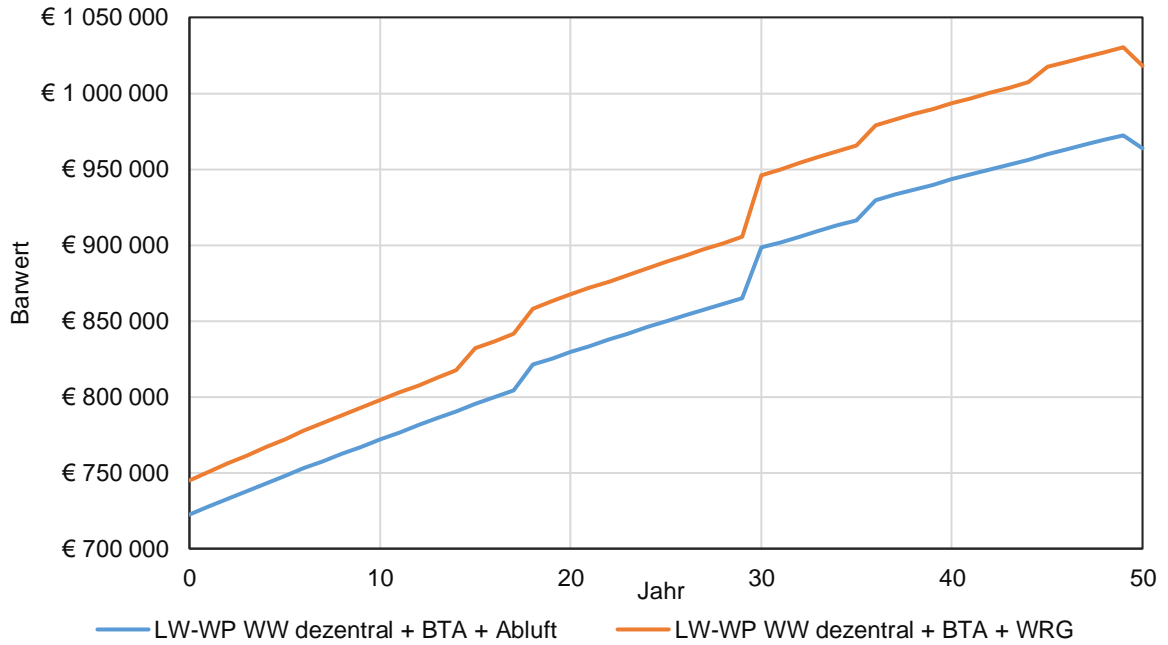
Grafik 35: Vergleich Fußbodenheizung und Bauteilaktivierung



Anm.: Abkürzungen s. Grafik 34  
 Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

Nach den letzten Untersuchungen legte der Bauherr im Juli 2018 die Umsetzungsvariante fest (s. Kap. 5.9, S. 39 bzw. 6.4.2, S. 51).

**Grafik 36: Vergleich kontrollierte Wohnraumlüftung und Abluftanlage**



Anm.: Abkürzungen s. Grafik 34  
Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

## 8 TECHNISCHES MONITORING

### 8.1 MONITORING DURCH DAS ENERGIEINSTITUT VORARLBERG

Ein Monitoring nach weniger als einem Jahr Nutzungszeit ist nicht möglich, weil die Ergebnisse im ersten Winter in der Regel stark von den Folgejahren abweichen. Gründe hierfür sind ein erhöhter Energieaufwand für die Austrocknung von Decken, Nachregulierungen an den technischen Geräten und neue, unerfahrene Nutzer. Erste Monitoring Daten lassen sich nach 2-3 Jahren sinnvoll einordnen. In diesem Projekt wird das Energieinstitut Vorarlberg die Messdaten über 5 Jahre nachverfolgen und einordnen.

Um für den Abschlussbericht trotzdem einige Hinweise auf das Verhalten des Gebäudes zu machen sind nur Schlaglichter und grobe Abschätzungen möglich, die sich in den nächsten Jahren als Zufälle oder richtige Ergebnisse herausstellen werden:

- Messung: Die Werte in den gelb hinterlegten Bereichen sind Messwerte von 10.12.2020 bis 1.11.2021 (insgesamt 327 Tage).
- Hochrechnung: Die Werte in den grau hinterlegten Bereichen sind die Messwerte, die auf ein ganzes Jahr hochgerechnet sind. Dazu wird der Dezember-Messwert im Tagesverhältnis hochgerechnet (Messwert x 31 Tage/22 Messungstage). Die Hochrechnung für den November-Messwert erfolgt durch Mittelwertbildung aus dem Oktober-Messwert und dem hochgerechneten Dezember-Messwert, da im November nur Messwerte für einen Messungstag zur Verfügung stehen.
- Ableitung: Die Werte in den blau hinterlegten Bereichen sind abgeleitete Werte, die aus den hochgerechneten Messwerten berechnet sind. Die Berechnung ist für die einzelnen Werte jeweils beschrieben.
- Prognose: Die Werte in den grün hinterlegten Bereichen sind prognostizierte Berechnungswerte. Die Prognoseberechnung erfolgt mit dem Berechnungstool PHPP.
- Bauteilaktivierung inkl. Wärmepumpen-Boiler: Die Werte sind die gemessenen Wärmemengen am Heizkreisverteiler der einzelnen Wohnungen. Sie beinhalten die Wärmeaufnahme der dezentralen Wärmepumpen-Boiler, sofern diese nicht durch passive Kühlung gedeckt ist (in den Sommermonaten).
- Wärmepumpen-Boiler: Die Werte sind die gemessenen Wärmeaufnahmen der dezentralen Wärmepumpen-Boiler.
- Bauteilaktivierung Heizung: Die Werte geben den Wärmebedarf der Bauteilaktivierung für die Heizung an. Die monatliche Wärmeaufnahme der Wärmepumpen-Boiler wird von den monatlichen Wärmemengen am Heizkreisverteiler abgezogen. Es werden nur positive Monatswerte berücksichtigt (positive Monatswerte = Heizung, negative Monatswerte = Kühlung). Es ergibt sich ein gemittelter Wert von 63,6 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>\*a).

Tabelle 37: Wärme- und Kältebedarf Bauteilaktivierung und Wärmeaufnahme WP-Boiler in kWh/(m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>.a)

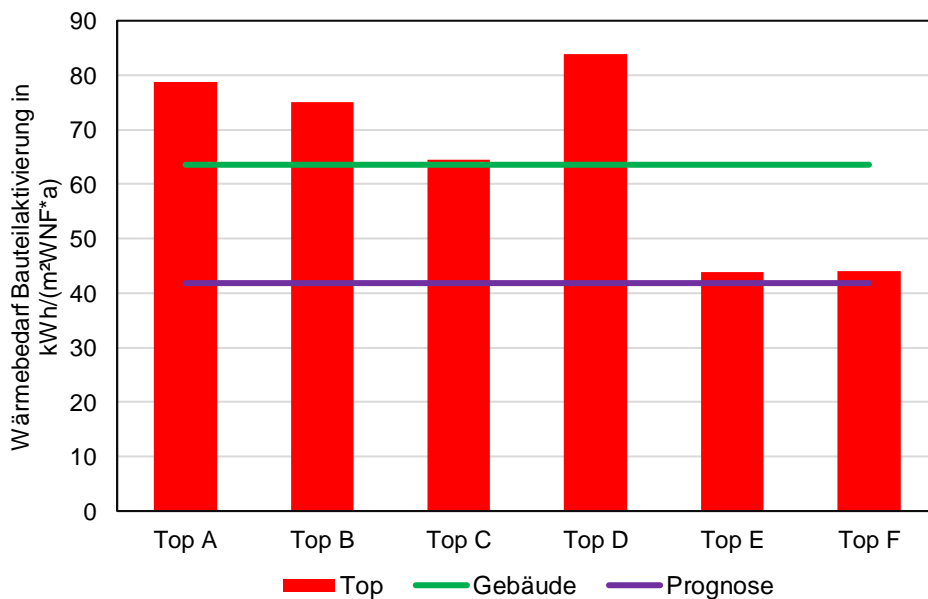
| Top     | Messung (327 Tage: 10.12.20-01.11.21) |           | Hochrechnung/Ableitung (365 Tage) |             |           |
|---------|---------------------------------------|-----------|-----------------------------------|-------------|-----------|
|         | BTA inkl. WP-Boiler                   | WP-Boiler | BTA Heizung                       | BTA Kühlung | WP-Boiler |
| A       | 76,7                                  | 13,7      | 78,7                              | 1,7         | 15,0      |
| B       | 75,9                                  | 14,8      | 75,1                              | 0,8         | 17,1      |
| C       | 61,3                                  | 9,3       | 64,4                              | 0,5         | 10,3      |
| D       | 82,4                                  | 13,6      | 83,8                              | 1,3         | 14,7      |
| E       | 50,2                                  | 14,4      | 44,0                              | 1,4         | 15,9      |
| F       | 42,9                                  | 6,4       | 44,1                              | 0,4         | 7,2       |
| Gebäude | 63,5                                  | 11,7      | 63,6                              | 1,0         | 13,0      |

Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

Auffällig ist, dass 2 Wohnungen sehr nahe an dem prognostizierten Heizwärmebedarf von 41,8 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>\*a) liegen, 4 Wohnungen aber deutlich mehr verbrauchen (Grafik 38).

- Bauteilaktivierung Kühlung: Die Werte geben den Kältebedarf der Bauteilaktivierung für die Kühlung an. Die monatliche Wärmeaufnahme der Wärmepumpen-Boiler wird von den monatlichen Wärmemengen am Heizkreisverteiler abgezogen. Es werden nur negative Monatswerte berücksichtigt (positive Monatswerte = Heizung, negative Monatswerte = Kühlung).
- Die PV-Anlage ist an einem Zählpunkt mit der zentralen Luft-Wärmepumpe, sowie dem Hilfs- und Allgemiestrom installiert. Da keine gemeinschaftliche Erzeugungsanlage umgesetzt ist, kann die PV-Erzeugung deshalb nur von diesen Verbrauchern genutzt werden, aber nicht vom Haushaltsstrombedarf der Tops inklusive den dezentralen Wärmepumpen-Boilern. Die hochgerechnete PV-Eigennutzung in nachfolgender Tabelle 40 ist eine Abschätzung wie hoch die PV-Eigennutzung ausfallen könnte, wenn eine gemeinschaftliche Erzeugungsanlage umgesetzt werden würde, wie bei der Prognoseberechnung angenommen.

Grafik 38: Wärmebedarf Bauteilaktivierung pro Top und Gebäude im Vergleich zu Prognose



Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

Tabelle 39: Endenergiebedarf Gebäude – Messung und Hochrechnung

|   | Einheit                           | Messung | Hochrechnung |
|---|-----------------------------------|---------|--------------|
| Strombedarf zentrale Luft-Wärmepumpe inkl. Hilfsstrom | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 18,8    | 22,2         |
| Allgemeinstrombedarf                                  | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 3,2     | 3,6          |
| Haushaltsstrombedarf inkl. Wärmepumpen-Boiler         | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 41,6    | 46,0         |
| Gesamt  | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 63,6    | 71,8         |
| PV-Ertrag   | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 18,3    | 18,9         |
| PV-Eigennutzung                                       | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 4,4     | 4,5          |

Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

Der Strombedarf der zentralen Luft-Wärmepumpe inklusive Hilfsstrom lässt sich in Abhängigkeit des Wärmebedarfs der Bauteilaktivierung für Heizung und der Wärmeaufnahme der dezentralen Wärmepumpen-Boiler abzüglich des Kältebedarf der Bauteilaktivierung für Kühlung in Strombedarf für Heizung und anteiliger Strombedarf für Warmwasserbereitung aufteilen.

- Endenergie Heizung inkl. Hilfsstrom: 17,7 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>\*a)
- Endenergie WW inkl. Hilfsstrom – Anteiliger Strombedarf: 4,5 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>\*a)

Aus dem mittleren Verhältnis der Wärmeaufnahme und dem Strombedarf der Wärmepumpen-Boiler der beiden gemessenen Tops lässt sich der Strombedarf der Wärmepumpen-Boiler der anderen Tops abschätzen. Somit ergibt sich folgender abgeschätzter Strombedarf für alle Wärmepumpen-Boiler.

- Endenergie WW inkl. Hilfsstrom – Strombedarf Wärmepumpen-Boiler Top A – F: 21,3 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>\*a)

Der verbleibende Haushalts- und Allgemeinstrom ergibt sich nach Abzug des abgeschätzten Strombedarfs für alle Wärmepumpen-Boiler.

Unterschied zwischen prognostizierten, gemessenen und hochgerechneten Werten:

- Endenergie Heizung inkl. Hilfsstrom: Aufgrund des höheren Heizwärmebedarfs des Gebäudes;
- Endenergie Warmwasser inkl. Hilfsstrom: Aufgrund der höheren Warmwasser-Nutzwärme sowie der geringeren Effizienz der verbauten dezentralen Wärmepumpen-Boiler.

Tabelle 40: Endenergiebedarf Gebäude – Ableitung und Vergleich mit Prognose

|                                     | Einheit                           | Ableitung | Prognose |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------|
| Endenergie Heizung inkl. Hilfsstrom | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 17,7      | 13,0     |
| Endenergie WW inkl. Hilfsstrom      | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 25,8      | 9,8      |
| Kühlung inkl. Hilfsstrom            | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | -         | 1,4      |
| Haushalts- und Allgemeinstrom       | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 28,4      | 30,7     |
| PV-Ertrag                           | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 18,9      | 17,0     |
| PV-Eigennutzung                     | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 13,7      | 12,7     |

Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

Tabelle 41: Messung und Auswertung dezentrale Wärmepumpen-Boiler

|  | Einheit                           | Messung |       | Hochrechnung/Ableitung |       |
|--|-----------------------------------|---------|-------|------------------------|-------|
|  |                                   | Top A   | Top B | Top A                  | Top B |
| Wärmeaufnahme Wärmepumpen-Boiler                   | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 14,8    | 13,7  | 17,1                   | 15,0  |
| Strombedarf Wärmepumpen-Boiler                     | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 18,7    | 28,1  | 21,1                   | 30,9  |
| Wärmeabgabe Wärmepumpen-Boiler                     | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> |         |       | 38,1                   | 45,9  |
| Warmwasser-Nutzwärme                               | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> | 22,2    | 28,6  | 25,4                   | 31,4  |
| Aufwandszahl WW-Speicherung                        | %                                 |         |       | 150%                   | 146%  |
| Arbeitszahl Wärmepumpen-Boiler                     | -                                 |         |       | 1,81                   | 1,49  |
| Anteiliger Strombedarf zentrale Luft-Wärmepumpe    | kWh/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub> |         |       | 5,4                    | 4,5   |
| Arbeitszahl Wärmepumpen-Boiler inkl. Strom Zentral | -                                 |         |       | 1,44                   | 1,30  |

Quelle: Energieinstitut Vorarlberg

- In zwei Wohneinheiten wird die Wärmeaufnahme und der Strombedarf der Wärmepumpen-Boiler sowie die Warmwasser-Nutzwärme gemessen. Links sind jeweils die gemessenen Werte für den Zeitraum von 10.12.2020 bis 1.11.2021. Rechts die hochgerechneten und daraus abgeleiteten Werte für das gesamte Jahr nach demselben Verfahren wie vorher.
- Die hochgerechnete Warmwasser-Nutzwärme, im Mittel der beiden Tops  $28,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a})$ , unterscheidet sich stark von der Annahme in der Prognoseberechnung mit durchschnittlichem Warmwasserbedarf gem. Angabe der Bauvereinigung:
- $22,4 \text{ Liter}/(\text{Bewohner}\cdot\text{Tag})$  und  $16 \text{ Bewohner} \rightarrow 13,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{EBF}\cdot\text{a}) \rightarrow 13,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a})$ . Die hochgerechnete Warmwasser-Nutzwärme entspricht einem durchschnittlichen Warmwasserbedarf von  $47 \text{ Liter}/(\text{Bewohner}\cdot\text{Tag})$ .
- Die Wärmeabgabe der Wärmepumpen-Boiler ist die Summe aus Wärmeaufnahme und Strombedarf der Wärmepumpen-Boiler.
- Die abgeleitete Aufwandszahl für die Warmwasserspeicherung (Wärmeabgabe Wärmepumpen-Boiler/Warmwasser-Nutzwärme), im Mittel der beiden Tops  $148\%$ , stimmt sehr gut mit dem Wert der Prognoseberechnung überein:  $149\%$ .
- Die Messergebnisse zeigen, dass die verbauten Wärmepumpen-Boiler (erste Ovum-Generation) sehr geringe Gesamtarbeitszahlen (inkl. Strombedarf der Wärmepumpen-Boiler und anteiligem Strombedarf der zentralen Luft-Wärmepumpe) erreichen:  $1,37$  im Mittel der beiden Tops. In der Prognoseberechnung ist eine Gesamtarbeitszahl von  $2,32$  angenommen. Das Forschungsprojekt Dafins zeigt jedoch im direkten Vergleich, dass die Geräte der zweiten Generation wesentlich effizienter sind als die der ersten Generation.

## 8.2 MONITORING DURCH ALLPLAN / HACON

Die Allplan GmbH Wien (Simon Handler / Gernot Haslinger) entwickelte ab 2019 für das Projekt in Absprache mit der Bauvereinigung ein Energie- und Monitoringkonzept, das mit gesonderter Förderung durch das BMVIT finanziert wird. Der Projektabschluss des technischen Monitorings erfolgte durch dieselben Autoren, aber im Rahmen des neu gegründeten Unternehmens hacon GmbH (s. Kap. 14.2, S. 99).

Ziel des Monitorings war die Evaluierung des Gebäudetechnikkonzepts mit Bauteilaktivierung als Senke für eine zentrale Luft/Wasser Wärmepumpe (Gebäudeheizung und -kühlung) bei gleichzeitiger Nutzung der Bauteilaktivierung als Quelle für dezentrale Wasser/Wasser Wärmepumpen (Warmwasserbereitung) in den Wohnungen. Neben der Bewertung der energetischen Performance und der Behaglichkeit in den Wohnungen liegt der Schwerpunkt in der Optimierung des Anlagenbetriebs, insbesondere in der gezielten Nutzung der Gebäudespeichermassen als thermischer Speicher bei verfügbarem Überschussstrom aus der hauseigenen Photovoltaikanlage bzw. bei geringen Strompreisen aus dem Stromnetz.

Hauptergebnisse des technischen Monitorings in der Heizperiode 2020/21 waren:

- Die Luft-Wasser-Wärmepumpen für die Raumheizung und -kühlung erreichen mit Arbeitszahlen von bis zu  $5,8$  die simulierten Werte und laufen damit sehr effizient.
- Das technische Monitoring ergibt dennoch einen erhöhten Energiebedarf für die Raumwärme in der ersten Heizperiode. Dies erklärt sich einerseits aus der normalen Baufeuchte, andererseits aber auch aus teilweise fehlerhafter Steuerung der raumweisen Temperaturregelung und einer dadurch ausgelösten Überheizung der Wohnungen. Es ist zu erwarten, dass diese Anfangsprobleme mit der weiteren Einsteuerung der Anlagen beigelegt werden.
- Sehr viel höher als die simulierten Werte sind die Verbräuche für Warmwasser bei einer gleichzeitig sehr geringen Arbeitszahl von unter  $2$ . Dies erklärt sich aus der langen Aufwärmzeit der Boiler mittels

Wasser-Wasser-Mikrowärmepumpe. Dies führt zum häufigen Einsatz des E-Heizstabs und damit annähernd zu einer elektrischen Direktheizung. Außerdem führte die geänderte Anbringung der E-Boiler in die Küche statt im Bad zu Schnittstellenproblemen, die aber behoben werden konnten. Es bedarf noch der abschließenden Klärung, ob die E-Boiler mit Mikrowärmepumpe die in sie gesteckten Erwartungen erfüllen oder bei Folgeprojekten durch andere Technologien zu ersetzen sind.

- Die Einzelraumregulierung der Raumtemperatur erwies sich bei der Fehlersuche als mühsam, nicht zuletzt deshalb, weil aufgrund der sehr guten Gebäudedämmung defekte Stellmotoren in einzelnen Räumen kaum identifizierbar waren. Dieser Befund spricht dafür, bei kommenden Projekten auf wohnungsweise Temperaturregelung umzustellen. Andererseits fällt die Bewohnerzufriedenheit mit Einzelraumsteuerung eher positiv aus (s. Kap. 11.3.4, S. 86).
- Innovation bei haustechnischen Systemen erfordert bei erstmaliger Anwendung ein hohes Maß an technischer Koordination. Aufgrund des Primats sehr niedriger Baukosten ist dieser Aspekt beim Pilotprojekt Theresienfeld etwas zu kurz gekommen.
- Die Einregulierung haustechnischer Anlagen fällt in unbewohntem Zustand wesentlich leichter als nach Bezug.

## 9 ÖKOLOGIE, GRÜNRAUMASPEKTE

Neben Energieeffizienz und dem besonders innovativen Ansatz der Energieaufbringung wurde beim Pilotprojekt Theresienfeld Tonpfeifengasse auch auf ökologische Aspekte fokussiert. Das Projekt wurde in das von der niederösterreichischen Wohnbauforschung unterstützte Forschungsprojekt der Donau-Universität Krems „InnoMOB – innovative Mobilitätskonzepte für den großvolumigen Wohnbau“ einbezogen (Projektleiterin DI Dr. Daniela Trauninger). Es kam weiters zu einer Kooperation mit der Initiative „Natur im Garten“ (GF Christa Lackner), die für die Grünraumplanung und die Gestaltung des Kinderspielplatzes gewonnen werden konnte.

### 9.1 GEBÄUDESOFTHILLS

Mit der Thematisierung und Einbindung des jungen Begriffs Gebäudesoftskills (GS; Buxbaum& Oberzaucher, 2021) in die Planung von Wohnhausanlagen wird Neuland beschritten. Es geht dabei um die Wechselwirkungen zwischen Gebäuden und deren Bewohner:innen. Die Eigenschaften von Gebäuden, welche auf das Wohlbefinden und die Gesundheit von Menschen einwirken, werden in ihrer Komplexität thematisiert und in die Planung eingebunden, soweit dies möglich und sinnvoll ist. Konkret geht es dabei um die fühlbaren, sichtbaren, riechbaren und spürbaren Eigenschaften der Gebäude im Außen- und Innenraum. Wir sprechen beispielsweise über Begrünung und Grünraumbezug, Licht, Farben, Akustik, Wohn- und Architekturpsychologie, Mehrgenerationenwohnen und deren langfristigen Auswirkungen. Das Thema Nachhaltigkeit wird dabei in besonderem Maße behandelt, indem man neben den Ressourcen der Erde auch die Menschen als Ressource begreift. Mit dieser Humanressource wird erst dann schonend und nachhaltig umgegangen, wenn das Lebensumfeld bedürfnisorientiert für die Nutzer:innen gestaltet ist.

