

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verwendeter Grundriss für den Modellaufbau in IDA ICE der Dianagasse. Es wurde der Grundrissplan des 2. Stockwerks verwendet (eigene Darstellung).	16
Abbildung 2: Verwendeter Grundrissplan des 3. Stockwerks für den Modellaufbau in IDA ICE in der Gerlgasse (eigene Darstellung).	16
Abbildung 3: Aufbau einer beispielhaften Tramdecke (vgl. TU WIEN, S. A.).	17
Abbildung 4: Definition der beispielhaften Tramdecke aus Abbildung 3 in IDA ICE (eigene Darstellung).	17
Abbildung 5: 3D-Ansicht der Gebäudemodelle in IDA ICE. Links: Dianagasse, rechts: Gerlgasse (eigene Darstellung).	19
Abbildung 6: Gleichzeitigkeitskurven in Anlehnung an den Technologieleitfaden Warmwasser der MA20 (vgl. ALLPLAN, 2016).	20
Abbildung 7: Tagesverbrauchsprofile gem. BLATTER ET.AL., 1993.	21
Abbildung 8: Ausschnitt Berechnung jährl. Herstellkosten (eigene Darstellung).	29
Abbildung 9: Ansicht der Nordwestfassade der Liegenschaft in der Dianagasse (BOKU).	32
Abbildung 10: Ansicht der in QGIS importierten Bohrpunkte aus der von STEINER ET AL., 2023 durchgeführten Studie sowie der Leitungen auf öffentlichem Grund aus dem zentralen Leitungskataster (eigene Darstellung).	38
Abbildung 11: Maximale nutzbare Länge in der Dianagasse und Fließrichtung des Grundwasserkörpers (vgl. STADT WIEN, S. A. E sowie STADT WIEN, S. A. F).	41
Abbildung 12: Brunnenabstände und Entnahmemengen umliegender Anlagen im Bereich Dianagasse (schriftliche Auskunft von Geosphere Austria vom 19.03.2025, Trendlinie selbst eingefügt, eigene Darstellung).	42
Abbildung 13: Ansicht der Nordfassade der Liegenschaft in der Gerlgasse (BOKU).	47
Abbildung 14: Ansicht der in QGIS importierten Bohrpunkte aus der von STEINER ET AL., 2023 bearbeiteten Studie sowie der Leitungen auf öffentlichem Grund aus dem zentralen Leitungskataster (eigene Darstellung).	53
Abbildung 15: Grundriss des westlichen Durchganges (links) und Aufriss durch den östlichen Durchgang (rechts, eigene Darstellung).	53
Abbildung 16: Lage des Objekts Gerlgasse in einem Bereich der römischen Zivilsiedlung (vgl. STADT WIEN, S. A. D).	55
Abbildung 17: Die für die solarthermische Nutzung zur Verfügung stehenden Dachflächen im Objekt Gerlgasse. Die hofseitigen Flächen weisen eine Dachneigung von 33 ° auf, die straßenseitigen Flächen eine von 45 ° (eigene Darstellung).	59
Abbildung 18: Mögliche Technikfläche im Kellergeschoß (eigene Darstellung).	64
Abbildung 19: Aufteilung der Wohnungseinheiten des 1. Obergeschoßes und die geographische Ausrichtung der Liegenschaft (eigene Darstellung).	64
Abbildung 20: Schema der Warmwasserbereitstellung mit einer Frischwasserstation (eigene Darstellung).	67
Abbildung 21: Schematische Darstellung der Brauchwasser-Wärmepumpe (eigene Darstellung).	68
Abbildung 22: Schematische Darstellung des E-Speichers mit Heizregister (eigene Darstellung).	69

Abbildung 23: Schematische Darstellung dezentrale Klein-Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser (eigene Darstellung).....	70
Abbildung 24: Position der Erdwärmesonden auf dem Grundstück und mittlerer Sondenabstand (eigene Darstellung).....	73
Abbildung 25: Energieflussdiagramm der Erdwärmesonden für die Dianagasse 2, Nutzung Eigengrund, 65 kW Heizleistung und Vorlauftemperatur von 55 °C (eigene Darstellung).	74
Abbildung 26: Schematische Darstellung der multivalenten Wärmeerzeugung mittels Sole- und Luft-Wärmepumpen und Warmwasserbereitung über Frischwasserstationen (V4, eigene Darstellung). ..	75
Abbildung 27: Schematische Darstellung der multivalenten Wärmeerzeugung mittels Sole- und Luft-Wärmepumpen und dezentraler Warmwasserbereitung mittels E-Boiler (V5, eigene Darstellung). ..	76
Abbildung 28: Energieflussdiagramm der Erdwärmesonden für die Dianagasse 2, Nutzung Eigengrund, 50 kW Heizleistung und Vorlauftemperatur von 45 °C (eigene Darstellung).	77
Abbildung 29: Energieflussdiagramm der Erdwärmesonden für die Dianagasse 2, Nutzung Eigengrund, 50 kW Heizleistung und Vorlauftemperatur von 35 °C (eigene Darstellung).	78
