

Schlussbericht, 3. Juli 2018

Kurzdokumentation einer Luft- Wasser Wärmepumpe > 50 kW

Aussen aufgestellte Anlage für ein Mehrfamilienhaus in Huttwil



energieschweiz

Unser Engagement: unsere Zukunft.

Autoren

Alexandra Märki, EBP Schweiz AG

Mario Bucher, EBP Schweiz AG

Sabine Perch-Nielsen, EBP Schweiz AG

**Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.
Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.**

Adresse

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: 3003 Bern
Infoline 0848 444 444. www.energieschweiz.ch/beratung
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Aussen aufgestellte Luft-Wasser Wärmepumpe für ein Mehrfamilienhaus	4
2.1	Ausgangslage	4
2.2	Systemvergleich	4
2.3	Systementscheid und Beweggründe	6
2.4	Planungs- und Bewilligungsverfahren.....	6
2.5	Bauphase	6
3	Anlagekonzept.....	7
4	Erfahrungen	10
5	Erfolgsfaktoren und Hürden	11
6	Fotos.....	13

1 Einleitung

Luft-Wasser Wärmepumpen (L-W WP) werden meist in Einfamilienhäusern eingesetzt. Der Einsatz von grösseren Anlagen mit einer Leistung > 50 kW in Mehrfamilienhäusern, insbesondere bei Sanierungen, steht erst am Anfang. Im Kanton Bern werden Luft/Wasser-Wärmepumpen in Bestandsgebäuden seit Mitte 2016 beim Ersatz von Ölfeuerung gefördert. Bis heute gibt es im ganzen Kanton eine einzige vom Kanton in diesem Kontext geförderte und daher bekannte Anlage in einem Bestand-Mehrfamilienhaus. Das Bundesamt für Energie (BFE) interessieren Kosten/Nutzen, ausschlaggebende Gründe für den Entscheid für die Wärmepumpe, Einstellungen der Akteure, mögliche Hürden während Planung, Bau, Inbetriebnahme und Betrieb, Schlüsselfaktoren für die erfolgte Umsetzung sowie Erfahrungen nach der ersten Heizperiode. Das BFE hat EBP angefragt, diesen Fragen nachzugehen und die Antworten aufzubereiten.

Als Grundlagen dieser Dokumentation dienen technischen Daten der Wärmepumpe und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung verschiedener Wärmeerzeuger, gerechnet durch ein Ingenieur-büro im Auftrag der Bauherrschaft. Die Anlage wurde von EBP mit dem Eigentümer Othmar Keel, dem Immobilienbewirtschafter Claudio Fischer der Immondo AG Langenthal und dem ausführenden Heizungsinstallateur Daniel Graber der Daniel Graber Wärmetechnik GmbH Usenbach vor Ort besichtigt. An dieser Stelle bedanken wir uns bei den Herren für Ihre Zeit und Offenheit für das Gespräch. Zusätzlich wurde telefonisch die Gemeinde Huttwil zum Bewilligungsverfahren kontaktiert.

2 Aussen aufgestellte Luft-Wasser Wärmepumpe für ein Mehrfamilienhaus

2.1 Ausgangslage

Die Liegenschaft an der Langenthalstrasse 35 in 4950 Huttwil ist ein 25-jähriges Wohngebäude mit 11 Mietwohnungen. Die Gebäudehülle entspricht dem Originalzustand zum Zeitpunkt des Baus. Bis zum Einbau der Wärmepumpe im Jahr 2017 wurde das Gebäude mit einer Ölheizung beheizt. Gegen Ende der Lebensdauer der Ölheizung stellte sich die Frage des Heizungsersatzes. Der Eigentümer war motiviert sich frühzeitig (vor dem effektiven Ausfall der Ölheizung) mit dem Thema Heizungsersatz auseinanderzusetzen und dabei erneuerbare Lösungen in Betracht zu ziehen. Er bestellte daher bei einem Ingenieurbüro einen Vergleich verschiedener Systeme.

2.2 Systemvergleich

Das Ingenieurbüro hat Wirtschaftlichkeitsberechnungen für folgende Systeme durchgeführt:

- Ölkessel
- Ölkessel mit Solar
- Wärmepumpe aussen

- Holz-Pellets
- Pellets mit Solar
- Wärmepumpe mit Eisspeicher

Eine Wärmeerzeugung über Erdsonden bzw. Fernwärme wurde vorgängig ausgeschlossen. Bohrungen sind am Standort der Liegenschaft nicht erlaubt und der Anschluss an die Fernwärme wirtschaftlich nicht interessant. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung ergab für das System «Wärmepumpe aussen» hohe Investitionskosten, aber die tiefsten mittleren Wärmegestehungskosten (vgl. Abbildung 1).

Total der mittleren jährlichen Kosten über die Betrachtungsdauer

Es sollen nur Varianten mit gleicher Betrachtungsdauer untereinander verglichen werden.