Mit den Gebäudesoftskills soll der Mensch mit seinen Bedürfnissen mehr ins Zentrum der Planungen gestellt werden. Dabei wird ein Mehrwert sowohl für die Nutzer als auch die Betreiber erzeugt. Denn Wohlbefinden, Akzeptanz und eine hohe Identifikation mit dem eigenen Wohnumfeld führen zu einem sorgsamem Umgang mit den Objekten und erzeugen gut funktionierende soziale Systeme. Dadurch fördern sie Verantwortungsgefühl und vermindern Vandalismus. Diese Entwicklungen sparen den Betreibern der Anlagen langfristig Geld und Nerven. Die Kombination mehrerer Maßnahmen in den Planungs- und Umsetzungsphasen, sowie die Kommunikation während des Bezugs und der ersten Nutzungsphase erzeugen diesen Mehrwert für alle Beteiligten.

#### a) Begrünung und Grünraumbezug

Der Mensch kommt aus der Natur und hat dadurch einen ganz besonderen Bezug zu Pflanzen und Wasser. Deshalb sind die Themen Grünraumbezug, Begrünung und Wasserflächen rund um den Wohnbereich so wichtig. Bei der Planung eines Wohngebäudes gibt es mehrere Aspekte, die beachtet und umgesetzt werden können: Die Begrünung der umgebenden Freiflächen sowie des Gebäudes an Fassaden und / oder Dächern bieten je nach Standort und Architektur viele Möglichkeiten, den Bedürfnissen der Bewohner:innen nach Naturbezug nachzukommen. Positive Auswirkungen auf das Stresslevel, die thermischen und akustischen Qualitäten der Gebäude und ihrer unmittelbaren Umgebung sind wissenschaftlich belegt. Pflanzen und Wasserflächen rufen messbare Reaktionen in uns hervor. So führen die Anwesenheit von Pflanzen zu einer besseren Erholung von Stress, selteneren Erkrankungen und schnellerer Gesundung. Zusätzlich können sie Aggressionsverhalten vermindern und so zur Vermeidung von Schäden durch Vandalismus beitragen.



Plant man klimafitte Gebäude, dann haben Pflanz- oder Wasserflächen spürbar positive und ausgleichende Wirkungen auf ihre Umgebung. Auf natürliche und nachhaltige Weise verbessern sie das Mikroklima, denn sie senken messbar die lokale Lufttemperatur. Pflanzen können zur temporären Verschattung im Sommer dienen und Schadstoffe binden. Auch Lärmpegel und Nachhallzeiten werden durch sie Außen wie Innen messbar positiv beeinflusst. Dachbegrünung verbessert durch ihre Dämmwirkung die Temperaturen im Innenraum und bietet Schutz vor Umwelteinflüssen wie UV-Licht, Hagel, etc. Zusätzlich speichert sie Wasser und verbessert so das Regenwassermanagement.

#### b) Licht

Behagliche und gesundheitsfördernde Gebäude bieten eine gute Tagesbelichtung sowie ergänzende elektrische Beleuchtung in an die Tätigkeiten angepasster Lichtqualität (Well-Standard, Biophile Design). Der Mensch verbringt über 90% der Zeit in Innenräumen, auch wenn das natürliche Tageslicht mit seinen vielfältigen Farbtemperaturen und Intensitäten einzigartig und notwendig für unsere Gesundheit ist.

Am effektivsten für uns Menschen ist von oben einfallendes Licht. Deswegen sind Verglasungen bis zur Decke und in den Dachflächen besonders vorteilhaft. Bei einer guten Tageslichtplanung geht es mehr um die kluge Positionierung der Fenster in ausreichender Größe, als um die maximale Öffnung der Wände. Wenn zu wenig Tageslicht in ein Gebäude kommt, kann dies verschiedene Ursachen haben: statische Verschattung oder große Dachvorsprünge, die Fenster gehen nicht bis zur Decke, das Sonnenschutzglas filtert zu stark oder eine mobile Verschattung ist durch den Bedarf an Blend- oder Wärmeschutz langfristig notwendig, man sitzt am helllichten Tag in abgedunkelten und künstlich beleuchteten Räumen. Um die positiven, nicht visuellen Wirkungen des Lichtes optimal zu nutzen, brauchen wir eine vernetzte Planung, die das dynamische Zusammenwirken von Tageslicht und Kunstlicht in Gebäuden optimiert.

#### c) Farben

Mit Farben gestaltete Räume bieten, neben einem großen ästhetischen Mehrwert die für uns Menschen gewohnten und wichtigen Farbstimulationen aus der Natur. Dabei wirken Farben niemals isoliert für sich alleine, sondern beeinflussen sich wechselseitig in ihren Wirkungen. Dies gilt im Innenraum ebenso wie im Außenbereich.

Im Wohnbau bieten Farben besonders in der Fassadengestaltung und der Einbindung in das städtebauliche Umfeld vielfältige Möglichkeiten. Dabei geht es um Themen wie die Unterstützung der Gesamtarchitektur und die Strukturierung der Baukörper. Die Einbindung in den städtebaulichen Kontext, sowie die Frage, welchen Charakter man den Gebäuden geben möchte, können mit Farben sehr gut unterstützt werden. Größere Bauvolumina können beispielsweise am Rande von Einfamilienhaus-Siedlungen optisch angeglichen werden.

Fragen, wie ein Gebäude im Straßenzug eingebunden oder betont werden soll, welche Zielgruppe es ansprechen soll, können mit Farbkonzepten im Zusammenwirken mit der architektonischen Gestaltung gut unterstützt werden. Höhere Baukörper, die neben eine Einfamilienhaussiedlung gebaut werden, können über horizontal gestaffelte Farbnuancen optisch in der Höhe modelliert werden. So erscheinen sie weniger mächtig und werden von den Anrainern besser akzeptiert, was sich natürlich auf die sozialen Kontakte mit den Bewohner:innen der neuen Gebäude auswirkt. Mehrere Baukörper mit verschiedenen Nutzungen können durch feine Nuancierungen in derselben Farbfamilie gestaltet werden, ähnlich wie bei „Viertel<sup>2</sup>“. Die persönliche Identifikation mit dem eigenen Gebäude kann mit zusätzlichen, unterschiedlichen Farbcodes in den öffentlichen und halböffentlichen Bereichen erreicht werden.

Diese Maßnahmen erzeugen ein Zugehörigkeitsgefühl zum eigenen Wohnort, welches einen sorgsamem Umgang mit dem gemieteten Objekt und den Gemeinschaftsbereichen unterstützt. Langfristig entstehen so WIN – WIN Situationen für Vermieter und Mieter. Denn eine Umgebung, in der sich Mieter wohl fühlen, wird mit mehr Achtsamkeit wahrgenommen und pfleglicher behandelt, was langfristig zu geringeren laufenden Kosten für die Betreiber führt.

Fehlende Stimmungsqualitäten in Innenräumen können über Farben gut eingebracht und ausgeglichen werden (Kühle, Wärme, frische, Sonne, etc.). So gelingt es, weniger attraktive Räume ansprechender zu gestalten. Mit verschiedenen Anstrichtechniken und Strukturen können zusätzliche spannende Effekte erzielt werden. Die Orientierung in größeren Gebäudekomplexen kann über Farben sehr gut unterstützt werden. Selbst ungünstige Proportionen in Räumen werden durch Farben für die menschliche Wahrnehmung verändert und erzeugen ein angenehmeres Raumgefühl.

Bei jeder Farbkonzeption ist es wichtig Farben im Kontext zu betrachten, die Farbreflexionen benachbarter Flächen miteinzubeziehen und die Konzepte unter verschiedenen Lichtqualitäten zu begutachten.

#### d) Wohnen für Generationen

Um Wohnen an einem Standort über viele Lebenslagen hinweg zu ermöglichen, bedarf es einer in besonderer Weise vernetzten Planung. Es hat auf die Kontinuität der Vermietungen großen Einfluss. Für das sogenannte Generationenwohnen braucht man Wohnungen und Immobilien mit viel Flexibilität, damit sie leicht an verschiedene Lebenssituationen angepasst werden können. Ein verändertes Wohnbedürfnis entsteht aus Gründen wie beispielsweise Familienzuwachs, Pflegebedarf, Einschränkungen der körperlichen Mobilität, Veränderungen am Arbeitsplatz (Home-Office), neue finanzielle Rahmenbedingungen oder ein verändertes Mobilitätsverhalten.

Daraus entstehen verschiedene Anforderungen an Immobilien, die für mehrere Generationen attraktiv bleiben wollen. Sie bieten ein variables Angebot an unterschiedlichen Wohnungsgrößen, Möglichkeiten zur flexiblen Umnutzung der Wohnflächen, Barrierefreiheit, externe Räume zur gemeinsamen Nutzung (Freizeiträume, Arbeitsplätze, Besucherwohnungen) sowie Angebote für Carsharing und Elektromobilität.

#### e) Akustik

Eine akustisch optimierte Gestaltung von Räumen und Gebäuden kann die Bedürfnisse der Nutzer auf Schutz vor Lärm erfüllen. Dabei geht es grundsätzlich um den Schutz vor Lärm von außen, dem Schutz vor nachbarlichen oder gebäudeeigenen Geräuschen und die internen akustischen Raumqualitäten.

Das persönliche akustische Erleben wird von der persönlichen Lärmempfindlichkeit, der Einstellung zur Lärmquelle, den optischen und farblichen Gestaltungen von Räumen oder der architektonischen Gestaltung der Gebäude selbst beeinflusst. Dabei können moderierend empfundene Maßnahmen auf Lärmstörungen helfen, beispielsweise sichtbare Grünflächen in einer innerstädtischen Umgebung, am Besten mit Baumbewuchs zwischen Gebäuden und Lärmquellen.

In der architektonischen Gestaltung haben die Anordnung und Positionierung der Gebäude entlang von Verkehrsflächen oder die Freiraumplanung Einfluss auf das akustische Erleben und in Folge das Wohlbefinden in Wohnsiedlungen. Materialbezogene Lärmschutzmaßnahmen für den Innenraum sind beispielsweise die Qualität der Fenster, der Aufbau der Böden und die Beschaffenheit der Wohnungstrennwände.

#### f) Materialien

Die Auswahl der Materialien hat unmittelbaren Einfluss auf die Umwelt und in Folge auf die Gesundheit der Menschen. Sie beeinflusst beispielsweise die Luft- und Wasserqualität sowie langfristig das Klima.

#### g) Wohn- und Architekturpsychologie

Viele Fehlplanungen, die erst langfristig erfahrbar werden, entstehen aus Unwissenheit über die psychologischen Zusammenhänge. Die Wohnpsychologie definierte bisher rund fünfzig universelle Wohnbedürfnisse, welche man für die Planung eines langfristig gut funktionierenden Wohnbaus berücksichtigen sollte. Hier werden zwei wichtige Bedürfnisse herausgegriffen werden: die „Soziale Regulation und Selbstbestimmung“ sowie die „Soziale Interior“:

62) A) Ein häufig missverstandenes Thema, das gut architektonisch unterstützt werden kann, ist die „Privatheit“ oder soziale Regulation. Sie ist in modernen Gesellschaften ein seltenes Gut geworden, weshalb dieses Bedürfnis nach Schutz der Privatsphäre besonders beim Wohnen an Bedeutung gewonnen hat. Drei verschiedene Bedürfnisse sind beim Thema Privatheit zu unterscheiden:

- Die Fremdkontrolle steht für eine Situation, in der wir beobachtet werden, dem „being on stage“-Effekt, welcher automatisch zu einer gewissen Anspannung oder Aufmerksamkeit führt. Wir möchten selbst bestimmen können, wann wir in Räumen exponiert und beobachtbar sind. Innerhalb einer Wohnung ist daher eine gute Balance von öffentlicheren und nicht einsehbaren Räumen wichtig.
- Beim Crowding geht es um das Bedürfnis nach Regulation und Kontrolle darüber, wie viele soziale Kontakte wir zulassen wollen. Dieses tritt überwiegend beim Wohnen auf und führt bei einem Verlust der Kontrolle (dem Crowding) zu Verbarrikadieren, Vermeidungsverhalten oder weniger Kontaktbereitschaft. Von öffentlichen Bereichen wenig einsichtige Rückzugsräume, auch in Außenbereichen, sind daher wichtig.
- Beim Bedürfnis nach Schutz vor Fremdbestimmung oder Aneignung geht es meist um innere, private Bereiche, zu denen man einen persönlichen Bezug hat (dem eigenen Schreibtisch oder Zimmer).

Besonders die ersten beiden Punkte können durch bedachte Planung gut architektonisch unterstützt werden. Das führt zu mehr Wohlbefinden im Wohnumfeld, zu einem besseren sozialen Verhalten und geringerer Fluktuation. Scheinbar können sich Menschen an Exponiertheit oder die Verletzung der Privatsphäre nicht oder kaum gewöhnen, sondern sie verstärken mit der Wohndauer ihre Abschottungsmaßnahmen. Räumliche Strukturen wirken subtil aber stetig auf unser Verhalten. Manche stärken das soziale Gefüge, andere führen eher zu Konflikten oder Reaktanz. Deshalb sollte das Thema Privatheit neben vielen weiteren wohnpsychologischen Aspekten in einer Planung für Menschen besonders beachtet und auf architektonischer Ebene unterstützt werden.

B) Die Gestaltung von Erschließungsflächen und sozialen Interaktionsräumen wirkt sich subtil jedoch stetig auf die Bewohner und deren Verhalten in der Gemeinschaft (soziale Interaktion) aus. Raum- und Wegstrukturen können „soziefugal“ organisiert sein und somit Fluchtwegscharakter haben. Damit wird die Verweildauer der Bewohner im Umfeld der Gebäude minimiert und für ein gutes Sozialgefüge wichtige informelle Kontaktaufnahmen seltener. Werden Wege und Räume „soziopetal“ angelegt, führen sie die Menschen auf mehreren Ebenen zusammen. Eine gute Gesprächsbasis in der Nachbarschaft vermindert Konflikte und stärkt die gegenseitige Unterstützung sowie soziale Kontrolle. Das kann zu mehr Sicherheit, Wohlbefinden und größerer Sorgfältigkeit im Umgang mit den Gebäudeanlagen führen.

Die Bereiche der Übergänge zum öffentlichen Raum (Straße, Park) ermöglichen bei einer unterstützenden Gestaltung eine Öffnung nach Außen und dadurch zu informellen Kontaktmöglichkeiten mit den Quartiersnachbarn. Fehlen diese, kann die Siedlung zu einem in sich geschlossenen System mit wenig Kontaktmöglichkeiten zur Umgebung werden.

#### h) Wechselwirkungen

Gebäudesoftskills stehen nicht für sich alleine, sondern interagieren untereinander, deshalb sind möglichst viele Teile des gesamten Gefüges zu bedenken.

Beispiele der komplexen Wechselwirkungen sind:

- Die Materialauswahl hat direkte Auswirkungen auf die Umwelt, das Klima und die Raumluftqualität im Innenraum. Auch die Tendenz zu Verschmutzung, Schimmelbildung oder -resilienz sind von ihr beeinflusst.
- Die Farbauswahl und -gestaltung kann gewünschte Stimmungen erzeugen, die optische Einbindung in ein Ensemble und somit die Akzeptanz der Bewohner und Anrainer beeinflussen oder Proportionen wirksam optisch verändern.
- Laut psychoakustischen Studien, werden Lärmbelastigungen je nach Farbwahl unterschiedlich störend empfunden.
- Lichtqualität und -quantität wirken auf Wohlbefinden, Gesundheit und die Farbwahrnehmung.
- Wohn- und Architekturpsychologie gibt Auskunft darüber, wie räumliche Gestaltungen das soziale Gefüge, Wohlbefinden und Vandalismus beeinflussen.

In Summe steckt im Thema Gebäudesoftskills ein großes Potential für Gestaltungen, die langfristig kostenreduzierend für die Betreiber sind und gleichzeitig förderlich auf das Wohlbefinden und in Folge die Gesundheit der Bewohner wirken.

#### i) Projektauvaluierung „Viertel<sup>2</sup>“

Zur Evaluierung des Projektes „Viertel hoch Zwei“ wurde folgende Vorgehensweise in Bezug auf Gebäudesoftskills gewählt: Anhand der großen Themenkreise des Buches „Gebäudesoftskills, Bauen in menschlichen Dimensionen“ (Buxbaum&Oberzaucher, 2021) und den konkreten Empfehlungen der darin zu Wort kommenden ExpertInnen haben wir das Projekt in tabellarischer Form bewertet (Tabelle 42). Dabei listen wir sehr gut und gut umgesetzte Maßnahmen (Grün), für diesen Standort wenig relevante Themen (Weiß), sowie Entwicklungspotentiale für dieses oder ähnliche Projekte (Flieder) auf.

Dem Thema Gebäudesoftskills wurde in diesem Projekt für einen Wohnbau mit eingeschränkten finanziellen Mitteln besonders große Aufmerksamkeit gewidmet. Das Wohl der Menschen hatte hier eindeutig einen sehr hohen Stellenwert. Nachdem das Korsett für die Umsetzung eng war, gibt es Potentiale der Entwicklung, die jedoch finanzielle Mehrkosten bedeuten. In Summe wurde ein besonderes Projekt mit Vorbildfunktion für menschengerechtes und zukunftsfähiges Bauen in vielfältiger Hinsicht umgesetzt.

Tabelle 42: Gebäudesoftskills-Evaluierung „Viertel“<sup>24</sup>

| GEBÄUDE-SOFTSKILLS                | SEHR GUT UMGESETZT   |  | GUT UMGESETZT  |   | In diesem Projekt weniger relevant                              | ENTWICKLUNGS-POTENTIALE   |  |
|-----------------------------------|--|--|--|---|---|---|--|
|                                   | Begrünung und Grünraumbezug  | Grünraumbezug der Wohnungen 100 %  | Private Freiflächen: Gärten, Balkone etc. 100 %  | Begrünung Beschattung der Parkflächen mit einzelnen Bäumen  |   | Gemeinschaftliche Freiflächen: Kinderspielplatz                         | Fassadenbegrünungen für Mikroklimatische Verbesserungen        |
|                                   | Lebensqualität durch private Freiflächen: Hoch                                   |  | Weniger Baugrundversiegelung durch Verdichtung   |   | Fassadenbegrünungen (Schadstoffbindung, Lärm)                   | Gemeinschaftliche Freiflächen, am Grundstück verteilt                   | Begrünung der Nebengebäude                                     |
| Licht                             | Fenster sind alle deckengleich   | großzügige Raumöffnung durch Eckfenster  | geringe gegenseitige Verschattung durch verschobene Positionierung der Gebäude                         | Blendschutzbedarf: gering oder temporär (100% Wohnzweck)  |   | Dachflächenfenster  |  |
|                                   | Großzügige Verglasungsflächen  | Außenliegender Sonnenschutz und dadurch Wärmeschutz                            | Künstliche Belichtung der Gemeinschaftsbereiche: LED   | geringe Verschattung durch verschobene Positionierung der Nachbargebäude                          |   |   |  |
|                                   | statische Beschattung nur im Dachgeschoss  | Stiegenhäuser werden mit natürlichem Tageslicht über Glaskuppel versorgt       | Standard PH Verglasung g-Wert: 0,8   |   |   |   |  |
| Farben                            | Farb- und Materialkonzept im Außenraum   | Proportionen der Baukörper verbessert: hellere Nuancen an DG und Nebengebäuden | Farb- und Materialkonzept für halböffentliche Bereiche: Böden, Geländer, Zargen, Wohnungseingangstüren | Farb- und Materialkonzept in Wohnungen: Böden, Verfließungen, Türen, Fenster                      | fehlende Stimmungsqualitäten in Räumen durch Farben ausgleichen | Orientierung durch Farbleitkonzept verbessern                           | Städtebauliche Einbindung über Farben                          |
|                                   | Alleinstellungsmerkmal über Fassaden-Farben                                      | Dunkle, enge Bereiche farblich aufgehellt (Durchgang bei Müllraum)             | Mittlere Hell-Dunkel Kontraste, sanfte Farbübergänge   | Optische Betonung der Wohnungseingangstüren   | Farbreflexionen der Nachbargebäude miteinbinden                 | Identifikationsstiftendes Farbkonzept, Individualisierung der Baukörper |  |
| Wohnen für Generationen           | Teilbarkeit und Flexibilität einiger Grundrisse: 8 Wohnungen (1/4 <sup>2</sup> ) |  | Barrierefreiheit in EG-Wohnungen, Rollstuhlgerechte Nassräume möglich                                  | Unterstützung für Elektromobilität ist vorbereitet  | mehr Angebot von kleinen Wohnungen                              | externe Gemeinschaftsräume  | Unterstützung von Car-Sharing                                  |
| Akustik                           | sehr guter Schallschutz durch 3-Scheibenverglasung                               |  | Trittschalldämmung: lt. Anforderungen ÖNORM  | Schalldämmung der Wohnungsinnen und Wohnungstrennwände mit Vorsatzschale: lt. Anforderungen ÖNORM | besondere Maßnahmen für Schutz vor Lärm von außen               |   |  |
| Materialien                       | Mineralische Wandfarben  | Holz-Alufenster  |  | Fußboden Laminat in Holzoptik   |   | Durchgängig mineralischer Aufbau der Wand-Beschichtungen                | Tiefengrund mineralisch  |
|                                   | Gebäudeheizung und Kühlung(!) über bauteilaktivierte Decken                      |  |  |   |   |   |  |
| Wohn- und Architekturspsychologie | Naturnahe Gestaltung des Kinderspielplatzes mit „Natur im Garten“                | sehr geschützte Positionierung Kinderspielplatz                                | gute Balance zwischen öffentlichen und nicht einsehbaren Räumen  | Schutz vor Crowding überwiegend gegeben   |   | soziale Interaktionsräume Innen und Außen anbieten                      | Schutz vor Fremdkontrolle bei einigen Zimmern der EG-Wohnungen |
|                                   | Bereiche der Nebengebäude (für Fahrräder) als Interaktionsräume                  |  | Mischung aus soziopetalen und soziefugalen Wegestrukturen  |   |   | mehrere Verweilplätze auf dem Grundstück verteilt                       | Gestaltung der Übergänge zum öffentlichen Raum                 |

Quelle: Archicolor

Besonders gut gelungene Gebäudesoftskills-Themen sind:

- die verdichtete Bauweise mit einer neuen Wohn-Typologie auf ehemaligen Einzel-Grundstücken mit einer in Summe 2,5-fachen Wohnnutzfläche;
- einige durch Teilbarkeit anpassbare Wohnungen, die zum Wohnen für Generationen einladen;
- Materialqualitäten über der Norm bei Fenstern, Wandbeschichtungen, Fußböden;
- Räumlich spannende Anordnungen der Baukörper und Naturbezug;
- Großzügige Belichtungen mit außenliegender Verschattung;
- Gebäudeheizung und Kühlung über bauteilaktivierte Decken;
- Raumöffnungen durch Eckfenster – Naturbezug;
- ein sehr helles, natürlich belichtetes Stiegenhaus.