Abbildung 30: Schema einer kaskadenartigen Wärmeerzeugung mit zentralen Sole- und Luft-Wärmepumpen und dezentralen Wärmepumpen in den Wohnungen für die Heizung und die Warmwassererzeugung (V6, eigene Darstellung).	79
Abbildung 31: Position der Erdwärmesonden auf dem Grundstück und mittlerer Sondenabstand (eigene Darstellung).....	81
Abbildung 32: Energieflussdiagramm der Erdwärmesonden für die Dianagasse 2, Erweiterung öffentlicher Grund (eigene Darstellung).	82
Abbildung 33: Schematische Darstellung der monovalenten Versorgung über Sole-Wärmepumpen und dezentrale Klein-Wärmepumpen (V7, eigene Darstellung).	82
Abbildung 34: Schematische Darstellung der Referenzvariante mit einer monovalenten Versorgung über eine Luftwärme-Pumpe (V1, eigene Darstellung).	83
Abbildung 35: Schematische Darstellung der monovalenten Versorgung über Luft-Wärmepumpen und dezentrale Warmwasserbereitung über E-Speicher (V2, eigene Darstellung).	84
Abbildung 36: Schematische Darstellung der monovalenten Versorgung über Luft-Wärmepumpen und dezentrale Klein-Wärmepumpen (V3, eigene Darstellung).	84
Abbildung 37: Investitionskosten je Variante inkl. Förderung (Landesförderung Wien), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).....	85
Abbildung 38: Investitionskosten je Variante inkl. Förderung (Landesförderung Wien), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	86
Abbildung 39: Jährliche Gesamtkosten BETRIEB (Energie, Wartung und Instandsetzung), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	87
Abbildung 40: Jährliche Energiekosten (Strom) der einzelnen Varianten für Heizung und Warmwasserbereitung, Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).....	88
Abbildung 41: Jährliche Gesamtkosten je Wohnung (Investitions- und Wärmekosten), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	89
Abbildung 42: Jährliche Gesamtkosten je m ² (Investitions- und Wärmekosten), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	90
Abbildung 43: Mögliche Technikflächen im Kellergeschoß der Gerlgasse 12-14 (eigene Darstellung).	92

Abbildung 44: Grundrisse der Wohnungseinheiten in der Gerlgasse 12-14, Lage der Gastherme rot markiert (eigene Darstellung).	93
Abbildung 45: Schematische Darstellung der Warmwassererzeugung und der Wärmeabgabe in den Wohnungen der Gerlgasse 12-14 (eigene Darstellung).	95
Abbildung 46: Position des Sondenfeldes im Innenhof der Liegenschaft (eigene Darstellung).	98
Abbildung 47: Energieflussdiagramm mit 15 Erdwärmesonden auf Eigengrund (eigene Darstellung).	99
Abbildung 48: Schematische Darstellung der multivalenten Wärmeerzeugung mittels Sole- und Luft-Wärmepumpen und Frischwasserstationen in der Gerlgasse 12-14 (V3, eigene Darstellung).	100
Abbildung 49: Beispielhafter Verlauf der Verteilungen der aktivierten Fassade für die Temperierung in der Gerlgasse 12-14 (eigene Darstellung).	100
Abbildung 50: Schematische Darstellung des Change-Over-Betriebs des multivalenten Heizsystems in der Gerlgasse 12-14 mittels Sole- und Luft-Wärmepumpen, welche mit den Frischwasserstationen sowie der Fassadenaktivierung gekoppelt sind (eigene Darstellung).	101
Abbildung 51: Schematische Darstellung der multivalenten Wärmeerzeugung mittels Sole- und Luft-Wärmepumpen und E-Speicher in der Gerlgasse 12-14 (V4, eigene Darstellung).	102
Abbildung 52: Schematische Darstellung der multivalenten Wärmeerzeugung mittels Sole- und Luft-Wärmepumpen und E-Speicher mit WRG in der Gerlgasse 12-14 (V5, eigene Darstellung).	102
Abbildung 53: Betriebsmodi in Abhängigkeit der Außentemperatur. Im blauen Feld ist der Betrieb der Sole-Wärmepumpe effizienter als die Luftwärme-Pumpe (grün); 1A, 1B, 2A, 2B, 3 sind 5 mögliche Betriebsmodi (eigene Darstellung).	103
Abbildung 54: Betriebsmodus 1A Wärmebetrieb bei einer Außentemperatur $< 0\text{ °C}$ (eigene Darstellung).	104
Abbildung 55: Betriebsmodus 1B Wärmebetrieb ($0 - 6\text{ °C}$ Außentemperatur, eigene Darstellung). ..	105
Abbildung 56: Betriebsmodus 2A ($6 - 14\text{ °C}$ Außentemperatur, eigene Darstellung).	106
Abbildung 57: Betriebsmodus 2B (Wärmebetrieb) $14 - 22\text{ °C}$ Außentemperatur (eigene Darstellung).	106