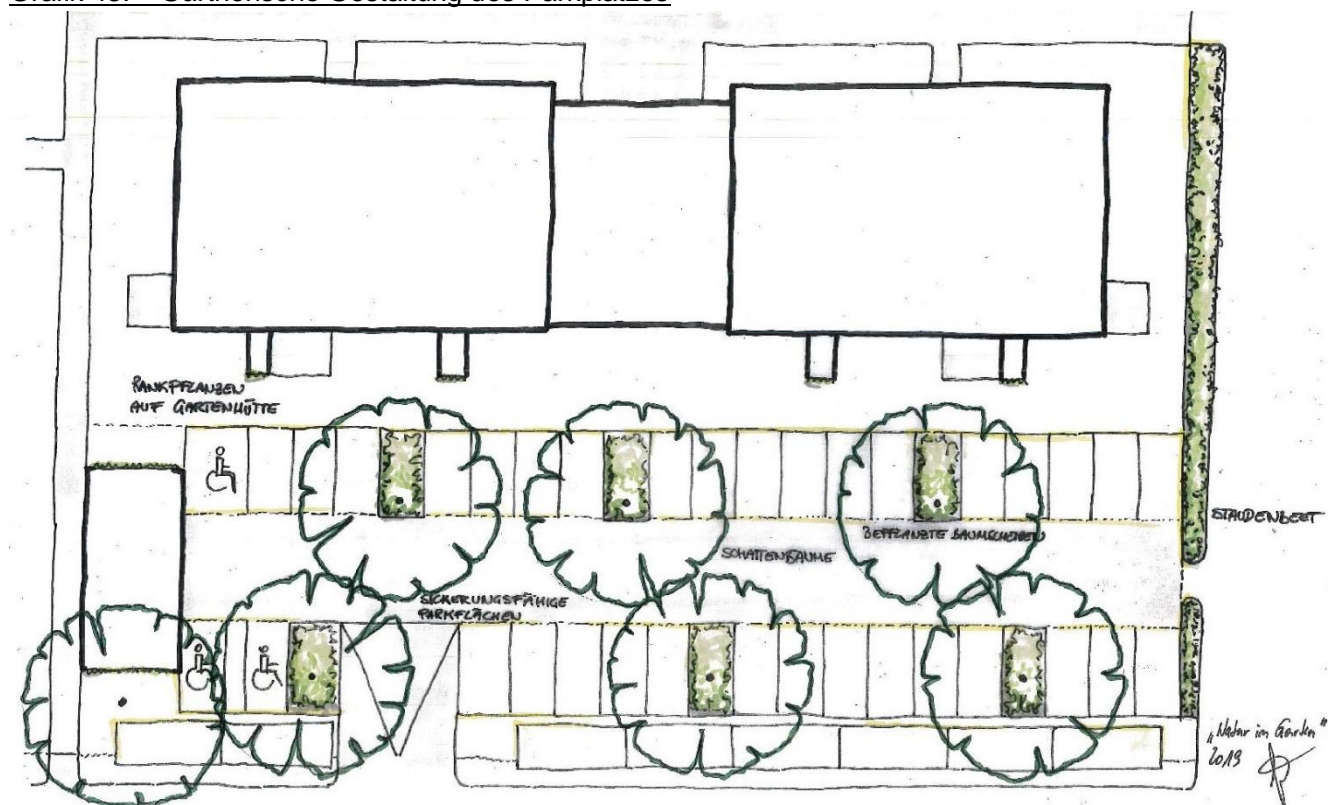
## 9.2 GRÜNRAUMKONZEPT

Folgende ökologisch relevanten Maßnahmen werden getroffen:

### a) Baumpflanzungen

Die Gemeinde stimmte nach längeren Verhandlungen einer Verringerung der Stellplatzverpflichtung um etwa 8 Stellplätze zu, wenn an ihrer Stelle Bäume gepflanzt werden. Allerdings waren Ausgleichszahlungen zu leisten. Die Pflanzscheiben dienen gleichzeitig als „Sickermulden“ für die Entwässerung der Parkplatzfläche. Der gestalterische Vorschlag stammt von der Initiative des Landes Niederösterreich „Natur im Garten“.

Grafik 43: Gärtnerische Gestaltung des Parkplatzes

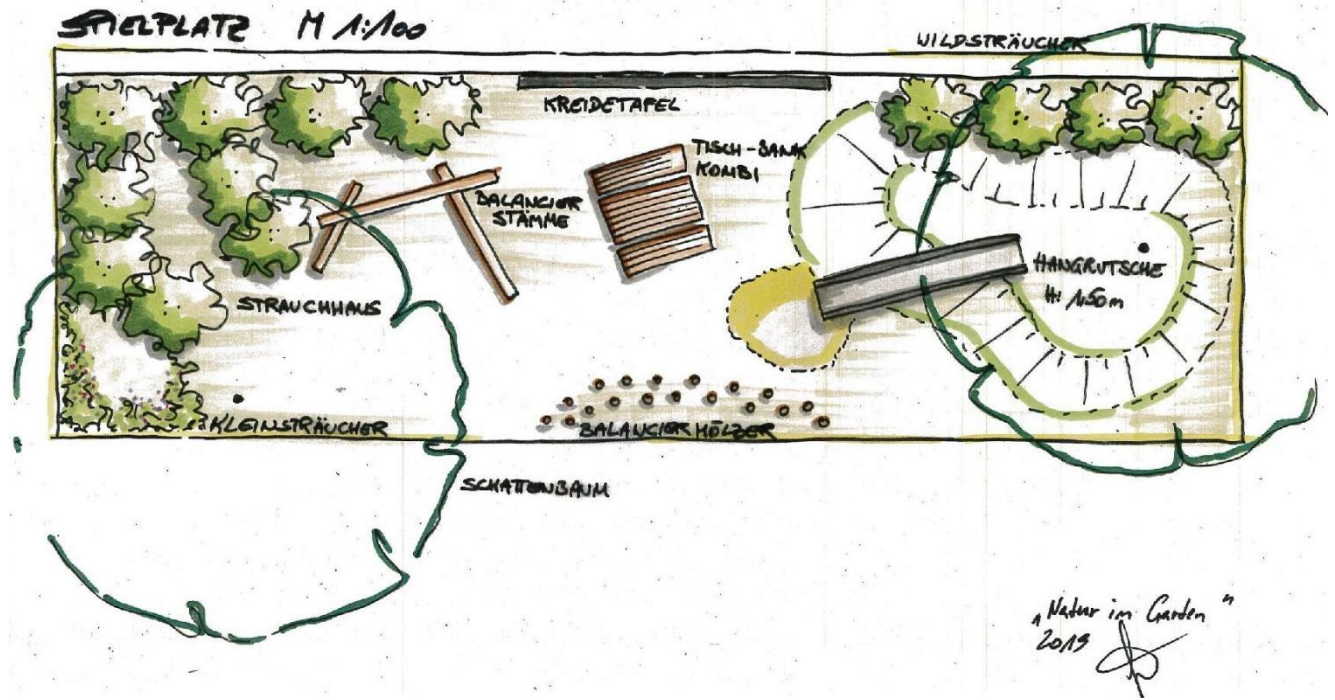


Quelle: Natur im Garten

b) Spielplatz

Auch der Spielplatz im nordwestlichen Teil der Liegenschaft wurde auf Basis eines Gestaltungsvorschlags von „Natur im Garten“ umgesetzt (Grafik 44, Ansicht s. Grafik 9, S. 22).

Grafik 44: Naturnahe Gestaltung des Spielplatzes



Quelle: Natur im Garten

## 10 BAUPROZESS

Die Errichtung der Wohnhausanlage Theresienfeld Tonpfeifengasse hatte folgende Meilensteine:

- Gestaltungsbeirat, 14.9.2017;
- Zusicherung Forschungsförderung, Jänner 2018;
- Grundsteinlegung, Mai 2019;
- Gewinn des „ÖGUT-Umweltpreises“, Herbst 2019;
- Fertigstellungsdatum bei Gemeinde/Baubehörde: 10.11.2020
- Übergabe an die Bewohner: Herbst 2020; geringfügige Verzögerung wegen der COVID19-Pandemie;  
Bei Bezug waren alle Wohnungen vergeben;
- Ehrenpreis „Energy Globe Niederösterreich“, Herbst 2021;
- Einreichung zum Niederösterreichischen Wohnbaupreis, Herbst 2021;
- Technisches Monitoring, seit Herbst 2020 laufend;
- Empirische Erhebungen zur Bewohnerzufriedenheit im Herbst 2020 und Herbst 2021.



# 11 BEWOHNER SICHT, SOZIOLOGISCHE EVALUIERUNG

## 11.1 ALLGEMEINE BEWOHNERBEFRAGUNG DER WIEN-SÜD 2018

In einer Kundenbefragung Anfang 2018 wurden ca. 25.000 vorgemerkte Kunden der Wien-Süd befragt. Diese Befragung diente in erster Linie dazu, aktuelles Kundeninteresse zu verifizieren und nicht mehr aktuelle Anfragen auszusortieren. Es wurden bei dieser Kundenbefragung einige für das Projekt Tonpfeifengasse relevante Aspekte berücksichtigt, z.B. die gesuchten Regionen und Wohnungsgrößen. Die Auswertungen wurden für das Projekt zur Verfügung gestellt.

## 11.2 MIETENKALKULATION

Im Februar 2019 war die Kostenkalkulation soweit fixiert, dass eine vorläufige Mietenkalkulation erstellt werden konnte. Es ergaben sich durchschnittliche Anfangs-Brutto-Kaltnieten von 7,30 €/m<sup>2</sup> (inkl. bK, EVB, USt.) und Bewohner:innenbeiträge bei Bezug von durchschnittlich 360 €/m<sup>2</sup>. Durchschnittliche Betriebskosten pro m<sup>2</sup> im Jahr 2020 für Niederösterreich betragen bei Hautmietwohnungen im Durchschnitt 1,96€/m<sup>2</sup>, die durchschnittlichen Betriebskosten pro Wohnung 137,80€ (Statistik Austria, 2021).

## 11.3 BEWOHNERBEFRAGUNG NACH BEZUG

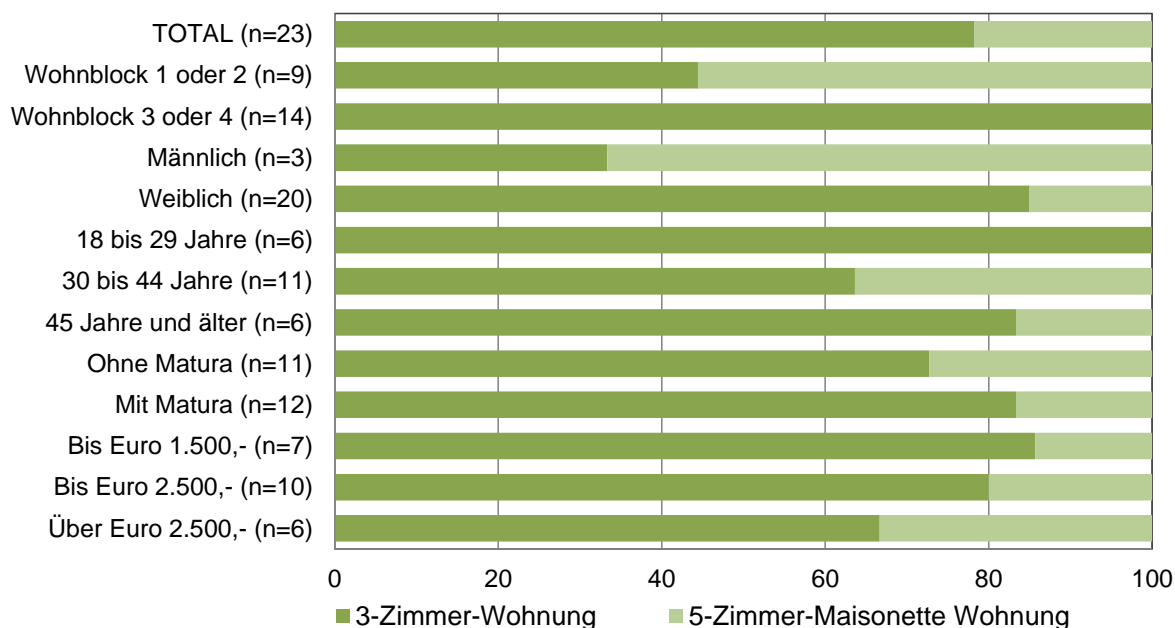
Im Herbst 2020 führte der Projektpartner FGW gemeinsam mit Triconsult eine empirische Analyse bei allen Bewohner:innen der Anlage durch. Bis 01/2021 konnte eine hundertprozentige Ausschöpfung der Grundgesamtheit der Mieter:innen erreicht werden. Befragt wurden in dieser ersten Welle auch alle Interessent:innen, also zusätzlich auch jene, die später keinen Vertrag abgeschlossen haben.

Ziel des Projekts war es, das Wissen und die Akzeptanz dieses innovativen Projekts unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Parametern vor und nach konkreten eigenen Erfahrungen zu erheben, also in zwei Wellen – einmal unmittelbar nach dem Einzug und einmal nach einem Jahr– zu befragen. Was wissen die Nutzer:innen über die eingesetzten technologischen Innovationen wie Bauteilaktivierung, die umfassenden Konzepte zu Life-Cycle-Kosten im Rahmen von Jahrzehnten. All diese Konzepte wurden im Befragungstool berücksichtigt. Das empirische Forschungsprojekt zielte daher auf die Akzeptanz und das Wissen um diese technologischen Überlegungen durch die Nutzer:innen und den Umgang mit den Konsequenzen dieses Konzepts ab.

In einer ersten Befragungswelle wurden die Interessent:innen für und Mieter:innen dieses Bauvorhabens im Rahmen von Interviews gebeten, die Parameter dieses Projekts zu beurteilen. In der zweiten Befragungswelle, in der lediglich die Mieter:innen interviewt wurden, ging es vor allem um die Erfahrungen und die Zufriedenheit mit den spezifischen Leistungsaspekten dieses Projekts und darum, wie weit die Erwartungen erfüllt wurden.

Unter den Mieter:innen befinden sich mehrheitlich weibliche Befragte (87%), die meist unter 45 Jahre alt sind, etwa ein Viertel der Befragten ist älter. Das formale Bildungsniveau ist hoch, mehr als die Hälfte der Befragten haben zumindest Matura, etwa ein Drittel kann sogar einen Hochschulabschluss vorweisen. 60% sind Single-Haushalte, die Mehrpersonenhaushalte haben fast alle Kinder im Haushalt. Das Haushaltseinkommen ist nicht sehr hoch, 30% haben weniger als € 1.500 Nettoeinkommen, weitere 17% verdienen weniger als € 2.000 und 44% verdienen zwischen € 2.000 und € 3.500 (Haushaltseinkommen). Alle Befragten verfügen über einen PKW im Haushalt.

Grafik 45: Struktur der Bewohner:innen 2021



Quelle: FGW/Triconsult

Tabelle 46: Struktur der Mieter:innen und Interessent:innen 2020

|                                  |     |                           |     |
|----------------------------------|-----|---------------------------|-----|
| <b>GESCHLECHT</b>                |     | <b>HH-GRÖSSE</b>          |     |
| Männlich                         | 30% | Lebe alleine              | 15% |
| Weiblich                         | 70% | eine Person               | 35% |
| <b>ALTER</b>                     |     | zwei Personen             | 20% |
| 16 bis 19 Jahre                  | 0%  | drei Personen             | 20% |
| 20 bis 29 Jahre                  | 30% | vier Personen             | 10% |
| 30 bis 39 Jahre                  | 30% | fünf oder mehr Personen   | 0%  |
| 40 bis 49 Jahre                  | 20% | <b>KINDER IM HH</b>       |     |
| 50 bis 59 Jahre                  | 15% | Ja                        | 85% |
| 60 bis 69 Jahre                  | 0%  | Nein                      | 15% |
| 70 Jahre und älter               | 5%  | <b>HH-NETTO-EINKOMMEN</b> |     |
| <b>SCHULBILDUNG</b>              |     | Bis Euro 1.000,-          | 5%  |
| Pflichtschule                    | 10% | Euro 1.001,- bis 1.500,-  | 25% |
| Lehre                            | 35% | Euro 1.501,- bis 2.000,-  | 25% |
| Matura                           | 30% | Euro 2.001,- bis 2.500,-  | 30% |
| Universität                      | 25% | Euro 2.501,- bis 3.000,-  | 15% |
| <b>STAATSBÜRGERSCHAFT</b>        |     | Euro 3.001,- bis 3.500,-  | 0%  |
| Österreich                       | 80% | Euro 3.501,- bis 4.000,-  | 0%  |
| EU                               | 15% | Euro 4.001,- bis 4.500,-  | 0%  |
| Andere Europa                    | 0%  | Euro 4.501,- bis 5.000,-  | 0%  |
| Nicht Europa                     | 5%  | Über Euro 5.000,-         | 0%  |
| <b>DAUER LEBEN IN ÖSTERREICH</b> |     | <b>BISHERIGER WOHNORT</b> |     |
| Weniger als 5 Jahre              | 5%  | In Theresienfeld          | 30% |
| Mehr als 5 Jahre                 | 20% | Region Wiener Neustadt    | 40% |
| Seit der Geburt                  | 75% | Region Industrieviertel   | 5%  |
| <b>ABSCHLUSS</b>                 |     | Wien                      | 10% |
| Abschlüsse Block 1 und 2         | 35% | Andere Region             | 15% |
| Abschlüsse Block 3 und 4         | 45% |                           |     |
| InteressentInnen                 | 20% |                           |     |

Quelle: FGW/Triconsult

Gegenüber der ersten Stichprobe, die ja auch die Interessent:innen umfasst hat, fällt auf, dass vor allem die Befragten aus Mehrpersonenhaushalten mit Kindern weggefallen sind.

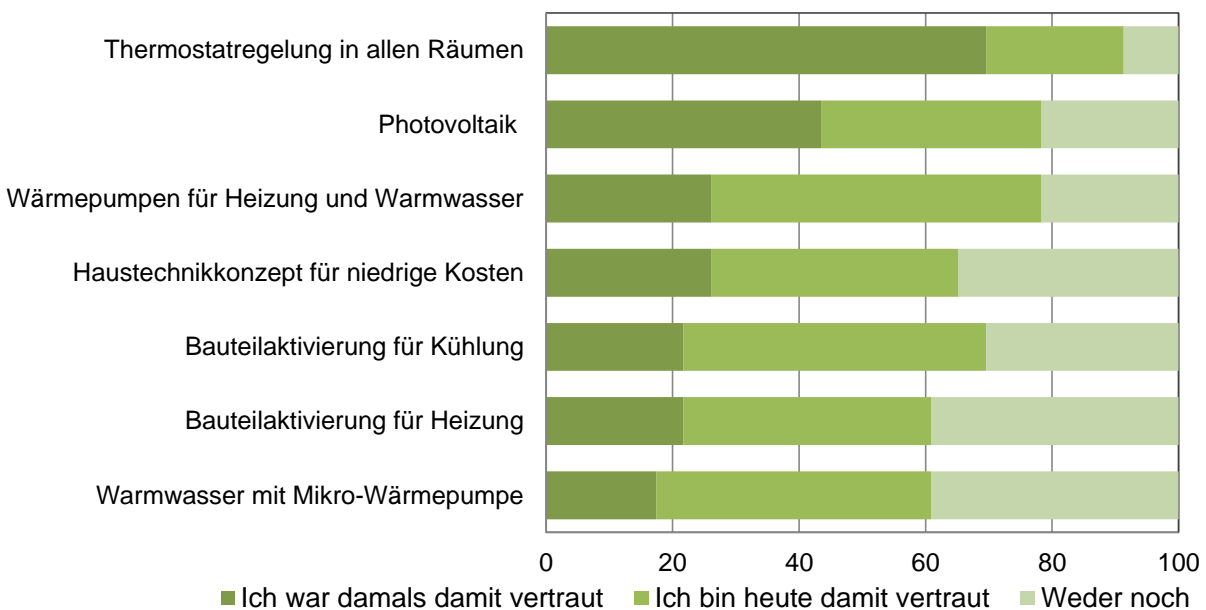
Vor allem die jüngste und die älteste Gruppe wohnen in den Wohnblöcken 3 oder 4, die mittlere Altersgruppe wohnt mehrheitlich in den Wohnblöcken 1 und 2, die (neben den Dachwohnungen) auch die 5-Zimmer Maisonette-Wohnungen (entsprechend dem Konzept „Viertel<sup>2</sup>“) bieten. 48% der Befragten bewohnen eine Parterre-Wohnung, 43% leben im ersten Stock und 30% im Dachgeschoss. Damit leben 21% der Befragten in einer Maisonette.

Während in der ersten Welle das Projekt am ehesten als mit einem Reihenhaus vergleichbar gesehen wurde (44%), vergleichen die Mieter:innen nach einem Jahr Nutzung das Projekt in der Tonpfeifengasse am ehesten mit einem mehrgeschossigen Wohnhaus (57%) oder einem Reihenhaus (39%). Weniger vergleichbar wird das Projekt als Doppelhaus oder gar als Einfamilienhaus wahrgenommen.

### 11.3.1 WISSEN UM TECHNOLOGIEN UND SYSTEME

Mit der Thermostatregelung in allen Räumen waren 70% der Befragten schon bei bzw. vor Einzug vertraut, weitere 22% sind das zumindest nach einem Jahr. Jeweils 78% sind nach einem Jahr Nutzung Photovoltaik für Heizung, Warmwasser und Allgemeinstrom und Wärmepumpen für Heizung und Warmwasser bekannt bzw. vertraut. Mit dem Haustechnikkonzept für niedrige Kosten haben sich bereits 26% bei Einzug auseinandergesetzt, 39% haben sich im ersten Jahr damit vertraut gemacht, einem Drittel ist das aber auch 12 Monate nach Bezug weitgehend unbekannt. Bauteilaktivierung für Kühlung und Bauteilaktivierung für Heizung waren 22% der Befragten schon beim Einzug bekannt, 48% bzw. 39% haben sich nach dem Einzug damit beschäftigt. Für 17% war der Bereich Warmwasser mit Mikro-Wärmepumpe schon bei Einzug vertraut, insgesamt 60% sind nach einem Jahr im Haus mit diesem Thema vertraut. Damit sind es aber 30% bis 39% der Nutzer:innen, denen die genutzte Haustechnik auch nach einem Jahr noch ein Rätsel ist.

Grafik 47: Überblick Vertrautheit Technologien und Systeme

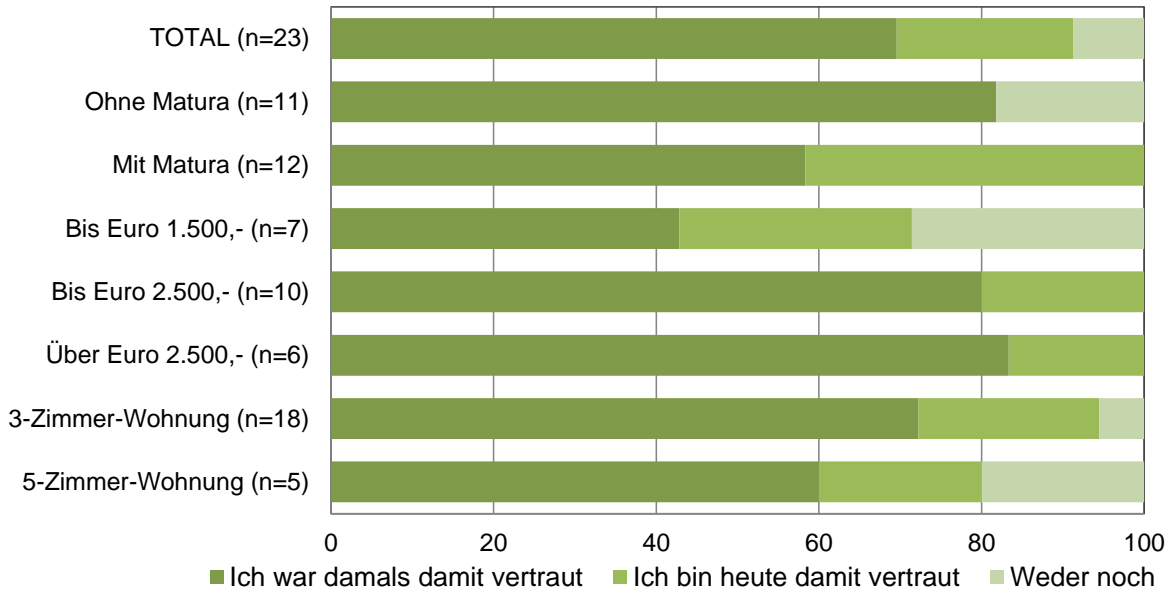


Quelle: FGW/Triconsult

### 11.3.2 VERTRAUTHEIT THERMOSTATREGELUNG IN ALLEN RÄUMEN

Die jüngste Altersgruppe ist nach einem Jahr Nutzung zu 100% mit dieser Technologie vertraut, die mittlere Altersgruppe war bereits bei Einzug überdurchschnittlich über die Thermostatregelung in allen Räumen informiert, 9% haben sich bis heute gar nicht damit beschäftigt. Auffallend ist, dass Personen mit höherem Einkommen und Befragte, die eine 3-Zimmer Wohnung bewohnen, insgesamt mit dieser Technologie vertrauter sind als die Komplementärgruppen.

Grafik 48: Vertrautheit Thermostatregelung in allen Räumen

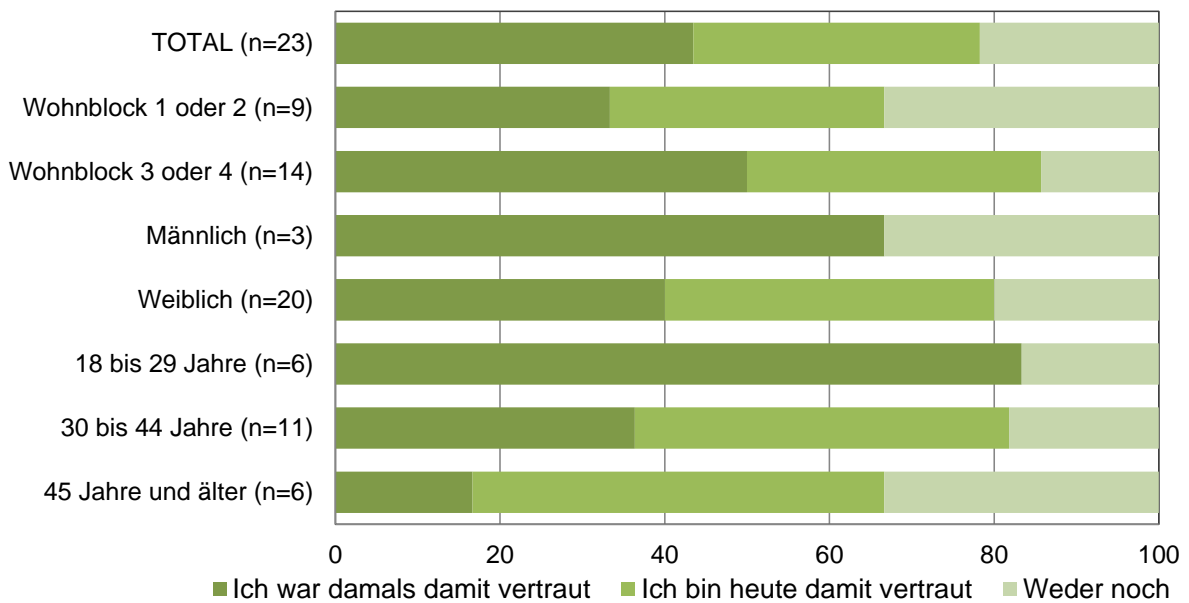


Quelle: FGW/Triconsult

### 11.3.3 VERTRAUTHEIT PHOTOVOLTAIK FÜR HEIZUNG, WARMWASSER UND ALLGEMEINSTROM

Insgesamt etwas weniger vertraut sind die Mieter:innen mit der Photovoltaik. Diese Technologie ist vor allem für die Bewohner:innen aus dem Wohnblock 3 oder 4 ein eher vertrauter Bereich. Während sich der Großteil der jüngsten Altersgruppe (83%) bereits bei Einzug über diese Technologie informiert hat, scheint Photovoltaik für die über 45-Jährigen weniger wichtig zu sein (insgesamt nach einem Jahr 67%). Auch über diesen Bereich informieren sich Befragte mit höherem Einkommen eher früher und häufiger als Befragte mit niedrigerem Einkommen.

Grafik 49: Vertrautheit mit Technologie Photovoltaik vor und nach Einzug

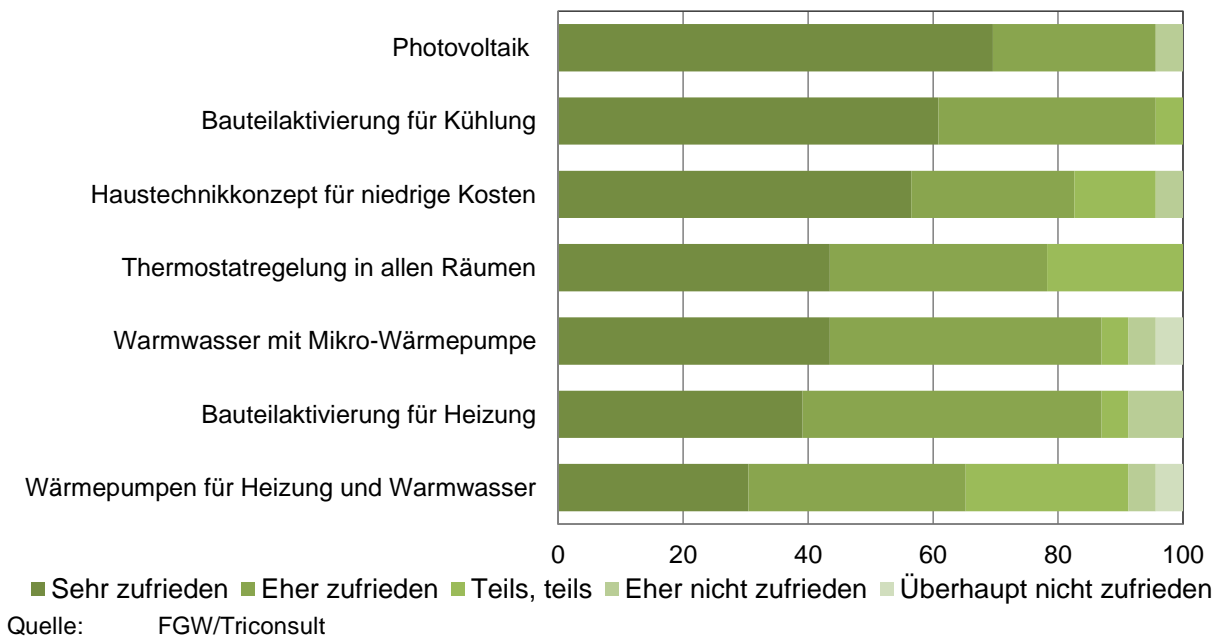


Quelle: FGW/Triconsult

### 11.3.4 AKZEPTANZ & ZUFRIEDENHEIT MIT TECHNOLOGIEN & SYSTEMEN

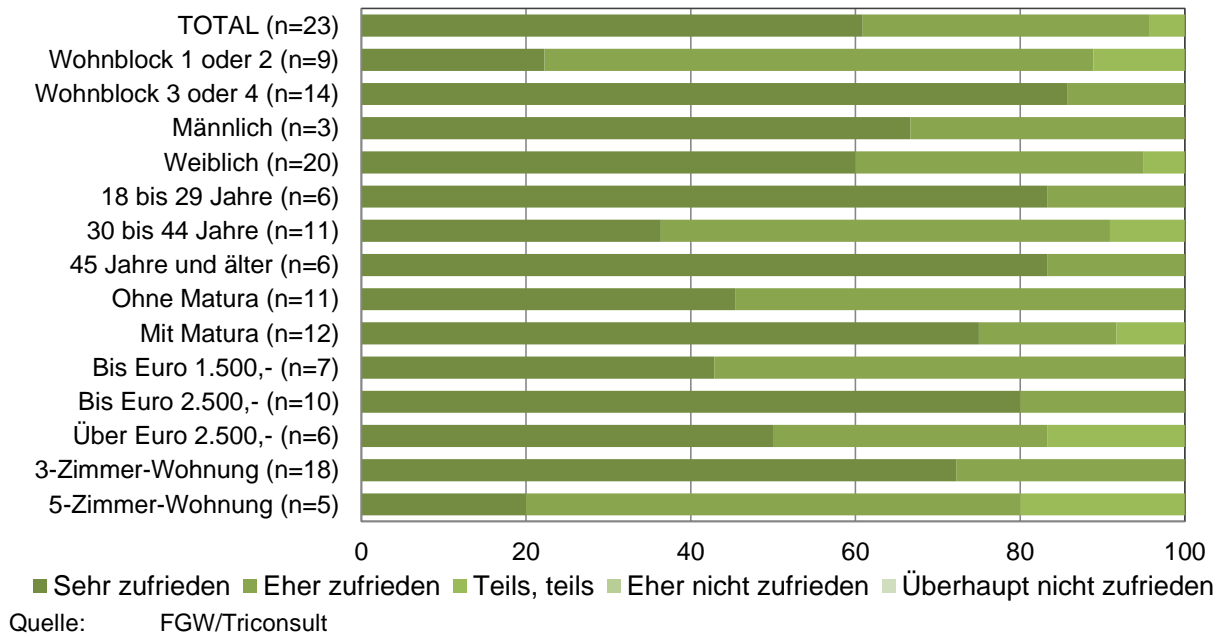
Vor allem mit der Photovoltaik und der Bauteilaktivierung für Kühlung zeigen sich die Mieter:innen sehr zufrieden. Insgesamt je 96% sind damit zumindest eher zufrieden (70% bzw. 61% sogar sehr zufrieden), was in einer durchschnittlichen Bewertung von 1,4 resultiert. Immerhin mehr als die Hälfte der Befragten benoten das Haustechnikkonzept für niedrige Kosten mit der Note „sehr gut“, weitere 26% mit „gut“. Auch die Thermostatregelung in allen Räumen wird mit einer durchschnittlichen Note von 1,8 recht wohlwollend beurteilt. Mehr als drei Viertel der Bewohner:innen sehen in dieser Technologie Vorteile. Auch die Warmwasserbereitung mit Mikro-Wärmepumpen und die Bauteilaktivierung für die Heizung überzeugen mit Bewertungen von jeweils 1,8. Lediglich bei den Wärmepumpen für Heizung und Warmwasser wird geringfügig Kritik laut (8%), denen 65% gegenüberstehen, die an dieser Technologie nichts auszusetzen haben. Dieser Befund überrascht angesichts der Probleme mit der Haustechnik während der Einstellungsphase (s. Kap. 8, S. 67).

Grafik 50: Überblick Zufriedenheit mit Technologien und Systemen



Besonders zufrieden zeigen sich erneut die BewohnerInnen der Blöcke 3 und 4 (86% sehr zufrieden, 14% eher zufrieden). Überdurchschnittlich zufrieden sind außerdem Männer, Personen mit Matura und Personen mit mittlerem Einkommen. Mit einer durchschnittlichen Bewertung von 1,7 üben die mittlere Altersgruppe und die Gruppe mit höherem Einkommen Kritik auf sehr hohem Niveau. Jede/r Fünfte der Bewohner:innen der 5-Zimmer Wohnungen haben an dieser Technologie etwas auszusetzen (2,0).

Grafik 51: Zufriedenheit mit Technologie/System Bauteilaktivierung für Kühlung

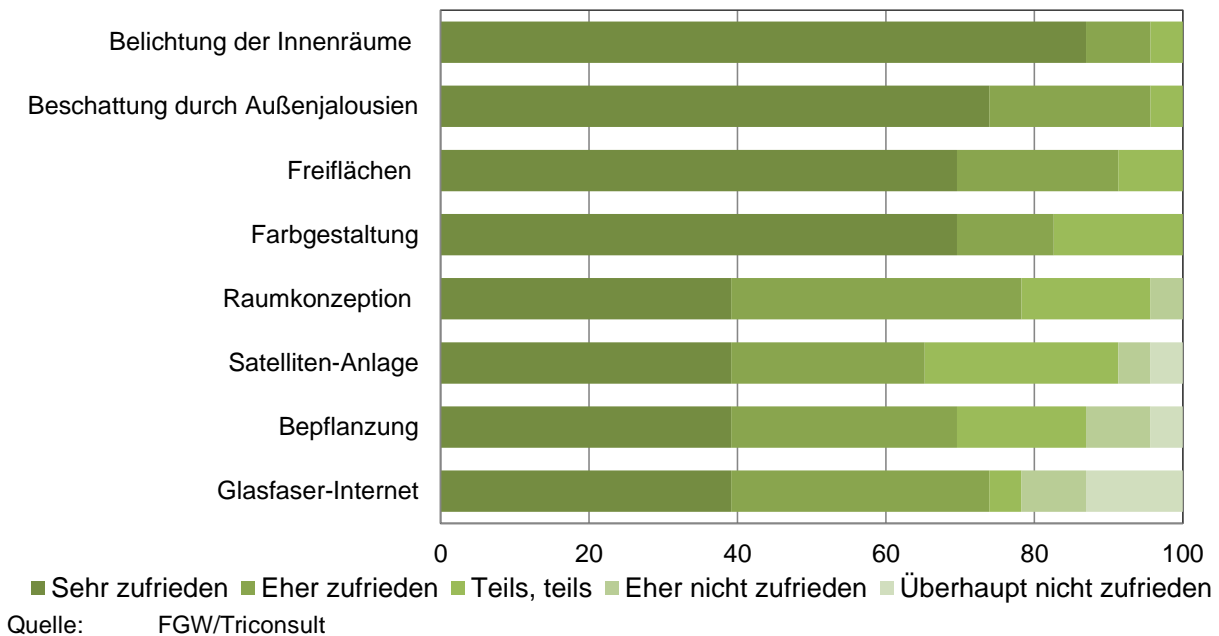


### 11.3.5 ZUFRIEDENHEIT MIT BESONDERHEITEN

Besonders positiv werden die Belichtung der Innenräume durch große Fenster (1,2) und die Beschattung durch Außenjalousien (1,3) benotet. Deutlich überzeugen können außerdem die Freiflächen und die Farbgestaltung mit durchschnittlichen Noten von 1,4 bzw. 1,5. Gut bewertet, wenn auch mit deutlichem Abstand folgen die Raumkonzeption (1,9), die Satelliten-Anlage und die Bepflanzung (je 2,1). Weniger punkten kann das Glasfaser-Internet: 39% Sehr-Zufriedenen stehen 13% gegenüber, die überhaupt nicht zufrieden und weitere 9%, die eher nicht zufrieden sind, obwohl die Relevanz einer leistungsfähigen Internetanbindung in der ersten Welle von 67% als sehr wichtig erachtet wurde.

Damit können auch Aspekte der eher qualitativen Planung, des Designs und der gestalterischen Qualitäten überzeugen.

Grafik 52: Überblick Zufriedenheit mit weiteren Besonderheiten

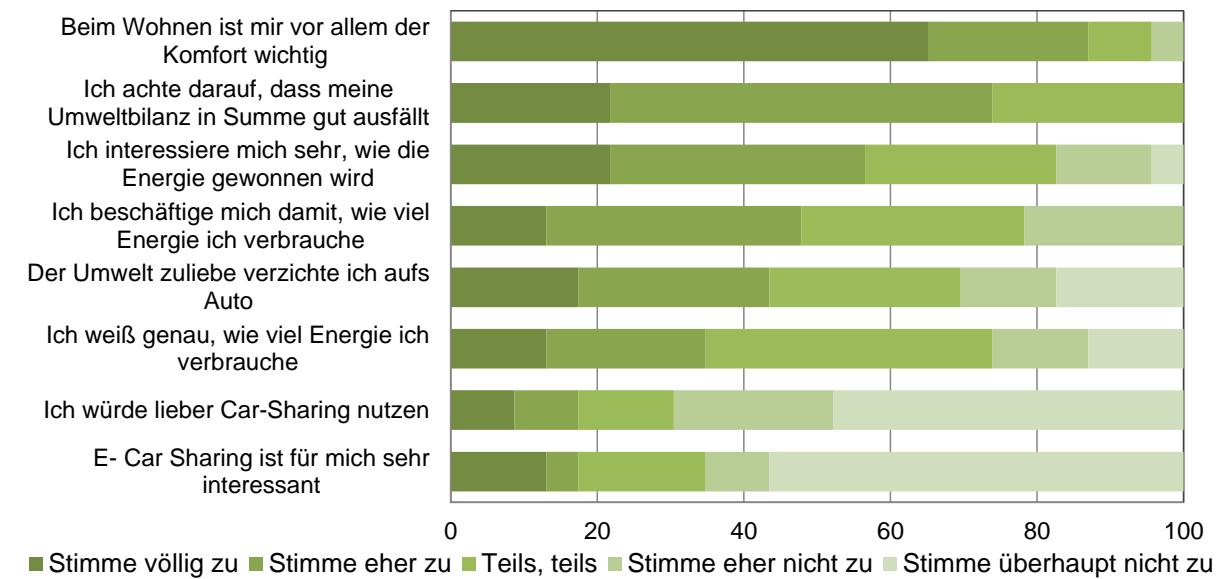




### 11.3.6 UMWELT UND ENERGIEVERBRAUCH

Wie auch schon in der ersten Welle ist den Befragten in erster Linie der Komfort wichtig. Der eigene Energieverbrauch verliert etwas an Relevanz (13% versus 28% sehr wichtig), auch das Interesse an der Erzeugung der verwendeten Energie sinkt von 31% auf 22%. Die persönliche Umweltbilanz gewinnt an Wichtigkeit und ist aktuell für 22% sehr wichtig. Das Wissen um den persönlichen Energieverbrauch bleibt in etwa gleich. 13% betrachten E-Car-Sharing als sehr interessant, 57% aber als völlig uninteressant. Mehr Befragte als in der ersten Welle würden der Umwelt zuliebe aufs Auto verzichten und 9% sind bereit, statt einem eigenen Auto ein Car-Sharing Angebot zu nutzen.

Grafik 53: Überblick Umwelt und Energieverbrauch



Quelle: FGW/Triconsult

### 11.3.7 GESAMTZUFRIEDENHEIT

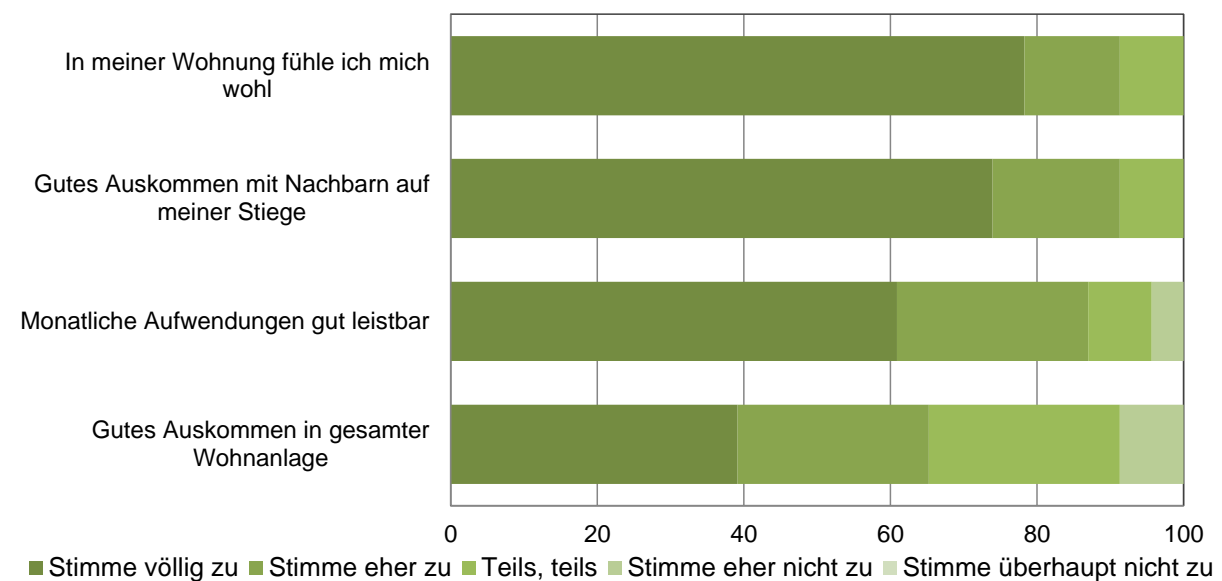
78% stimmen der Aussage „In meiner Wohnung fühle ich mich wohl“ sehr zu, weitere 13% eher, damit sind das 81% in der Top-Box. Mit den Nachbarn auf der eigenen Stiege versteht man sich sehr gut. 87% Zustimmung (Top-Box) erhält die Aussage „Die monatlichen Aufwendungen kann ich mir gut leisten“, 65% verstehen sich mit den Nachbarn in der gesamten Wohnanlage zumindest eher gut.