Abbildung 58: Betriebsmodus 3A mit passiver Entwärmung Außentemperaturen über 26 °C (eigene Darstellung).	107
Abbildung 59: Betriebsmodus 3B mit aktiver Entwärmung über Sole-Wärmepumpe (eigene Darstellung).	108
Abbildung 60: Position der Erdwärmesonden auf dem Grundstück, sowie im auf öffentlichem Grund und mittlerer Sondenabstand (eigene Darstellung).	109
Abbildung 61: Energieflussdiagramm der Erdwärmesonden für die Gerlgasse 12-14, Erweiterung öffentlicher Grund (eigene Darstellung).	110
Abbildung 62: Schematische Darstellung der Referenzvariante mit einer monovalenten Versorgung über Geothermie mittels Sole-Wärmepumpe (V1, eigene Darstellung).	110
Abbildung 63: Position der Erdwärmesonden auf dem Grundstück und mittlerer Sondenabstand (eigene Darstellung).	111
Abbildung 64: Energieflussdiagramm der Erdwärmesonden für die Gerlgasse 12-14, Erweiterung öffentlicher Grund und kaltes Verteilnetz (eigene Darstellung).	112
Abbildung 65: Schematische Darstellung der Wärmeerzeugung mittels Geothermie über Sole-Wärmepumpen und Klein-Wärmepumpen in der Gerlgasse 12-14 (V2, eigene Darstellung).	113

Abbildung 66: Schematische Darstellung der monovalenten Wärmeerzeugung mittels Luft-Wärmepumpen und Klein-Wärmepumpen in der Gerlgasse 12-14 (V6, eigene Darstellung).	113
Abbildung 67: Investitionskosten je Variante inkl. Förderung (Landesförderung Wien), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	114
Abbildung 68: Investitionskosten je Variante inkl. Förderung (Landesförderung Wien), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	115
Abbildung 69: Jährliche Gesamtkosten BETRIEB (Energie, Wartung und Instandsetzung), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	116
Abbildung 70: Jährliche Energiekosten (Strom) der einzelnen Varianten für Heizung und Warmwasserbereitung, Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	117
Abbildung 71: Jährliche Gesamtkosten je Wohnung (Investitions- und Wärmekosten), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	118
Abbildung 72: Jährliche Gesamtkosten je m ² (Invest- und Wärmekosten), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	118
Abbildung 73: Entscheidungsbaum für die Fragestellung, ob ein Gebäude multi- oder monovalent wärmeversorgt werden kann (eigene Darstellung).	125
Abbildung 52: Entscheidungszweig für die Wärmequelle Abwasser (eigene Darstellung).	130
Abbildung 75: Entscheidungszweig für die Wärmequellen Abluft und Grundwasser (eigene Darstellung).	131
Abbildung 76: Entscheidungszweig für die Wärmequellen Erdsonden und Luftwärme-Pumpe (eigene Darstellung).	132
Abbildung 77: Entscheidungszweig für die Wärmequelle Solarthermie (eigene Darstellung).	133
Abbildung 78: Schematische Darstellung der möglichen Varianten des Wärmeabgabesystems und der Warmwassererzeugung (eigene Darstellung).	138
Abbildung 79: Schematische Darstellung der Varianten der Wärmequelle (eigene Darstellung).	139
Abbildung 80: Monitoringprozess von der Messung bis zur Optimierung (eigene Darstellung).	146
Abbildung 81: Verortung der Messfühler im Hydraulikschema des Objekts Gerlgasse (eigene Darstellung).	149
Abbildung 82: Verortung der Messfühler zur Überwachung der Fassadenaktivierung im Objekt Gerlgasse (eigene Darstellung).	149
Abbildung 83: Bilanzkreise für das System in der Gerlgasse (eigene Darstellung).	150
Abbildung 84: Beispielhafte Darstellung einer Gesamtenergiebilanz nach Bilanzkreis und Monaten. Die dargestellten Werte sind beispielhafte Werte und dienen rein der Veranschaulichung (eigene Darstellung).	151
Abbildung 85: Beispielhaftes Energieflussdiagramm für das Objekt Gerlgasse. Die Breite der Pfeile in einem Energieflussdiagramm korrespondiert mit der zwischen zwei Komponenten transportierten Energiemenge (eigene Darstellung).	152
Abbildung 86: Schritte bei der Erstellung eines Regelungskonzept für Wärme- und Kälteerzeuger (eigene Darstellung).	156
Abbildung 87: Entscheidungsbaum für die Fragestellung, ob ein Gebäude multi- oder monovalent wärmeversorgt werden kann (eigene Darstellung).	168
Abbildung 88: Entscheidungsbaum zur Auswahl der lokal verfügbaren erneuerbaren Wärmequellen (eigene Darstellung).	186