Diese Wohnzufriedenheit ist ungewöhnlich hoch, vergleichbare Objekte erreichen vor allem in der ungeteilten Zustimmung selten derart hohe Werte.

Gerade dieser Aspekt der Leistbarkeit ist angesichts der Diskussionen rund um leistbares Wohnen und vor dem Hintergrund der Entwicklung der Wohnkosten in Österreich (und nicht zuletzt unter Berücksichtigung des eher geringen Einkommensniveaus der Befragten) ein mehr als erstaunlicher Befund und vor allem Beweis für eine ungewöhnlich erfolgreiche Kostenplanung – und das in einem technologisch und gestalterisch aufwändigen Projekt.

Je 85% der Bewohner:innen des Wohnblöcke 3 und 4 bzw. der Gruppe mit geringem Einkommen urteilen mit der Note „sehr gut“ oder „eher gut“, was in einer Durchschnittsnote von 1,4 resultiert. Weniger wohlwollend urteilen vergleichsweise die über 45-Jährigen. Die Bewohner:innen der 3-Zimmer Wohnung erweisen sich zufriedener als die der 5-Zimmer Wohnung (Maisonetten).

Grafik 54: Überblick Bewertung Wohlfühlaspekte



### 11.3.8 WIEDERWAHL

57% würden sich sehr wahrscheinlich wieder für eine Wohnung in der Tonpfeifengasse entscheiden, insgesamt beläuft sich der Anteil der Personen, die ihre Wohnung wieder wählen würden auf 79%. 13% sind unentschieden und etwa jeder Zehnte würde seine Wohnung eher nicht nochmals mieten. Eher kritisch urteilen hier die Bewohner:innen der Blöcke 1 und 2 und die Bewohner:innen der 5-Zimmer Wohnung. Im Einklang mit der Gesamtzufriedenheit, erweist sich die jüngste Gruppe diesbezüglich als besonders zufrieden.

### 11.3.9 WEITEREMPFEHLUNG

Die Weiterempfehlung schneidet im Gesamten recht gut ab: 48% würden dieses Wohnprojekt Freunden, Verwandten und Bekannten sicher weiterempfehlen, 26% würden dies eher tun. Die Weiterempfehlungsrate ist vor allem in der jüngsten Gruppe sehr hoch. Skeptischer erweisen sich die älteste Gruppe und die Bewohner:innen der Maisonetten, denen die generischen Vorteile des Konzepts damit offenkundig weniger zusagen.

## 12 DISSEMINATION

Die Verbreitung der Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojekts stand von Anfang an im Fokus und wurde während der gesamten Projektlaufzeit konsequent betrieben.

### 12.1 AUSTAUSCH IN FORSCHUNGSNETZWERKEN

#### a) Impulstag der Niederösterreichischen Wohnbauforschung

Die Zwischenergebnisse des Projekts wurden anlässlich eines Impulstages der Niederösterreichischen Wohnbauforschung am 7. November 2018 in St. Pölten durch Batelka und Amann vorgestellt. Es wurde bei dieser Gelegenheit die Kooperation mit der Initiative „Natur im Garten“ und mit dem Projekt der Donau-Universität Krems „InnoMOB (innovative Mobilitätskonzepte für den großvolumigen Wohnbau)“.

#### b) Kolloquium Forschung und Entwicklung für Zement und Beton

Am 13.11.2019 hielt Arch.DI Michael Aigner einen Vortrag „Bauteilaktiviertes Wohnprojekt Theresienfeld“ im Rahmen eines „Kolloquiums Forschung und Entwicklung“ des Zementverbands.

#### c) Bautage Loipersdorf 2019

Gerald Batelka und Wolfgang Amann präsentierten „Viertel<sup>2</sup>“ am 14.11.2019 bei den Bautagen Loipersdorf unter dem Titel „Lösungsansätze für innovativen Wohnbau mit effizienter Haustechnik und Leistung im Lebenszyklus“.

#### d) Disseminationsaktivitäten des Energieinstitut Vorarlberg

Das Energieinstitut Vorarlberg verwertete die Projektergebnisse im Rahmen seines Interreg-Forschungsprojekts „Konzepte für energieeffiziente, klimaverträgliche ‚LOW-TECH‘-Gebäude im Bodenseeraum“ (s. Kap. 7, S. 57). Es resultierte daraus eine sehr aufwändige Publikation (Erber&Roßkopf-Nachbaur, 2021).

#### e) Disseminationsaktivitäten des IIBW

Projektergebnisse flossen in zahlreiche Folgeprojekte ein, z.B. in das FFG-geförderte Projekt „ZQ3Demo – Umsetzung von urbanen ZukunftsQuartieren mit Akteursvernetzung und rechtlich-ökonomisch replizierbaren Lösungen“ (bis 2023 laufend).

#### f) Förderprogramm Bauteilaktivierung

Der Klima- und Energiefonds bediente sich der Erfahrungen beim Pilotprojekt Theresienfeld, um eine Förderung für Planungsleistungen für Bauteilaktivierung aufzusetzen ([www.klimafonds.gv.at/call/tba2020/](http://www.klimafonds.gv.at/call/tba2020/)).

### 12.2 ÖFFENTLICHE BAUSTELLENBESICHTIGUNG 9/2019

Am 10.9.2019 wurde die Fachöffentlichkeit zu einer Baustellenbesichtigung eingeladen. Zu diesem Zeitpunkt war ein Bauteil im Rohbau fertig, beim zweiten wurden gerade die Heizungsrohre der Bauteilaktivierung verlegt, bei zwei weiteren waren erst die Fundamentplatten betoniert.

Es folgten etwa 60 Kolleg:innen der Einladung. Dies ging einher mit einer erheblichen Medienberichterstattung (s. unten).



Visualisierung: Wien Süd / Steinkogler Aigner

Die Pläne für das Wohnbauprojekt mit insgesamt 28 Wohneinheiten stammen von Steinkogler Aigner Architekten.

## Neuer Typ für die Eigenheimsiedlung

Die Wien-Süd-Gruppe versucht sich in Theresienfeld an einer Alternative zum Einfamilienhaus. Für eine Umsetzung über das Pilotprojekt hinaus müssen sich aber Wohnbauförderung und Raumordnung ändern.

Martin Putschögl

Vier Viertelhäuser mit Garten, darüber zwei Dachgeschosswohnungen: Schlicht und ergreifend „nur das, was die Leute wollen“, baue man hier, inmitten von Einfamilienhäusern und wenigen kleinen Wohnbauten in der niederösterreichischen Gemeinde Theresienfeld, preist Gerald Batelka vom gemeinnützigen Bauträger Wien Süd. Und das noch dazu in einer – zumindest für den geförderten Wohnbau – „völlig neuen“ Gebäudetypologie. Auf den ersten beiden Etagen befinden sich jeweils vier rund 100 Quadratmeter große Familienwohnungen. Im Dachgeschosß gibt es dann noch zwei je 70 m<sup>2</sup> große Einheiten mit großzügigen Terrassen.

„Viertel hoch zwei“ heißt das Projekt folglich auch, das Batelka gemeinsam mit dem Wohnbauforscher Wolfgang Amann (IIBW) und weiteren Kooperationspartnern gerade umsetzt. Wien Süd, genauer deren Tochter Arthur Krupp, errichtet es bis zum Frühjahr in der Tonpfeifengasse in Theresienfeld. 28 Wohneinheiten entstehen, allerdings nur zwölf – zwei Bauteile – als „Viertel hoch zwei“.

Was das Konzept so interessant macht, ist zum einen die Teilbarkeit der größeren Familienwohnungen, die als Maisonetten angelegt sind. Deren Bewohner werden bei Bedarf die Wohnfläche im Obergeschosß sozusagen „abzwickeln“ und entweder als eigene Wohneinheit innerhalb der Familie (für Kinder) verwenden oder auch an Dritte untervermieten können. Sowohl Nasszellen als auch Wohnungseingangstüren gibt es unten wie oben, und die innenliegenden Stiegen können so umgebaut werden, dass im Obergeschosß ein Abstellraum entsteht.

### Wohnungen mit Kaufoption

Mit einer etwaigen Untervermietung darf dann freilich kein großer Gewinn gemacht werden, das verbietet das Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz. Eine Untervermietung mit geringem Aufschlag auf die Eigenkosten ist aber möglich. Da die Wohneinheiten mit Kaufoption ausgestattet sind, ist eine völlige rechtliche Trennung der Einheiten nicht vorgesehen, erklärt Batelka. Die spätere Verwendung der Kleinwoh-

nung im ersten Stock als Vorsorgewohnung ist aber denkbar.

Zum anderen hat man hier auch energetisch versucht, aus dem engen Kostenkorsett des geförderten Wohnbaus das Optimum herauszuholen. Gemeinsam mit dem Energieinstitut Vorarlberg wurden 20.000 Varianten auf einen Lebenszyklus von 50 Jahren durchgerechnet. Heraus kam eine Gebäudehülle in Passivhausqualität, allerdings ohne kontrollierte Wohnraumlüftung. Gebaut wird mit 25 Zentimeter starken Ytong-Ziegeln, gedämmt wird – darauf ist Batelka weniger stolz – mit 20 cm dickem Vollwärmeschutz aus Styropor. Die bei 1650 Euro gedeckelten förderbaren Baukosten in der Wohnbauförderung hätten hier nichts anderes zugelassen. Generell müsse die niederösterreichische Wohnbauförderung erst für solche Projekte tauglich

gemacht werden, meint der Projektleiter. Die 100 m<sup>2</sup> großen Wohneinheiten, die man als leistbare und wesentlich nachhaltigere Alternative zum Einfamilienhaus sieht, zählen förderrechtlich zum mehrgeschosßigen Wohnbau, weshalb nur 80 m<sup>2</sup> förderbar sind. Batelka wünscht sich eine Gleichbehandlung mit Reihenhäusern. Und auch in der Raumordnung brauche es Änderungen, um das Konzept zu „skalieren“, also im großen Rahmen umzusetzen.

### Sehr viele Stellplätze nötig

Wünschenswert wäre das durchaus. Der Flächenverbrauch ist wesentlich geringer als bei vier bis sechs Einfamilienhäusern, und die Kombination aus Bauteilaktivierung, Photovoltaik, zentraler Luftwärmepumpe und dezentralen Mikrowärmepumpen wird auch dafür sorgen, dass die späteren Bewohner nicht mehr als 60 Euro für Energie im Monat zahlen müssen, versprechen Amann und Batelka – und zwar inklusive Haushaltsstrom.

Die Häuser haben keine Lifte und sind nicht unterkellert, weshalb die 2,1 Stellplätze pro Wohnung, die ein Gemeinderatsbeschluss vorsieht, im Freien entstehen müssen. Bürgermeisterin Ingrid Klauminger signalisiert hier aber Gesprächsbereitschaft. Ein Abtausch gegen Bäume auf dem Areal scheint möglich.



Im kommenden Jahr wird das Bauvorhaben fertiggestellt.

Foto: Putschögl

Parallel zur Baustellenbesichtigung hielten die Forschungseinrichtungen AEE Intec und „17&4“ einen Workshop zum Thema „Bauteilaktivierung als thermischer Speicher – wo besteht Bedarf für Unterstützung und Förderung?“ durch, der in der Folge zu einer neuen Förderungsschiene des Klima- und Energiefonds führte (s. oben).

## 12.3 KOOPERATION MIT DER GEMEINDE

Im Jänner 2019 gab es einen „Innovationstermin“ mit der Theresienfelder Bürgermeisterin Ingrid Klauninger, Vizebürgermeister Wolfgang Reinharter u.a. Die Gemeinde erklärte ihre volle Unterstützung bei der Projektumsetzung und weiteren Verbreitung des Konzepts. Im April 2019 nahmen Teammitglieder am Bürgermeistertag in Tulln teil.

## 12.4 MEDIENAKTIVITÄTEN

Das Projekt „Viertel<sup>2</sup>“ erfuhr umfangreiche mediale Berichterstattung (Auswahl):

- „Neuer Typ für die Eigenheimsiedlung“, von Martin Putschögl, in: Der Standard, 21.9.2019 (Grafik 55);
- Die Baustellenbesichtigung im Herbst 2019 führte zu mehreren Berichten in Tagespresse und Fachmedien;
- „Energiekosten runder, Komfort rauf“, von Betina Kreuter, in: NÖN, 14.10.2019;
- „Leistung im Lebenszyklus“, von Gisela Gary, in: Zement&Beton 1/2020;
- „Verantwortung für den Klimaschutz“, in: Umwelt&Energie 1/2021 ([www.klimaktiv-gebaut.at](http://www.klimaktiv-gebaut.at));
- Positionierung auf der „Innovationslandkarte“ des Kompetenzzentrums Bau, Salzburg: <https://www.forschung-bau.at/innovationslandkarte/bauteilaktivierung/2888>.

## 12.5 VERTRIEBSAKTIVITÄTEN DURCH DIE BAUVEREINIGUNG

Die Bauvereinigung „Arthur Krupp“ und die Wohnbaugenossenschaft Wien-Süd als Unternehmensmutter führten die üblichen Vertriebsaktivitäten durch:

Grafik 56: Sujet Printmedien (12/2019)



Ausgezeichnet mit dem  
**ÖGUT-UMWELTPREIS 2019**

**Die innovative  
Öko-Wohnhausanlage  
in Theresienfeld**  
Tonpfeifengasse 5-11

Geförderte Wohnungen mit  
flexibler Wohn-Typologie

**INFOS**  
GEWOG Arthur Krupp Ges.m.b.H.  
Neugasse 11, 2560 Berndorf  
Frau Petra Zwölfer  
Tel.: 02672 82340-2015  
p.zwoelfer@wiensued.at  
www.wiensued.at

ARTHUR  
KRUPP  
Gemeinnützige Wohnungsgesellschaft  
Arthur Krupp Ges.m.b.H.

Fertigstellung: ca. Sommer 2020

Quelle: „Arthur Krupp“ GmbH

- Projektfolder (4/2019);
- Es wurde die Gelegenheit eines Gratis-Inserats in einem Fachjournal genutzt (12/2019, Grafik 56);
- Bei der Publikation „110 Jahre Wien Süd 1910-2020“ (Eigenverlag, 2020) wurde dem Projekt Theresienfeld Tonpfeifengasse breiter Raum gegeben.

## 12.6 PREIS-EINREICHUNGEN

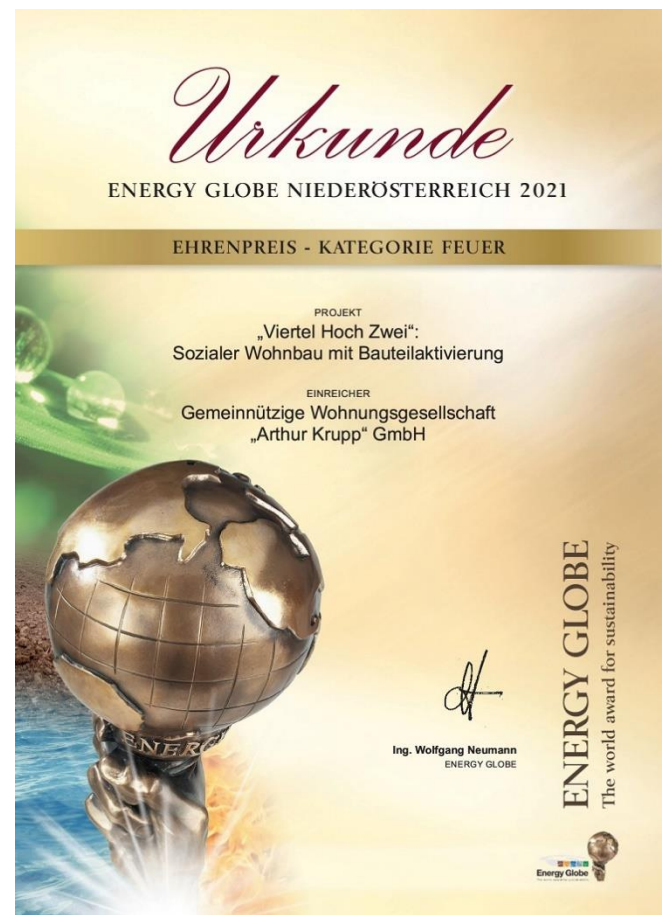
Es gab zahlreiche Einladungen bzw. initiative Einreichungen bei folgenden einschlägigen Preisen:

- ÖGUT-Umweltpreis 2019: gewonnen;
- Energy Globe 2021: Ehrenpreis;
- Niederösterreichischer Wohnbaupreis: Einreichung 2021
- Vorbildliches Bauen in Niederösterreich: Einreichung 2021
- Staatspreis Architektur und Nachhaltigkeit: Einreichung 2021

## 12.7 KLIMAAKTIV-ZERTIFIZIERUNG

Das Projekt erreichte eine „klimaaktiv Silber“-Zertifizierung mit 859 von 1.000 Punkten. Eine „Gold“-Zertifizierung war aufgrund des Verzichts auf eine Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung unmöglich zu erlangen. Diese Entscheidung aber war auf Basis von Lebenszykluskostenberechnungen getroffen worden, bei der sich die gewählte Variante gegenüber einer mit Komfortlüftung als überlegen erwiesen hatte. (s. Kap. 7, S 57). Aus demselben Grund konnte auch keine Passivhausförderung lukriert werden.

Grafik 57: Gewonnene Preise



Quelle: ÖGUT, Energy Globe Foundation

## 13 LESSONS LEARNT

### 13.1 SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE BAUVEREINIGUNG

Das Forschungsprojekt brachte für die Bauvereinigung u.a. folgende Erkenntnisse:

- Es besteht eine Lücke bei der örtlichen Bauaufsicht hinsichtlich Haustechnik. Die bislang übliche Ausschreibung deckt den zusätzlichen Bedarf bei innovativeren Haustechnik-Konzepten nicht ab.
- Die Bauteilaktivierung funktioniert bei ihrem ersten Einsatz einwandfrei. Wenige Themen sind nicht gänzlich geklärt, etwa die Frage nach der Vorteilhaftigkeit einer zimmer- bzw. wohnungsweisen Temperatursteuerung.
- Es ist eine Skalierung des Konzepts „Viertel<sup>2</sup>“ beabsichtigt in der Erwartung, dass es in vielen suburban gelegenen Gemeinden zur Umsetzung kommen könnte.

### 13.2 KOOPERATION MIT GEMEINDEN

Hinsichtlich der Kooperation mit Gemeinden sind folgende Schlussfolgerungen zu ziehen:

- Die hohe Stellplatzverpflichtung ist für ökologisch anspruchsvolle Projekte problematisch (s.u., Kap. 13.4.2).
- Alle Wohnungen waren bei Baufertigstellungen vergeben. Allerdings entspricht die Belegung nicht ganz dem Konzept von „Viertel<sup>2</sup>“, das sich eigentlich an eher einkommensschwache größere Familien richtet.

### 13.3 SKALIERUNG

Die Innovationen aus „Viertel<sup>2</sup>“ sind vielfältig anwendbar: Die Bauteilaktivierung ohne Sekundärsystem ist auf dem Weg einer breiten Ausrollung. „Viertel<sup>2</sup>“ hat einen wesentlichen Beitrag in diesem Prozess gespielt. Es wird erwartet, dass zeitnah dieses Haustechniksystem im sozialen Wohnbau alle anderen verdrängen wird. Aus dem Projekt ergibt sich ein Wettbewerbsvorteil für die Wien-Süd Gruppe.

### 13.4 POLITIKEMPFEHLUNGEN

#### 13.4.1 ANPASSUNGEN BEI DEN WOHNBAUFÖRDERUNGSBESTIMMUNGEN

Aus dem Forschungsprojekt ergeben sich folgende Empfehlungen für Anpassungen bei den Wohnbauförderungsbestimmungen:

- Die großvolumige Förderung steigt quadratmeterbezogen nur bis 80m<sup>2</sup> und bleibt bei größeren Wohnungen auf diesem Niveau. Um die Realisierungschancen von geförderten Reihenhäusern zu verbessern, wurde für diese Bebauungstypologie eine Größenbegrenzung von 105m<sup>2</sup> eingeführt, was sehr gut zur „Viertel<sup>2</sup>“-Typologie passen würde. Nur gelten die Viertelhäuser mit darüberliegenden Dachgeschoßwohnungen nicht als Reihenhäuser. Infolgedessen wurden nur jeweils 80m<sup>2</sup> (von 100m<sup>2</sup> Nutzfläche) gefördert. Dies erschwert die Skalierung dieser innovativen Bebauungsform massiv. Es wird kein objektiver Grund für diese Differenzierung gesehen.
- Infrarot-Direktheizungen haben in verschiedenen Einsatzgebieten ihre Berechtigung. Für klar definierte Fälle scheint es zweckmäßig, derartige Strom-Direktheizungen in die Förderung einzubeziehen.
- Die Bauteilaktivierung ohne Sekundärsystem zeigte beim vorliegenden Forschungsprojekt weit bessere Ergebnisse als erwartet. Es wird empfohlen, dieses Haustechniksystem mittels der Wohnbauförderung zu forcieren, beispielsweise durch eine Gleichstellung mit der Passivhausförderung.



- Bei den Untersuchungen zur Teilung der Viertelhäuser wurde die Frage der förderungsrechtlichen Grenzen der Untervermietung erörtert. Eine diesbezügliche Klarstellung wäre hilfreich.

#### 13.4.2 ANPASSUNGEN BEI DER STELLPLATZVERPFLICHTUNG

Gemäß § 11 NÖ Bautechnikverordnung 2014 ist für Wohnbauten jeweils ein Stellplatz pro Wohneinheit vorzusehen. Allerdings ist den Gemeinden freigestellt, diese Verpflichtung gemäß den Gegebenheiten im Ort höher anzusetzen.

Beim Projekt Theresienfeld Tonpfeifengasse wurde die übermäßig hohe Stellplatzverpflichtung als kontraproduktiv aufgefasst, zumal die Bereitschaft bestand, Car-Sharing und alternative Mobilitätsmodelle zu implementieren. Die Problematik der sehr hohen Stellplatzverpflichtung in Theresienfeld ist in Kap. 2.4 (S. 19) dargestellt.

Man müsste der Gemeinde die Werkzeuge einer Flexibilisierung in die Hand geben, beispielsweise indem landesgesetzlich festgelegt wird, dass bei Vorhandensein taxativ festgelegter Verpflichtungen des Bauträgers (Car-Sharing mit Mindestzahl an verfügbaren Fahrzeugen, Verfügbarkeit von öffentlichem Verkehr mit Mindestintervallen, andere nicht-motorisierte Angebote) die gemeindeweise festgelegte Stellplatzverpflichtung um einen maximalen Prozentwert unterschritten werden darf.

#### 13.4.3 BAUTEILAKTIVIERUNG UND GEBÄUDEZERTIFIZIERUNGEN

Gemäß klimaaktiv-Zertifikat werden „neben der Energieeffizienz die Standort- und Ausführungsqualität, die Qualität der Baustoffe und Konstruktion, sowie zentrale Aspekte zu Komfort und Gesundheit“ beurteilt. Es besteht die Ansicht, dass der Beitrag der Bauteilaktivierung zu Klimaschutz, Netzstabilität und Leistung dabei unzureichend berücksichtigt wird. Ein Projekt mit der Performance des gegenständlichen sollte jedenfalls eine „Gold“-Zertifizierung erlangen können.

## 14 ANHANG

### 14.1 THERMISCHE GEBÄUDESIMULATION (3/2019, GEKÜRZT)

Der Planungsdienstleister Allplan GmbH führte bis Anfang 2019 eine thermische Gebäudesimulation mit folgenden Hauptergebnissen durch:

- Randbedingungen der thermischen Simulation waren: „Viertel“-Gebäude mit 6 Wohneinheiten und einer Bruttogrundfläche von 773m<sup>2</sup>; Gebäudehülle in Passivhausqualität; Bauteilaktivierung mit Luft/Wasser Wärmepumpe; Warmwasserbereitung wohnungsweise mittels Kleinstwärmepumpen, die die Wärme aus den Bauteilen nutzen um das Warmwasser auf ein höheres Temperaturniveau zu heben; Photovoltaikanlage mit ca. 10 kWp; keine Lüftungsanlage; Bauteilaufbauten entsprechend Energieausweis (24.09.2018); Nutzungsprofil Wohnen; Variation Luftwechsel zw. 0,3 – 0,5/h (Abluftanlage, ohne Wärmerückgewinnung); Luftdichtheit n50 = 1,0 /h; Raumsolltemperatur 22°C.
- Das Gebäude soll Erzeugungsspitzen im öffentlichen Stromnetz nutzen und in Form von Wärme im Gebäude speichern, um in weiterer Folge den eigenen Wärmebedarf abzudecken. Um dies mittels Simulationen nachbilden zu können, wird ein Einzonen Simulationsmodell in Matlab aufgebaut. Im Rahmen der Simulationen wird davon ausgegangen, dass für die Nutzung netzseitiger Umweltenergien ein analoges Regelsignal vom Energieversorger bereitgestellt wird. Das für die Simulation erforderliche Freigabesignal wird in die Simulation wie eine Klimarandbedingung eingelesen. Das verwendete Signal ist aus den realen Stromerzeugungsdaten eines Windparkbetreibers abgeleitet. Das Signal verfügt über eine Umweltenergiefreigabe zu ca. 30% der gesamten Jahresdauer. Für die Nutzung und Speicherung von netzseitigen Umweltenergien wird die Kennzahl definiert, die beschreibt welcher Anteil des gesamten Wärmebedarfs zu Zeiten der Umweltenergiefreigabe bezogen wird.
- Bei einem Luftwechsel von 0,5 /h und einer Außenlufttemperatur von -17°C kann bei der angedachten Regelstrategie, mit konstantem Massenstrom zwischen 70% und 100% in allen Räumen eine operative Temperatur von 22°C eingehalten werden. Die Temperaturdifferenz zwischen Deckenoberfläche und Raumluft liegt mit. max. 5,0K in einem noch akzeptablen Bereich bzgl. Behaglichkeit.
- Zur Einhaltung der operativen Temperatur von 22°C in allen Räumen, bei reduziertem Luftwechsel von 0,3 /h und einer Außenlufttemperatur von -17°C, ist ein Massenstrom von 70% ausreichend und kann je nach Lüftungsverhalten der Bewohner ggf. bei höheren Außenlufttemperaturen noch weiter reduziert werden. Bei einem Luftwechsel von 0,3 /h und einer Außenlufttemperatur von -17°C kann bei der angedachten Regelstrategie und bei Betrieb der Pumpe mit 100% Massenstrom eine gezielte Überladung der Bauteilaktivierung auf operative Raumtemperaturen zw. 24,5 und 26,5°C erfolgen. Die

Tabelle 58: Ergebnisse der Gebäudesimulation

|  | <b>Leistung</b>     |
|--|---------------------|
| Gebäude-Heizlast (stationär)   | 14.900 W            |
| max. spez. Raumheizlast eines Aufenthaltsraumes (stationär)  | 36 W/m <sup>2</sup> |
| Gebäude-Heizlast-Abschätzung (Energieausweisberechnung)  | 17.400 W            |
| Gebäude-Heizlast (Simulation Matlab)   | 12.600 W            |
| max. spez. Raumheizlast eines Aufenthaltsraumes (Simulation Matlab)  | 31 W/m <sup>2</sup> |
| min. Gebäude-Heizleistung (Simulation Matlab)<br>zur Sicherstellung eines maximalen Temperaturabfalls von 1K | 8.500 W             |
|  | <b>Energie</b>      |
| HWB (Energieausweisberechnung)   | 20.400 kWh          |
| HWB (Simulation Matlab)  | 17.900 kWh          |
| Auskühdauer (Simulation Matlab), 2K Temperaturband)  | 62 h                |
| d <sub>Netz,RH</sub> (Simulation Matlab), 2K Temperaturband)   | 0,84                |

Quelle: Allplan GmbH 10.1.2019

- Realisierung der Massenstromregelung auf ca. 70% des Auslegungsmassenstroms im Normalbetrieb führt bei reduziertem Luftwechsel zu einer ausreichend hohen thermischen Behaglichkeit und ermöglicht eine Leistungsreserve für die gezielte Überladung der Bauteilaktivierung mit 100% des Auslegungsmassenstroms.
- Durch die Nutzung des Gebäudes als Energiespeicher lässt sich der Deckungsgrad für netzseitig bereitgestellte Umweltenergien unter den getroffenen Annahmen von 30% auf über 80% anheben.

## 14.2 TECHNISCHES MONITORING (HACON GMBH)

Das technische Monitoring ist in Kap. 8 (S. 67) dargestellt.

### 14.2.1 ANLAGENDOKUMENTATION

Die Wärmeversorgung des Gebäudes erfolgt über eine Luft-Wasser Wärmepumpe, welche am Dach des Gebäudes situiert ist. Die Luft-Wasser Wärmepumpe deckt dabei sowohl den Heizwärmebedarf wie auch den ersten Hub der Warmwasserbereitung, bis zu einer Temperatur von max. 35°C ab. Die Luft-Wasser Wärmepumpe wird zudem im Sommer zur aktiven Kühlung eingesetzt.

Der zweite Hub der Warmwasserbereitung bis ca. 55°C erfolgt mittels dezentraler Wasser-Wasser Wärmepumpen je Wohneinheit, welche den Rücklauf des Heizsystems als Quelle nutzen. Die Einbindung der Warmwasser-Wärmepumpen erfolgt am Heizkreisverteiler.

Während der Heizperiode wird der Rücklauf der Heizung direkt als Quelle für die Wasser-Wasser Wärmepumpe genutzt, wobei der Durchfluss in den anderen Heizkreisen etwas reduziert wird. Aufgrund der großen Speichermasse bei den aktivierten Bauteilen, zeigt der geringfügig reduzierte Durchfluss in den anderen Heizkreisen keinen merklichen Einfluss auf die Raumtemperaturen.

Außerhalb der Heizperiode, wenn die Luft-Wasser Wärmepumpe im Kühlbetrieb ist, wird der Rücklauf der Kühlung ebenso als Quelle für die Warmwasserbereitung herangezogen. Ist die Luft-Wasser Wärmepumpe im Sommer nicht in Betrieb, so wird die zur Wärmeabgabe in den Räumen eingesetzte Bauteilaktivierung als Quelle herangezogen. Dadurch wird bei Warmwasserbereitung im Sommer gleichzeitig der Raum bei geringer Leistung etwas gekühlt, indem den aktivierten Bauteilen die Wärme entzogen wird.

Die Wärmeabgabe in den Wohnungen erfolgt dabei ausschließlich über Bauteilaktivierung, weitere Abgabesysteme wie z.B. Fußbodenheizung im Erdgeschoss wurden nicht vorgesehen. Die Wohnungen sind mit einer Einzelraumregelung ausgestattet, die Bedienung erfolgt raumweise über analoge Raumthermostate. In den innenliegenden Bädern sind zusätzlich elektrische Handtuchheizkörper installiert.

Für eine gezielte Überladung der aktivierten Bauteile mittels Wärmepumpenanlage, und somit Ausnutzung der Gebäudespeichermasse als Speicher bei Stromüberschuss aus regenerativer Erzeugung (Solar- oder Windstrom), ist am Dach eine Photovoltaikanlage installiert. Bei Überschussstrom aus der PV-Anlage soll durch automatische Anpassung des Raumtemperatursollwerts bei den einzelnen Raumthermostaten, eine gezielte Überladung der aktivierten Bauteile erfolgen.

a) Heizungswärmepumpe

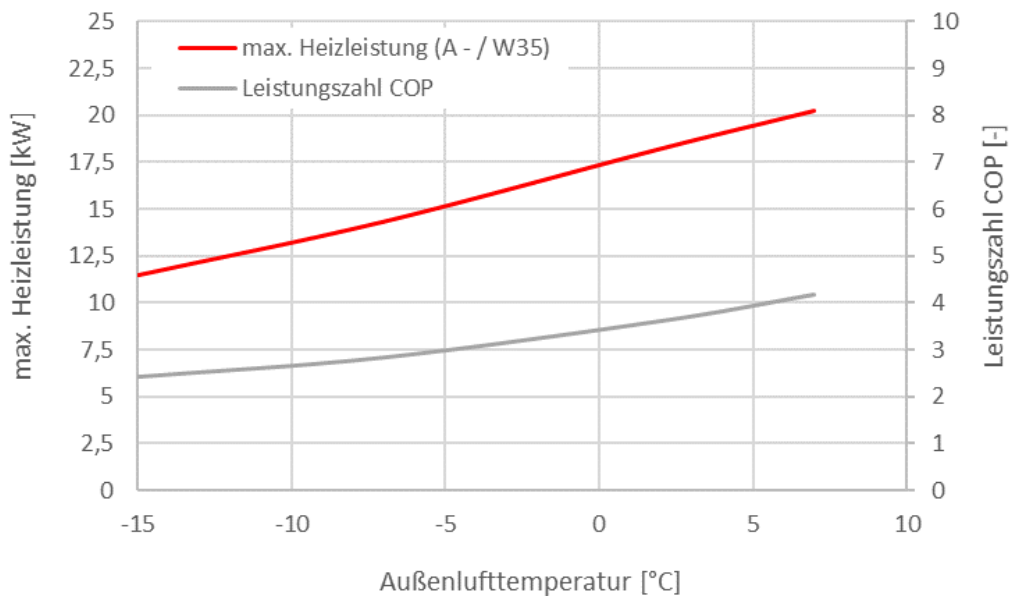
Luft-Wasser Wärmepumpe Typ Ovum AIR M2 (Kältemittel R410A);

Quelle: Außenluft;

max. Heizleistung: 20,21 kW;

max. Leistungsaufnahme: 13 kW inkl. Heizstab.

Grafik 59: Heizleistung und Leistungszahl der Luft-Wasser Wärmepumpe in Abhängigkeit der Temperatur auf der Quellenseite [Ovum]



Quelle: hacon GmbH

Tabelle 60: Datenblatt Heizungswärmepumpe [Ovum]

| TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN Gültig für Monoblock und Split-Version |                          |                     |      |      |       |       |
|---|--------------------------|---------------------|------|------|-------|-------|
|   |                          | ME                  | Min. | Nom. | Max   |       |
| Heizung   | Air 7°C<br>Water 30/35°C | Thermische Leistung | kw   | 5,31 | 10,56 | 20,21 |
|   |                          |                     | COP  | 4,61 | 4,89  | 4,17  |
|   | Air 2°C<br>Water 30/35°C | Thermische Leistung | kw   | 4,68 | 9,36  | 18,19 |
|   |                          |                     | COP  | 3,99 | 4,23  | 3,61  |
|   | Air -7°C<br>Water 35°C   | Thermische Leistung | kw   | 3,01 | 7,23  | 14,32 |
|   |                          |                     | COP  | 2,88 | 3,31  | 2,84  |
|   | Air -15°C<br>Water 35°C  | Thermische Leistung | kw   | 2,32 | 5,80  | 11,47 |
|   |                          |                     | COP  | 2,46 | 2,83  | 2,43  |
|   | Air 7°C<br>Water 55°C    | Thermische Leistung | kw   | 4,89 | 9,40  | 16,30 |
|   |                          |                     | COP  | 2,75 | 2,91  | 2,46  |
| Air 2°C<br>Water 55°C   | Thermische Leistung      | kw                  | 4,31 | 8,50 | 14,67 |       |
|   |                          | COP                 | 2,51 | 2,66 | 2,33  |       |
| Air -10°C<br>Water 55°C   | Thermische Leistung      | kw                  | 2,65 | 6,04 | 10,82 |       |
|   |                          | COP                 | 1,65 | 1,93 | 1,73  |       |
| Kühlung   | Air 35°C<br>Water 7°C    | Kühlleistung        | kw   | 3,75 | 8,72  | 14,07 |
|   |                          |                     | EER  | 2,65 | 3,31  | 3,03  |
|   | Air 35°C<br>Water 18°C   | Kühlleistung        | kw   | 4,90 | 11,35 | 15,90 |
|   |                          |                     | EER  | 3,93 | 4,66  | 4,35  |

Quelle: hacon GmbH

b) Warmwasserwärmepumpe inkl. Speicher

Wasser-Wasser Wärmepumpe Typ Ovum XR 150 (Kältemittel R290);

Quelle: Rücklauf des Heizsystems (18 – 35°C);

max. Heizleistung: 2,5 kW (1,3 kW Wärmepumpe + 1,2 kW el. Heizstab);

max. Leistungsaufnahme: 1,55 kW (350 W Wärmepumpe + 1,2 kW el. Heizstab)

COP (W25 / W55): 3,7;

Bereitschaftswärmeverlust 150 Liter Speicher bei 55°C: 0,9 kWh/Tag.

Tabelle 61: Datenblatt Warmwasserwärmepumpe [Ovum]

| Bezeichnung                | OVUM XR100               | OVUM XR150    | OVUM ER270      | OVUM EL270                    |
|----------------------------|--------------------------|---------------|-----------------|-------------------------------|
| Wärmequelle                | Rücklauf des Heizsystems |               |                 | Luft                          |
| Montageart                 | Wandmontage              |               | Standgerät      |                               |
| Isolierung                 | PU-Schaum 45 mm          |               | PU-Schaum 50 mm |                               |
| Inhalt                     | 100 ltr                  | 150 ltr       | 270 ltr         |                               |
| Speichermantel             | Edelstahl                |               |                 |                               |
| max. Betriebsdruck         | 6 bar (0,6 MPa)          |               |                 |                               |
| Abmessungen (mm)           | Ø525 x H1290             | Ø525 x H1625  | Ø630 x H1748    |                               |
| Gewicht                    | 48 kg (netto)            | 59 kg (netto) | 80,7 kg (netto) |                               |
| Wasseranschluss            | M 3/4 "                  |               |                 |                               |
| Stromversorgung            | 230 V AC - 50 Hz         |               |                 |                               |
| IP-Schutzklasse            | IPX4                     |               | IPX1            | IPX4                          |
| Energieklasse              | A+                       |               |                 |                               |
| Aufnahmeleistung max.      | 1550 W                   |               | 1700 W          |                               |
| Leistungsschutzschalter    | 10 A                     |               | 16 A            |                               |
| max. Aufnahmeleistung WP   | 350 W                    |               | 500 W           |                               |
| E-Stab                     | 1200 W                   |               |                 |                               |
| Kältemittelart             | R290                     |               |                 |                               |
| Kältemittelmenge           | 0,1 kg                   |               | 0,13 kg         | 0,15 kg                       |
| max. Temperatur mit WP     | 55 °C                    |               | 60 °C           |                               |
| COP (Qt 25°C)              | 3,4                      | 3,7           | 4,0             | 3,0                           |
| Schall in 1 m Entfernung   | 36 dB                    | 36 dB         | 39 dB           | 39 DB                         |
| Warmwasser Referenztemp.   | 54,14 °C                 | 54,29 °C      | 55,19 °C        | 53,87 °C                      |
| Aufheizzeit                | 5 h 00 min               | 6 h 30 min    | 9 h 08 min      | 10 h 08 min                   |
| Zapfleistung 40 °C in 14 h | 316 ltr                  | 476 ltr       | 747 ltr         | 663 ltr                       |
| Quellentemperaturen        | +18 bis +35 °C           |               |                 | -7 bis +35 °C                 |
| Durchfluss                 | 250 ltr/h                |               |                 | 250 bis 400 m <sup>3</sup> /h |

Quelle: hacon GmbH

c) Fußbodenheizungsverteiler und Stellantriebe

Heizkreisverteiler Typ IMI Heimeier Dynacon Eclipse mit automatischer Durchflussregelung  
Stellantrieb Typ IMI Heimeier EMOTec.

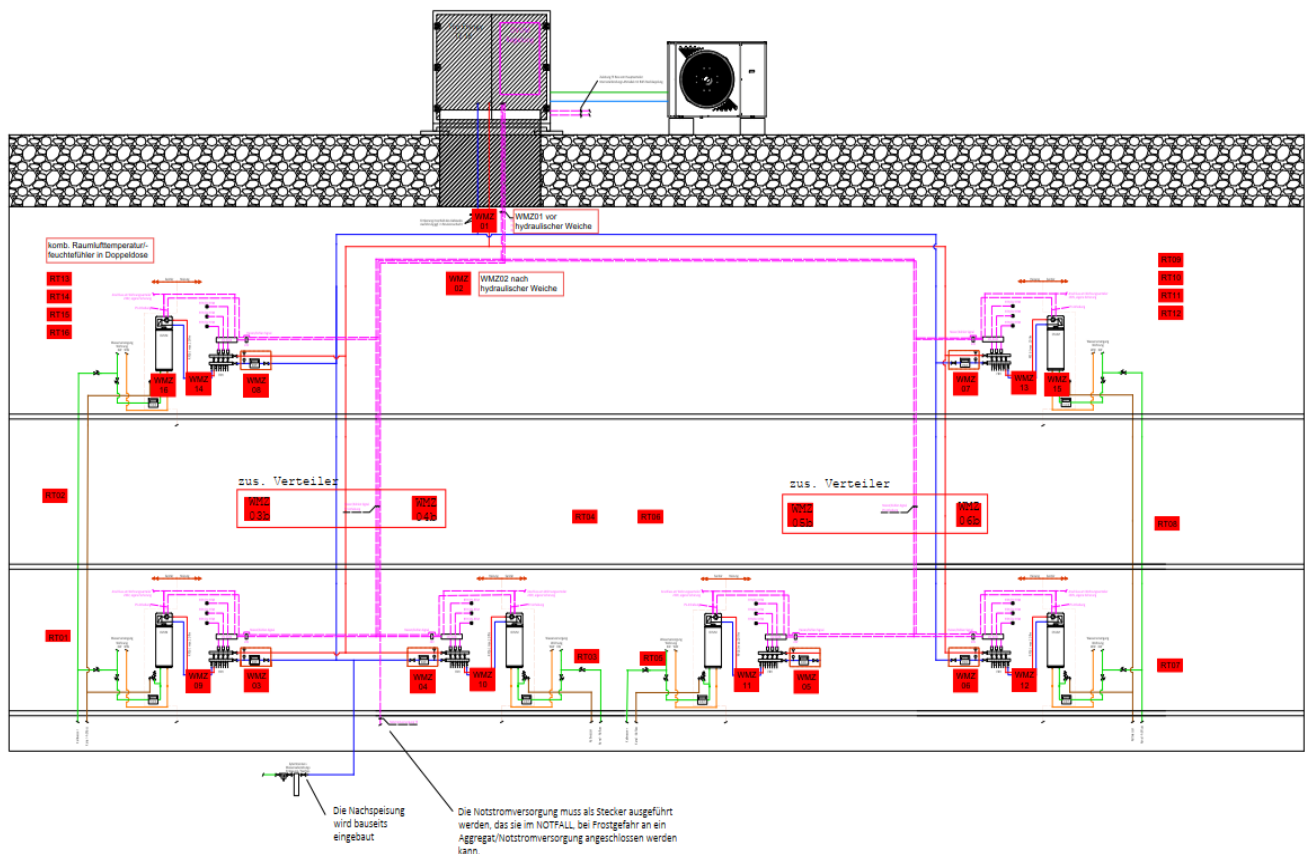
d) Raumthermostat

Analoges Raumthermostat Typ Ovum 230V für Passivraumregelung (Einzelraumregelung in Kombination mit Passivwarmwasserbereitung über den Rücklauf des Heizsystems).

e) Anlagenschema

Grafik 62 zeigt das Anlagenschema mit der zentralen Luft-Wasser Wärmepumpenanlage am Dach des Gebäudes und den dezentralen Wasser-Wasser Wärmepumpenanlagen mit 150l Speicher, welche aus Platzgründen in den Küchen der jeweiligen Wohneinheiten installiert wurden.

Grafik 62: Anlagenschema und Zählkonzept Monitoring (Messpunkte)



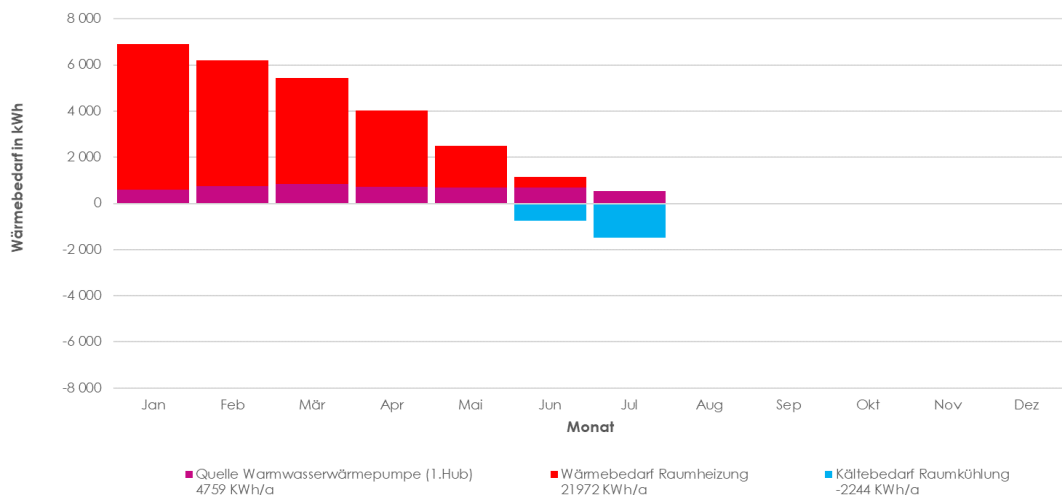
Quelle: hacon GmbH

## 14.2.2 ANLAGENBETRIEB

### a) Wärme- und Kältebedarf

Grafik 63 zeigt den Wärme- und Kältebedarf der sechs Wohnungen von Haus 2. Abweichend zur Energiebedarfsberechnung, mit einem ermittelten Heizwärmebedarf von etwa 20.400 kWh/a, stellt sich im ersten Betriebsjahr ein wesentlich höherer Heizwärmebedarf ein. Der im ersten Halbjahr ermittelte Heizwärmebedarf liegt bei ca. 22.000 kWh. Der Jahresheizwärmebedarf wird voraussichtlich zwischen 30.000 kWh und 35.000 kWh liegen. Die Gründe für den bislang erhöhten Wärmebedarf werden nachfolgend angeführt.

Grafik 63: Wärme- und Kältebedarf, Haus 2



Quelle: hacon GmbH

### b) Heizbetrieb Bauteilaktivierung

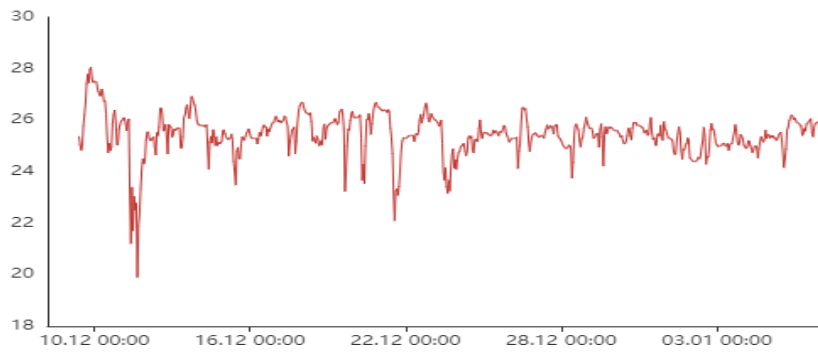
Neben dem zu erwartenden leicht erhöhten Wärmebedarf zufolge der Verdunstung von Baufeuchte im ersten Betriebsjahr, sind diverse Probleme im Bereich der Raumtemperaturregelung für den erhöhten Wärmebedarf verantwortlich.

Während der Inbetriebnahme der Heizung waren die Wohnungen bereits bezogen. Aufgrund falsch angeschlossener Raumthermostate öffneten die Stellmotoren am Heizungsverteiler nicht und die Wohnungen wurden anfangs nicht warm genug. Um kurzfristig ein ausreichendes Temperaturniveau in den Wohnungen zu erreichen, wurden die Stellmotoren provisorisch ausgebaut und die einzelnen Heizkreise manuell einreguliert. Zudem wurde die Vorlauftemperatur angehoben. Dies führte während der Inbetriebnahmephase zu einer Überhitzung der Wohnungen bei gleichzeitig hohem Wärmeverbrauch. Zudem wurden während der durchgeführten Raumklimamessungen immer wieder dauerhaft gekippte Fenster als Reaktion auf die hohe Wärmeabgabe in den Wohnungen festgestellt.

Grafik 64 zeigt beispielhaft die Raumlufttemperatur in den Wohnungen während der Inbetriebnahmephase. Die Anhebung der Vorlauftemperatur bei ausgebauten Stellmotoren führte zu einer entsprechenden Überhitzung der Wohnungen. Die maximalen Temperaturen lagen im Bereich von 29°C, nur durch entsprechendes Lüftungsverhalten wurden Raumlufttemperaturen im Bereich von 24 – 26°C erzielt.

Die Vorlauftemperatur lag während des manuellen Betriebs mit bis zu 33°C wesentlich zu hoch für die zu diesem Zeitpunkt vorherrschende Außenlufttemperatur mit meist über 0°C. Ab dem 20. Dezember erfolgte eine Absenkung der Vorlauftemperatur, wodurch sich die Temperaturspitzen in den Wohnungen reduzierten. Bis zum korrekten Anschluss der Raumthermostate wurde diese Betriebsweise beibehalten.

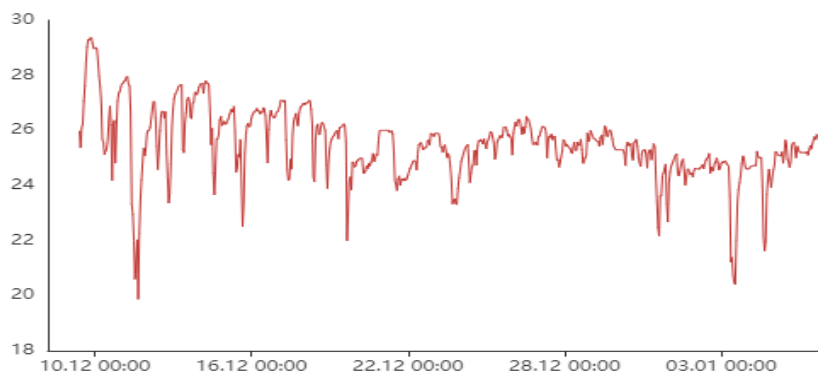
**Grafik 64: Raumlufttemperatur Wohnküche (Top 2.5) während der Inbetriebnahmephase**



Quelle: hacon GmbH

---

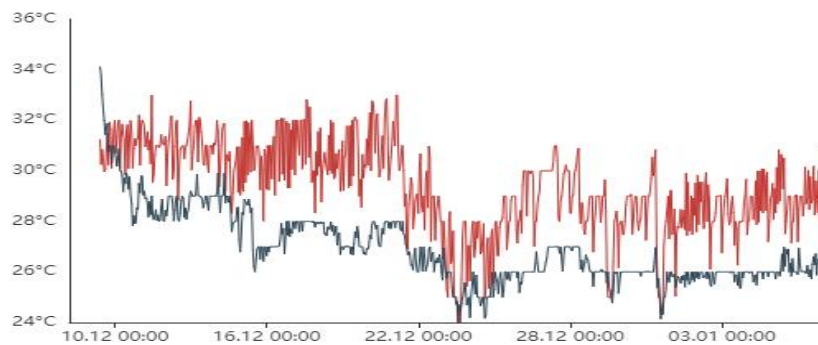
**Grafik 65: Raumlufttemperatur Zimmer 2 (Top 2.5) während der Inbetriebnahmephase**



Quelle: hacon GmbH

---

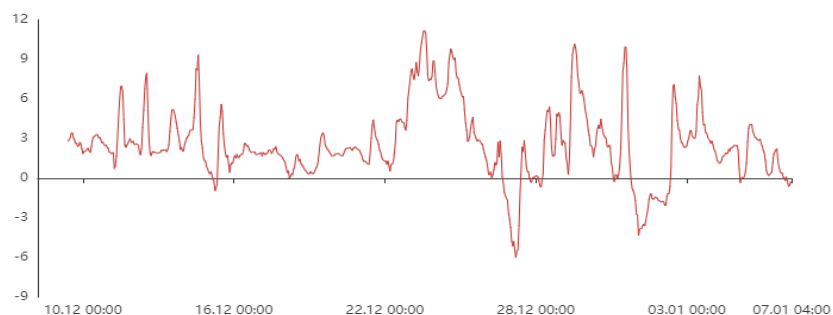
**Grafik 66: Vorlauf- und Rücklauf-temperatur am Heizkreisverteiler (Top 2.5) während der Inbetriebnahmephase**



Quelle: hacon GmbH

---

**Grafik 67: Verlauf der Außenlufttemperatur während der Inbetriebnahmephase**



Quelle: hacon GmbH

---



Nach der Inbetriebnahmephase lagen die Raumlufthtemperaturen im regulären Anlagenbetrieb in einem behaglichen Bereich. Mit teilweise 24-25°C in manchen Wohnungen allerdings deutlich höher als in der Planung angenommen.

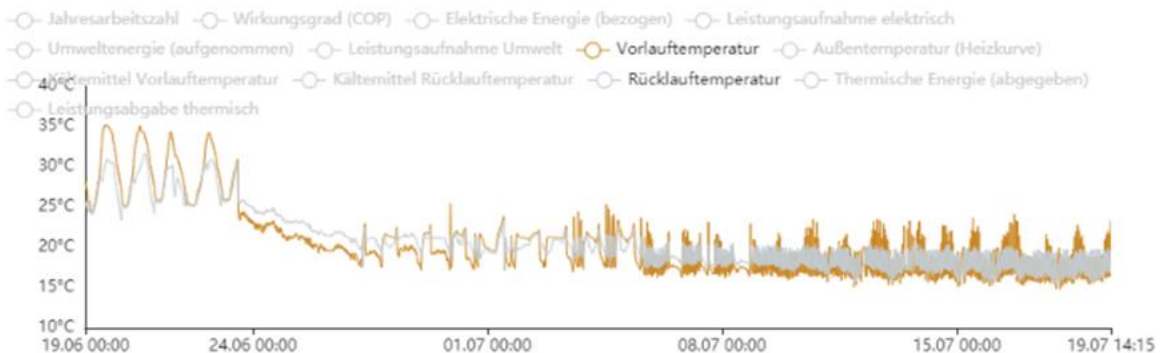
Nachdem die Anlagen während der ersten Heizsaison laufend optimiert wurden und gegen Ende der ersten Heizsaison ein regulärer Anlagenbetrieb erreicht wurde, wird nun von einer deutlichen Verbesserung ausgegangen. Das weiterhin laufende Monitoring wird zeigen, ob noch weitere Maßnahmen gesetzt werden müssen, um die Zielwerte letztlich zu erreichen.

c) Kühlbetrieb Bauteilaktivierung

Die Bauteilaktivierung wird auch zur Kühlung eingesetzt. Die Kälteversorgung erfolgt dabei entweder über die Luft-Wasser-Wärmepumpe oder die Warmwasserbereitung (Passivwarmwasser), wenn die Luft-Wasser-Wärmepumpe nicht in Betrieb ist. In diesem Fall fungiert die Bauteilaktivierung als Wärmequelle und die Wohnung wird mit geringer Leistung teilgekühlt.

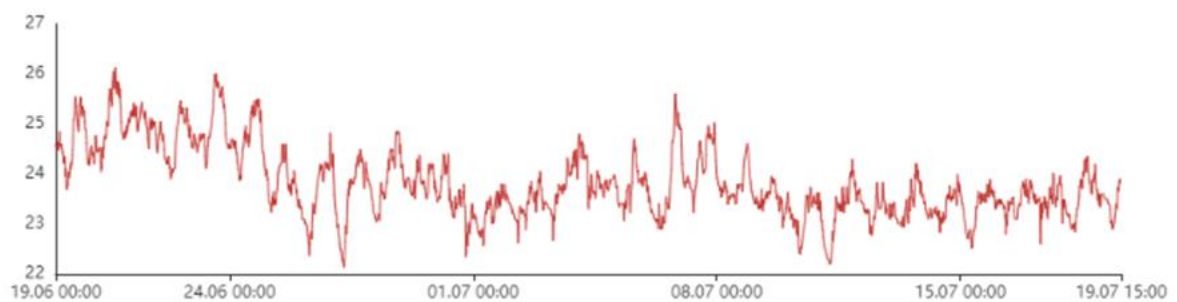
Mittels der Bauteilaktivierung lassen sich sehr behagliche Raumlufthtemperaturen im Sommer erreichen, die Temperaturspitzen im Sommer liegen in den Wohnungen bei ca. 26°C. Im Regelfall werden Temperaturen von 23-24°C erreicht. Die Vorlauftemperatur liegt im Sommer bei minimal 18°C. Mit der Inbetriebnahme der Kühlung Ende Juni ergibt sich eine merkliche Absenkung der maximalen Raumlufthtemperaturen, wie die folgenden Abbildungen zeigen.

Grafik 68: Vorlauf- und Rücklauftemperatur der Wärmepumpe während der Inbetriebnahme der Kühlung



Quelle: hacon GmbH

Grafik 69: Raumlufthtemperatur Wohnküche (Top 2.3) während der Inbetriebnahme der Kühlung

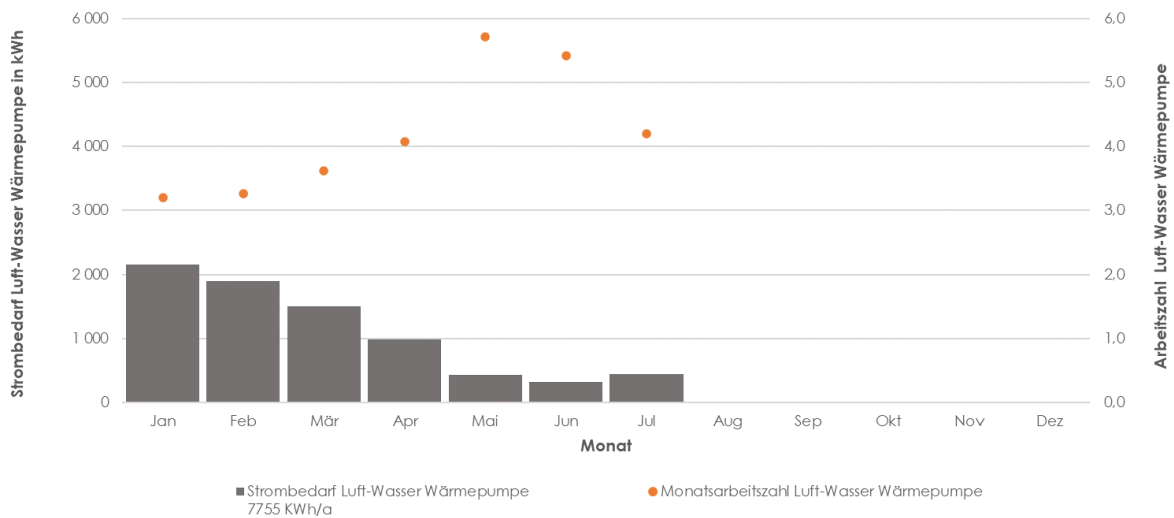


Quelle: hacon GmbH

d) Energiebedarf Luft-Wasser Wärmepumpe (Heizung, Kühlung, 1.Hub Warmwasser)

Grafik 70 zeigt den Energiebedarf der Luft-Wasser Wärmepumpe sowie die jeweiligen Monatsarbeitszahlen bei Heiz- und Kühlbetrieb. Im Heizbetrieb liegen die Monatsarbeitszahlen zwischen 3,2 und 5,8, im Kühlbetrieb zwischen 4,0 und 5,0. Die Luft-Wasser Wärmepumpe erreicht im Betrieb etwa die im Datenblatt angeführten Leistungszahlen und somit eine plangemäß hohe Effizienz.

Grafik 70: Strombedarf Luft-Wasser Wärmepumpe und Monatsarbeitszahl

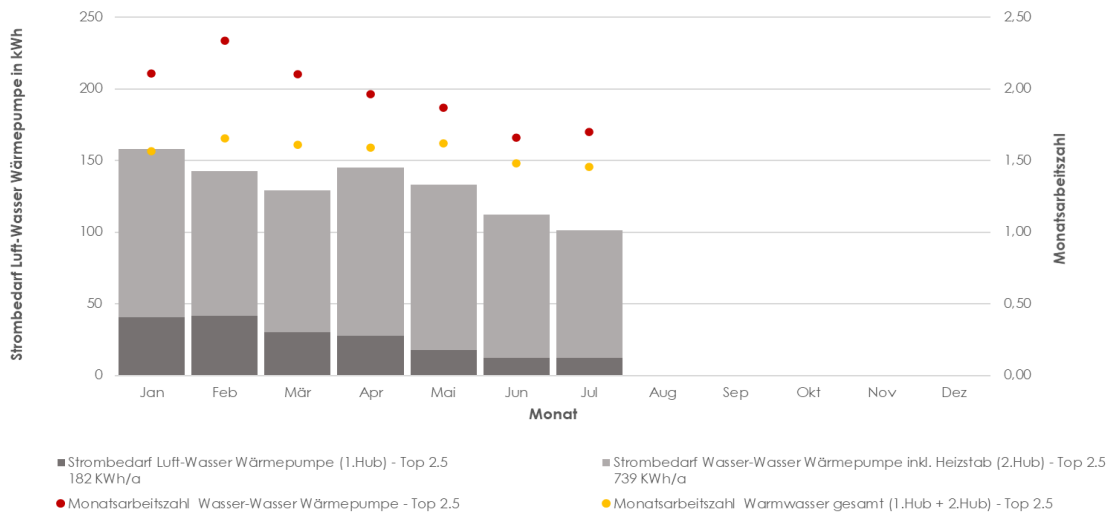


Quelle: hacon GmbH

e) Energiebedarf Wasser-Wasser Wärmepumpe (2.Hub Warmwasser)

Folgende Abbildung zeigt den Energiebedarf der Wasser-Wasser Wärmepumpen in Top 2.5 sowie den anteiligen Energiebedarf für den ersten Hub durch die Luft-Wasser Wärmepumpe. Zudem erfolgt die Darstellung der jeweiligen Monatsarbeitszahlen für die Warmwasserwärmepumpe allein bzw. ergänzt um den Strombedarf für den ersten Hub durch die Luft-Wasser Wärmepumpe.

Grafik 71: Strombedarf Wasser-Wasser Wärmepumpe und Monatsarbeitszahl (Top 2.5)



Quelle: hacon GmbH

Die Aufheizzeit des Speichers bei alleinigem Wärmepumpenbetrieb, mit entsprechend geringer Heizleistung, würde bei etwa 7 Stunden liegen. Durch das für das Zapfverhalten durch die Bewohner zu geringe Speichervolumen des Warmwasserbereiters kommt der E-Heizstab allerdings sehr oft zum Einsatz. Die Monatsarbeitszahlen der Warmwasserwärmepumpen liegen entsprechend nur zwischen 1,4 und 2,4. Berücksichtigt man den ersten Hub der Warmwasserbereitung durch die Luft-Wasser Wärmepumpe, so reduzieren sich die Monatsarbeitszahlen für die Warmwasserbereitung auf 1,3 – 1,6.

Im Zuge der Inbetriebnahme wurden zudem in einem Teil der Gebäude sehr geringe Zapfmengen beanstandet. Durch eine fehlerhafte Nachströmung von Kaltwasser kam es zu hohen Vermischungen im Speicher und somit einer reduzierten Zapfmenge. Es waren umfangreiche Adaptierungsarbeiten an den Speichern nötig, wie etwa der Tausch des Warmwasser-Steigrohrs und der Kaltwasserdichtungen. Dies betraf ausschließlich die Warmwasserbereiter in den Häusern 1 und 2. Bei den Häusern 3 und 4 waren andere Speichertypen verbaut, welche einwandfrei funktionierten. Durch den Einbau der Speicher in der Küche (zum Zeitpunkt der Errichtung waren keine 150 Liter Hängespeicher für das Bad verfügbar) waren aufgrund fehlender Revisionsöffnungen zudem Arbeiten an den Küchenzeilen erforderlich. Trotz der Vorgabe von Revisionsöffnungen für die Wartung der Speicher, wurden diese offenbar durch die Mieter nicht ausreichend berücksichtigt. Durch den Tausch der fehlerhaften Komponenten konnte zwar die Zapfrate erhöht werden, der häufige Einsatz des E-Heizstabs blieb allerdings bestehen.

Die Wasser-Wasser Wärmepumpen sollten entsprechend Datenblatt eine Leistungszahl von etwa 3,7 erreichen (W25/W55). Dies wird aufgrund des häufigen Betriebs des E-Heizstabs bei weitem nicht erreicht. Abhilfe kann bei einer derartigen dezentralen Lösung mit Wärmepumpen nur ein entsprechend großes Speichervolumen bieten, welches allerdings mehr Platz benötigt und daher bereits frühzeitig in der Planung zu verorten ist.

### 14.2.3 ERFAHRUNGEN AUS DER INBETRIEBNAHME

Folgende Punkte wurden im Zuge der Inbetriebnahme bisher festgestellt und behoben:

- Inverter der Heizungswärmepumpe bei Bauteil 4 defekt:
  - Zeit bis zum Tausch mit erhöhtem Stromverbrauch verbunden;
- Räume zu kalt und in weiterer Folge zu warm:
  - Stellmotoren öffnen nicht → provisorischer Ausbau der Stellmotoren und manuelle Einregulierung sowie Anhebung der Vorlauftemperatur → Überhitzung der Wohnungen kombiniert mit hohem Wärmeverbrauch;
  - Raumthermostate waren falsch angeschlossen (Signal Sommer-/Winterbetrieb; Signal Überladung mit PV-Strom);
  - Heizungsverteiler, korrekte Einstellung der Durchflüsse;
- Warmwasserzapfrate zu gering:
  - Speicherdurchmischung bei Warmwasserzapfung durch Nachströmung von Kaltwasser bei Haus 1+2 → Zapfmengen wesentlich zu gering;
  - Tausch von Warmwasser-Steigrohr und KW-Dichtung in den Speichern.

Die Einzelraumregelung wurde vorgesehen, um auf unterschiedliche Außeneinflüsse in den Räumen einer Wohnung entsprechend reagieren zu können. Beim vorliegenden Projekt verursacht die Vielzahl an Raumthermostaten allerdings einen erheblichen Aufwand bei der Fehlersuche (falsche Verkabelung, Signalverarbeitung).

Da beim vorliegenden Projekt in den Gebäuden keine Heizzentrale vorgesehen war, war die Realisierung einer dezentralen Warmwasserbereitung in den Wohnungen und einer zentralen Wärmepumpenanlage am Dach erforderlich. Insgesamt konnten mit dieser Lösung sehr geringe Baukosten erreicht werden.

Die Effizienz der Heizungswärmepumpe ist sehr gut, sowohl im Heiz- als auch Kühlbetrieb. Hingegen liegt die Effizienz der Warmwasserbereitung noch deutlich unter den Angaben in den Datenblättern. Dies ist vor allem dem häufigen Betrieb über den elektrischen Heizstab geschuldet. Bei dezentralen Warmwasserbereitern muss entweder das größere Speichervolumen oder die höhere Erzeugerleistung den Bedarf decken können. Unterschiedliche Bedarfe der Nutzer können nicht wie bei zentralen Systemen über die Anzahl der Wohnungen ausgeglichen werden. Der aktuelle Anlagenbetrieb führt zwar zu keinen Nutzerbeschwerden mehr, da aufgrund hoher Speichertemperaturen eine ausreichend hohe Zapfrate gegeben ist, die Anlageneffizienz der Warmwasserbereitung liegt allerdings hinter den Möglichkeiten zurück.

Unter Beachtung der bislang erreichten Effizienz der dezentralen Wärmepumpen und den Herausforderungen bei der Sicherstellung hohen Warmwasserkomforts, scheint eine dezentrale Speicherlösung mit PV-Strom betriebenen Elektroheizstäben eine mögliche Alternative zu sein.

#### 14.2.4 MAßNAHMEN FÜR DEN WEITEREN ANLAGENBETRIEB

Für das Haus 2 erfolgt über einen Zeitraum von ca. zwei Jahren ein Monitoring. Die bisher umgesetzten Maßnahmen werden in der nächsten Heizperiode weiter überprüft. Vorrangiges Ziel während des ersten Betriebsjahres war aufgrund der umfangreichen Probleme während der Inbetriebnahme, einen stabilen Anlagenbetrieb sicherzustellen. Nachdem dieser jetzt gegeben ist, soll das Thema zur Nutzung der thermisch aktivierten Bauteile als Energiespeicher vorangetrieben werden.

#### 14.2.5 MAßNAHMEN BEI KÜNFTIGEN BAUVORHABEN

Komplexere Systeme erfordern einen höheren Planungsaufwand, sowie einen wesentlich erhöhten Koordinationsaufwand während Bau- und Inbetriebnahme der Anlage. Dies betrifft insbesondere neue Anlagentechnik, welche vom Installateur bzw. Elektriker in dieser Form noch nicht verbaut wurde.

Die Bauteilaktivierung zur Konditionierung der Wohnungen funktioniert im Heiz- und Kühlbetrieb einwandfrei. Eine große Anzahl an Raumthermostaten, wie dies bei Einzelraumregelung der Fall ist, erhöht allerdings das Fehlerpotenzial und erschwert die Fehlersuche bei der Anlage, insbesondere wenn über die Raumthermostate mehrere Funktionen (Sommer- und Winterbetrieb in Kombination mit Passivwarmwasser sowie Überladung mit PV-Strom) abgedeckt werden sollen. Es stellt sich daher die Frage, ob die möglichen Vorteile der Einzelraumregelung dies aufwiegen können.

Dezentrale Anlagen sollten künftig jedenfalls vor dem Bezug der Wohnungen durch die Mieter voll funktionsfähig sein, eine umfangreiche Überprüfung der Gesamtanlage ist ratsam. Umfangreiche Adaptierungen an den dezentralen Anlage sind nach Bezug durch die Mieter zwangsläufig mit höherem Aufwand verbunden.

## 14.3 INTERVIEWS

Im Projektzusammenhang wurden Interviews zum Thema Bauteilaktivierung mit folgenden Experten geführt:

- Johann Dinhobl (9.5.2018): Projektpartner.
- Prok.Bmstr.Ing. Siegfried Iglar, Leiter Technik Neubau der Siedlungsgenossenschaft Neues Leben (10.4.2018): Die GBV setzt z.Z. mit dem Projekt Mühlgrundgasse/Fahngasse in 1220 Wien eines der ersten großvolumigen Wohnbauprojekte mit Bauteilaktivierung um (Übergabe Sommer 2019).
- Harald Kuster (22.5.2018): Als Energieplaner Pionier bei der Umsetzung von Bauteilaktivierungen.
- Arch.DI Richard Manahl (4.4.2018): Artec Architekten war und ist bei mehreren Bauvorhaben mit Bauteilaktivierung involviert.
- Wieland Moser, TB Käferhaus GmbH, Wien (24.5.2018): Als Energieplaner Pionier bei der Umsetzung von Bauteilaktivierungen.
- Ing. Engelbert Spiß, Geschäftsbereichsleiter Bau der Neuen Heimat Tirol (6.4.2018): Die GBV hat langjährige Erfahrungen mit Bauteilaktivierung im Nicht-Wohnbau, setzt im Wohnbau aber auf Fußbodenheizung (inkl. Kühlung).
- Der Zementverband (Sebastian Spaun, Frank Huber) war bei der Identifikation von Beispielprojekten hilfreich. Es wurde des weiteren auf eine Projekteinreichung für ein FFG in Kooperation des IIBW mit DI Peter Holzer und Prof. Rainer Haas (TU Wien) zurückgegriffen.

## 14.4 TABELLEN- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Grafik 1:   | Neue Heimat Tirol-5-Euro-Haus, BIM-Modell   | 10 |
| Grafik 2:   | Neue Heimat Tirol-5-Euro-Haus, BIM-Modell   | 10 |
| Grafik 3:   | Das 500-Euro-Haus der Vogewosi  | 12 |
| Grafik 4:   | Riva Home, erste Projektumsetzung 2016  | 13 |
| Grafik 5:   | Riva Home, Rendering Innenraum  | 15 |
| Tabelle 6:  | Anforderungen an ein Low-Tech Gebäude   | 17 |
| Grafik 7:   | Verträgliche Verdichtung in Eigenheim-Nachbarschaften                                     | 20 |
| Grafik 8:   | Theresienfeld Tonpfeifengasse – „Viertel <sup>24</sup> “-Häuser, Zugang vom Parkplatz aus | 21 |
| Grafik 9:   | Theresienfeld Tonpfeifengasse – „Viertel <sup>24</sup> “-Häuser                           | 22 |
| Grafik 10:  | „Viertel <sup>24</sup> “-Typologie – Grundrisse und Schnitt                               | 27 |
| Grafik 11:  | „Viertel <sup>24</sup> “ – Anpassbarkeit der Viertelhäuser                                | 28 |
| Grafik 12:  | Variante 1a – Schließung des Stiegenhauses mittels Dekorspanplatte beim Stiegenantritt    | 30 |
| Grafik 13:  | Variante 1b – Einbau einer Trenndecke, Stiege bleibt erhalten                             | 30 |
| Grafik 14:  | Variante 1c – Demontage der Stiege, zusätzliches Raumangebot                              | 31 |
| Grafik 15:  | Variante 2a – Fixe Stiege mit Abtrennung in Trockenbauweise unten                         | 32 |
| Grafik 16:  | Variante 2b – Fixe Stiege mit Abtrennung in Trockenbauweise oben                          | 33 |
| Grafik 17:  | „Viertel <sup>24</sup> “ – fertige Innenstiege  | 33 |
| Grafik 18:  | Theresienfeld Tonpfeifengasse – Übereckfenster schaffen großzügiges Raumgefühl            | 36 |
| Tabelle 19: | Baumaterial-Matrix Wandbildner  | 38 |
| Tabelle 20: | Variantenvergleich Hülle-Haustechnik (2017)   | 52 |
| Tabelle 21: | Variantenvergleich Hülle-Haustechnik (2017)   | 52 |
| Grafik 22:  | Konzept Haustechnik   | 53 |
| Grafik 23:  | Theresienfeld Tonpfeifengasse – Energiezentrale mit Wärmepumpe am Dach                    | 54 |
| Grafik 24:  | Theresienfeld Tonpfeifengasse – Bauteilaktivierung, verlegte Kunststoffleitungen          | 54 |
| Grafik 25:  | Theresienfeld Tonpfeifengasse – Bauteilaktivierung Verteilerkasten                        | 55 |
| Grafik 26:  | Theresienfeld Tonpfeifengasse – Warmwasseraufbereitung mit Mikrowärmepumpe                | 55 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Grafik 27:  | Variantenvergleich: 23°C und 22,4l/(P*d)   | 58  |
| Grafik 28:  | Stromaufbringung und -verbrauch  | 59  |
| Grafik 29:  | Variantenberechnung  | 60  |
| Grafik 30:  | Variantenberechnung  | 61  |
| Grafik 31:  | Annuitätenvergleich der Varianten  | 62  |
| Grafik 32:  | Ergebniswolke vereinfachte Variantenberechnung   | 63  |
| Grafik 33:  | Ergebniswolke Wärmepumpe vs. Infrarotheizung   | 64  |
| Grafik 34:  | Vergleich der Haustechnikvarianten mit Wärmeübertragung durch Bauteilaktivierung                                     | 65  |
| Grafik 35:  | Vergleich Fußbodenheizung und Bauteilaktivierung   | 65  |
| Grafik 36:  | Vergleich kontrollierte Wohnraumlüftung und Abluftanlage   | 66  |
| Tabelle 37: | Wärme- und Kältebedarf Bauteilaktivierung und Wärmeaufnahme WP-Boiler in kWh/(m <sup>2</sup> <sub>WNF.a</sub> )      | 67  |
| Grafik 38:  | Wärmebedarf Bauteilaktivierung pro Top und Gebäude im Vergleich zu Prognose  | 68  |
| Tabelle 39: | Endenergiebedarf Gebäude – Messung und Hochrechnung  | 68  |
| Tabelle 40: | Endenergiebedarf Gebäude – Ableitung und Vergleich mit Prognose  | 69  |
| Tabelle 41: | Messung und Auswertung dezentrale Wärmepumpen-Boiler   | 69  |
| Tabelle 42: | Gebäudesoftskills-Evaluierung „Viertel“  | 77  |
| Grafik 43:  | Gärtnerische Gestaltung des Parkplatzes  | 78  |
| Grafik 44:  | Naturnahe Gestaltung des Spielplatzes  | 79  |
| Grafik 45:  | Struktur der Bewohner:innen 2021   | 82  |
| Tabelle 46: | Struktur der Mieter:innen und Interessent:innen 2020   | 82  |
| Grafik 47:  | Überblick Vertrautheit Technologien und Systeme  | 83  |
| Grafik 48:  | Vertrautheit Thermostatregelung in allen Räumen  | 84  |
| Grafik 49:  | Vertrautheit mit Technologie Photovoltaik vor und nach Einzug  | 85  |
| Grafik 50:  | Überblick Zufriedenheit mit Technologien und Systemen  | 86  |
| Grafik 51:  | Zufriedenheit mit Technologie/System Bauteilaktivierung für Kühlung  | 87  |
| Grafik 52:  | Überblick Zufriedenheit mit weiteren Besonderheiten  | 88  |
| Grafik 53:  | Überblick Umwelt und Energieverbrauch  | 89  |
| Grafik 54:  | Überblick Bewertung Wohlfühlaspekte  | 90  |
| Grafik 55:  | Medienberichterstattung, Der Standard, 21.9.2019   | 93  |
| Grafik 56:  | Sujet Printmedien (12/2019)  | 94  |
| Grafik 57:  | Gewonnene Preise   | 95  |
| Tabelle 58: | Ergebnisse der Gebäudesimulation   | 98  |
| Grafik 59:  | Heizleistung und Leistungszahl der Luft-Wasser Wärmepumpe in Abhängigkeit der Temperatur auf der Quellenseite [Ovum] | 100 |
| Tabelle 60: | Datenblatt Heizungswärmepumpe [Ovum]   | 100 |
| Tabelle 61: | Datenblatt Warmwasserwärmepumpe [Ovum]   | 101 |
| Grafik 62:  | Anlagenschema und Zählkonzept Monitoring (Messpunkte)  | 102 |
| Grafik 63:  | Wärme- und Kältebedarf, Haus 2   | 103 |
| Grafik 64:  | Raumlufttemperatur Wohnküche (Top 2.5) während der Inbetriebnahmephase   | 104 |
| Grafik 65:  | Raumlufttemperatur Zimmer 2 (Top 2.5) während der Inbetriebnahmephase  | 104 |
| Grafik 66:  | Vorlauf- und Rücklauftemperatur am Heizkreisverteiler (Top 2.5) während der Inbetriebnahmephase                      | 104 |
| Grafik 67:  | Verlauf der Außenlufttemperatur während der Inbetriebnahmephase  | 104 |
| Grafik 68:  | Vorlauf- und Rücklauftemperatur der Wärmepumpe während der Inbetriebnahme der Kühlung                                | 105 |
| Grafik 69:  | Raumlufttemperatur Wohnküche (Top 2.3) während der Inbetriebnahme der Kühlung  | 105 |
| Grafik 70:  | Strombedarf Luft-Wasser Wärmepumpe und Monatsarbeitszahl   | 106 |
| Grafik 71:  | Strombedarf Wasser-Wasser Wärmepumpe und Monatsarbeitszahl (Top 2.5)   | 106 |

## 14.5 LITERATUR

- WGG – Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz 1979 und Rechtsprechung ([www.ris.bka.gv.at](http://www.ris.bka.gv.at)).
- Förderungsvorschriften des Landes NÖ und der anderen Bundesländer.
- Amann, W. (2014): Wohnungspolitische Rahmenbedingungen für eine nachhaltige und leistbare Siedlungsentwicklung. In: SIR-Mitteilungen und Berichte 35/2014.
- Amann, W. (2016): Eigentumsbeschränkungen in den Wohnbauförderungsbestimmungen der Länder. Expertise. (IIBW: im Auftrag der Neuen Heimat Tirol).
- Amann, W. (2022): Bauteilaktivierung als Schlüssel zur Energiewende. Kommentar in: Zement+Beton 1/2022, S. 29.
- Amann, W., Jurasszovich, S., Mundt, A. (2016): Berichtstandard Wohnbauförderung 2016 (Wien: IIBW, im Auftrag des Landes Wien).
- Buxbaum, P.A., Oberzaucher, E. (Hrsg.)(2021): Gebäudesoftskills, Bauen in menschlichen Dimensionen (Wien: IBO Verlag).
- Deinsberger – Deinsweger, H. (2016): Habitat für Menschen: Wohnpsychologie und humane Wohnbautheorie (Lengerich: Pabst).
- Eberle, D. (Hg.), Tröger, E. (Autor) (2016): Dichte A–mosphäre - Über die bauliche Dichte und ihre Bedingungen in der mitteleuropäischen Stadt (Berlin: Birkhäuser).
- Erber, S., Roßkopf-Nachbaur, T. (2021): Low-Tech Gebäude. Prozess Planung Umsetzung (Energieinstitut Vorarlberg und Partner des Interreg Alpenrhein-Podensee-Hochrhein Projekts).
- Ertl, M., Henzl, F., Veit, R. (2008): Das bedarfsorientierte, teilbare Eigenheim. Strategie zur Vermeidung leer stehender Flächen durch neue Nutzungen im Eigenheimbau für Einliegerwohnung, Altenbetreuung, Generationenwohnen, Arbeiten, etc. (Wien, gefördert aus Mitteln der NÖ Wohnbauforschung, F-2145).
- Friembichler, F., Handler, S., Kreč, K., Kuster, H. (2016): Energiespeicher Beton – Thermische Bauteilaktivierung – Planungsleitfaden – Einfamilien- und Reihenhäuser. Berichte aus der Energie und Umweltforschung 9/2016, Wien.
- Handler, S. (2016): Konditionierung von massiven Einfamilienhäusern mit Wärmepumpe unter Nutzung der Leistungsspitzen im öffentlichen Stromnetz, Untersuchung eines exemplarischen Massivhauses der Aichinger Hoch- und Tiefbau GmbH.
- Holzer, P. (2014): Heizen und Kühlen mit Beton – Potenziale eines Baustoffs. Expertenforum 2014 Tagungsband – Energiespeicher Beton, Visionäres Energiemanagement – von der Forschung zur Umsetzung (Wien: Zement und Beton Handels- und Werbeges.m.b.H.).
- IIBW (Lead), Hasberger Seitz & Partner Rechtsanwälte GmbH, Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz, Gemeinnützige Bau- u. Wohnungsgenossenschaft "Wien-Süd" eGenmbH, EVN AG (2016): StromBIZ – Geschäftsmodelle dezentrale Stromerzeugung und Distribution (Programm: Energie der Zukunft; Programmlinie: Stadt der Zukunft, 1. Ausschreibung; Projekt 845187).
- Kreč, K. (2015): Die thermische Bauteilaktivierung als Wärmespeicher. Tagungsband Expertenforum November 2015 (Wien: Zement und Beton Handels- und Werbeges.m.b.H.).
- Lugger, K.; Holoubek, M. (Hg.) (2008) (Koordination und Redaktion durch das IIBW): Die österreichische Wohnungsgemeinnützigkeit – ein europäisches Erfolgsmodell (Wien: Manz).
- Mundt, A., Amann, W. (2015): Leistbares Wohnen – Bestandsaufnahme von monetären Leistungen für untere Einkommensgruppen zur Deckung des Wohnbedarfs (Wien: IIBW, im Auftrag des bmask – Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz).
- Siedlungsgenossenschaft Neunkirchen / IIBW (2017): Lernen von partizipativen Wohngruppen: neue Wege des Besiedlungsmanagements im gemeinnützigen Wohnbau (Wien/Neunkirchen: IIBW, mit Förderung des Landes Niederösterreich, F 2245).
- Statistik Austria (2021): Mikrozensus: Durchschnittliche Nettomiete und Betriebskosten von Hauptmietwohnungen nach Bundesland (Zeitreihe), Website: [Statistik.at](http://Statistik.at) / Wohnen / Wohnkosten

[https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/wohnen/wohnkosten/079262.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/wohnkosten/079262.html),  
abgerufen: Februar 2022

VÖZ (2016): Thermische Bauteilaktivierung. Planungsleitfaden Einfamilien- und Reihenhäuser (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Haus der Zukunft).

Wieser, R., Amann, W. (2015): Stärkung der Effizienz des gemeinnützigen Sektors in Niederösterreich (Wien: IIBW, im Auftrag des Landes Niederösterreich, F-2227).



## 14.6 ENERGIEAUSWEIS (HAUS 1, „VIERTEL<sup>24</sup>-TYPOLOGIE)

### Energieausweis für Wohngebäude



OIB-Richtlinie 6  
Ausgabe: März 2015

**BEZEICHNUNG** Theresienfeld - Tonpfeifengasse 5 (Top 1-6) - Fertigstellung

|                |                    |                    |               |
|----------------|--------------------|--------------------|---------------|
| Gebäude(-teil) | wohnen             | Baujahr            | 2019          |
| Nutzungsprofil | Mehrfamilienhaus   | Letzte Veränderung |               |
| Straße         | Tonpfeifengasse 5  | Katastralgemeinde  | Theresienfeld |
| PLZ/Ort        | 2604 Theresienfeld | KG-Nr.             | 23436         |
| Grundstücksnr. | 448/7              | Seehöhe            | 282 m         |

#### SPEZIFISCHER STANDORT-REFERENZ-HEIZWÄRMEBEDARF, STANDORT-PRIMÄRENERGIEBEDARF, STANDORT-KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR



**HWB<sub>Ref</sub>**: Der **Referenz-Heizwärmebedarf** ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

**WWWB**: Der **Warmwasserwärmebedarf** ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

**HEB**: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

**HHSB**: Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

**EEB**: Der **Endenergiebedarf** umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

**f<sub>GEE</sub>**: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

**PEB**: Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB<sub>ern.</sub>) und einen nicht erneuerbaren (PEB<sub>n.ern.</sub>) Anteil auf.

**CO<sub>2</sub>**: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Vorketten.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der OIB-Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden nach Maßgabe der NÖ BTv 2014. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren für Primärenergie und Kohlendioxidemissionen ist 2004 - 2008 (Strom: 2009 - 2013), und es wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

GUGERELL KG - 3300 Amstetten - Wiener Straße 2/2 - 07472-20762 - office@gugerell-kg.at

GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at

Bearbeiter Ing. Franz Gugerell, MSc

p2020,122201 REPEA15 o1517 - Niederösterreich

Geschäftszahl 2017-067

04.11.2020

Seite 1

# Energieausweis für Wohngebäude



OIB-Richtlinie 6  
Ausgabe: März 2015

## GEBÄUDEKENNDATEN

|                    |                      |                         |          |                        |                         |
|--------------------|----------------------|-------------------------|----------|------------------------|-------------------------|
| Brutto-Grundfläche | 773 m <sup>2</sup>   | charakteristische Länge | 1,98 m   | mittlerer U-Wert       | 0,26 W/m <sup>2</sup> K |
| Bezugsfläche       | 619 m <sup>2</sup>   | Heiztage                | 187 d    | LEK <sub>T</sub> -Wert | 19,3                    |
| Brutto-Volumen     | 2.402 m <sup>3</sup> | Heizgradtage            | 3437 Kd  | Art der Lüftung        | RLT ohne WRG            |
| Gebäude-Hüllfläche | 1.213 m <sup>2</sup> | Klimaregion             | NSO      | Bauweise               | schwer                  |
| Kompaktheit (AVV)  | 0,51 1/m             | Norm-Außentemperatur    | -13,1 °C | Soll-Innentemperatur   | 20 °C                   |

## ANFORDERUNGEN (Referenzklima)

|                               |                            |         |                       |                           |
|-------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|---------------------------|
| Referenz-Heizwärmebedarf      | 40,2 kWh/m <sup>2</sup> a  | erfüllt | HWB <sub>Ref,RK</sub> | 27,0 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Heizwärmebedarf               |                            |         | HWB <sub>RK</sub>     | 27,0 kWh/m <sup>2</sup> a |
| End-/Lieferenergiebedarf      |                            |         | E/LEB <sub>RK</sub>   | 28,3 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Gesamtenergieeffizienz-Faktor | 0,85                       | erfüllt | f <sub>GEE</sub>      | 0,61                      |
| Erneuerbarer Anteil           | alternatives Energiesystem | erfüllt |                       |                           |

## WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

|                                      |              |                               |                           |
|--------------------------------------|--------------|-------------------------------|---------------------------|
| Referenz-Heizwärmebedarf             | 20.950 kWh/a | HWB <sub>Ref,SK</sub>         | 27,1 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Heizwärmebedarf                      | 20.950 kWh/a | HWB <sub>SK</sub>             | 27,1 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Warmwasserwärmebedarf                | 9.881 kWh/a  | WWWB                          | 12,8 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Heizenergiebedarf                    | 15.066 kWh/a | HEB <sub>SK</sub>             | 19,5 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Energieaufwandszahl Heizen           |              | e <sub>AWZ,H</sub>            | 0,49                      |
| Haushaltsstrombedarf                 | 12.704 kWh/a | HHSB                          | 16,4 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Endenergiebedarf                     | 21.938 kWh/a | EEB <sub>SK</sub>             | 28,4 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Primärenergiebedarf                  | 41.902 kWh/a | PEB <sub>SK</sub>             | 54,2 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Primärenergiebedarf nicht erneuerbar | 28.958 kWh/a | PEB <sub>n.em.,SK</sub>       | 37,4 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Primärenergiebedarf erneuerbar       | 12.943 kWh/a | PEB <sub>em.,SK</sub>         | 16,7 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Kohlendioxidemissionen               | 6.055 kg/a   | CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub> | 7,8 kg/m <sup>2</sup> a   |
| Gesamtenergieeffizienz-Faktor        |              | f <sub>GEE</sub>              | 0,61                      |
| Photovoltaik-Export                  | 2.510 kWh/a  | PV <sub>Export,SK</sub>       | 3,2 kWh/m <sup>2</sup> a  |

## ERSTELLT

GWR-Zahl  
Ausstellungsdatum 04.11.2020  
Gültigkeitsdatum 03.11.2030

ErstellerIn

GUGERELL KG  
Wiener Straße 2/2  
3300 Amstetten

Unterschrift

**GUGERELL KG**  
Bauen • Wohnen • Energie

WIENER STRASSE 2/2 | 3300 AMSTETTEN  
T +43 7472 20762 | M +43 650 7621001  
office@gugerell-kg.at | www.gugerell-kg.at

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.