Kostenart	Variante 1 Heizöl	Variante 2 Heizöl+Solar	Variante 3 WP Aussenluft	Variante 4 Pellets	Variante 5 Pellets+Solar	Variante 6 WP Eisspeicher
Wart-, Bedien. und UH-Kosten	5'630	5'970	4'090	6'410	6'740	4'750
Energiekosten [Fr.]	17'450	14'820	10'070	10'890	9'380	8'670
Betriebskosten [Fr.]	23'080	20'790	14'160	17'300	16'120	13'420
Kapitalkosten [Fr.]	5'350	7'190	8'380	8'030	9'740	12'020
Umweltkosten [Fr.]	4'390	3'730	1'840	1'620	1'400	1'580
Total [Fr.]	32'820	31'710	24'380	26'950	27'260	27'020
	(100%)	(97%)	(74%)	(82%)	(83%)	(82%)

Investitionskosten

Total [Fr.]	87'300	117'300	137'100	131'300	159'000	196'500
--------------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Kennwerte auf Stufe Nutzenergie

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
Mittl. Wärmegestehungskos	37.7 Rp./kWh	36.4 Rp./kWh	28.0 Rp./kWh	31.0 Rp./kWh	31.3 Rp./kWh	31.1 Rp./kWh
Mittl. Stromgestehungskost						

Abbildung 1: Zusammenfassung des Kostenvergleichs verschiedener Heizsysteme. Quelle: Häusler Ingenieure AG, Langenthal, 6.4.2017

2.3 Systementscheid und Beweggründe

Folgende Kriterien waren für den Systementscheid ausschlaggebend:

- Kosten (langfristige Wirtschaftlichkeit bzw. mittlere Wärmegestehungskosten über Lebensdauer betrachtet)
- Bewährte Technologie (Funktionstüchtigkeit erwiesen)
- Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung (moderne Technologie, Unabhängigkeit, wenn möglich erneuerbar)

Der Eigentümer stand während des ganzen Entscheidungsprozesses in engem Austausch mit dem Bewirtschafter und dem Heizungsinstallateur. Die drei haben nach der Erarbeitung des Systemvergleichs gemeinsam eine bestehende aussen aufgestellte Luft-Wasser-Wärmepumpe besichtigt, um sich von der Funktionstüchtigkeit der Technologie zu überzeugen. Aufgrund der genannten Kriterien sowie der Anlagenbesichtigung hat der Eigentümer sich dann definitiv für eine aussen aufgestellte Luft-Wasser Wärmepumpe entschieden. Nebst dem heute eingebauten Modell wurden keine weiteren Modelle geprüft. Der Heizungsunternehmer kannte das Produkt und der Bewirtschafter und der Eigentümer liessen sich von diesem Produkt überzeugen.

2.4 Planungs- und Bewilligungsverfahren

Nach dem definitiven Entscheid des Eigentümers wurde mit der Planung und der Eingabe des Baugesuchs begonnen. Die konkrete Planung wurde vom Heizungsinstallateur durchgeführt. Der Bewirtschafter fungierte selbst als Bauführer. Es konnte ein kleines Baubewilligungsverfahren ohne Veröffentlichung durchlaufen werden. Dabei holte der Bewirtschafter selbständig das schriftliche Einverständnis aller betroffenen Nachbarn zum Projekt ein, wodurch die öffentliche Auflage wegfiel (Vorteil: keine Einsprachen und keine Publikationsgebühren). Die Gemeinde Huttwil orientiert sich in ihrem Verfahren stark an den kantonalen Vorgaben¹. Das Bewilligungsverfahren sowie die Koordination mit der Gemeinde verlief einfach und unproblematisch. Etwas länger dauerte es einzig das Datenblatt der Wärmepumpe zu organisieren.

2.5 Bauphase

Die Installation der Anlage wurde vom planenden Heizungsinstallateur ausgeführt. Zugezogen wurden ein Elektromonteur und ein Spezialist für die Durchbrüche aus der Region. Die Bauphase hat gut zwei Wochen in Anspruch genommen und wurde Ende Sommer 2017 abgeschlossen.

¹ Baubewilligungsdekret Kt. BE: Baueingabe Art. 10 ff, kleine Baubewilligung ohne Veröffentlichung Art. 27

3 Anlagekonzept

Die Wärmearaufbereitung erfolgt über die aussen aufgestellte L-W WP. Mit einem elektrischen Begleitheizband wird die produzierte Wärme frostsicher in die Wärmezentrale im Keller geführt. In der Zentrale sind ein Heizungsspeicher und ein Trinkwarmwasserspeicher mit je 1000 Liter Füllvolumen, die Expansion sowie die komplette Wärmeverteilung platziert. Bei Wärmebedarf werden die Speicher im Umschaltbetrieb (Entweder-oder-Schaltung) geladen.

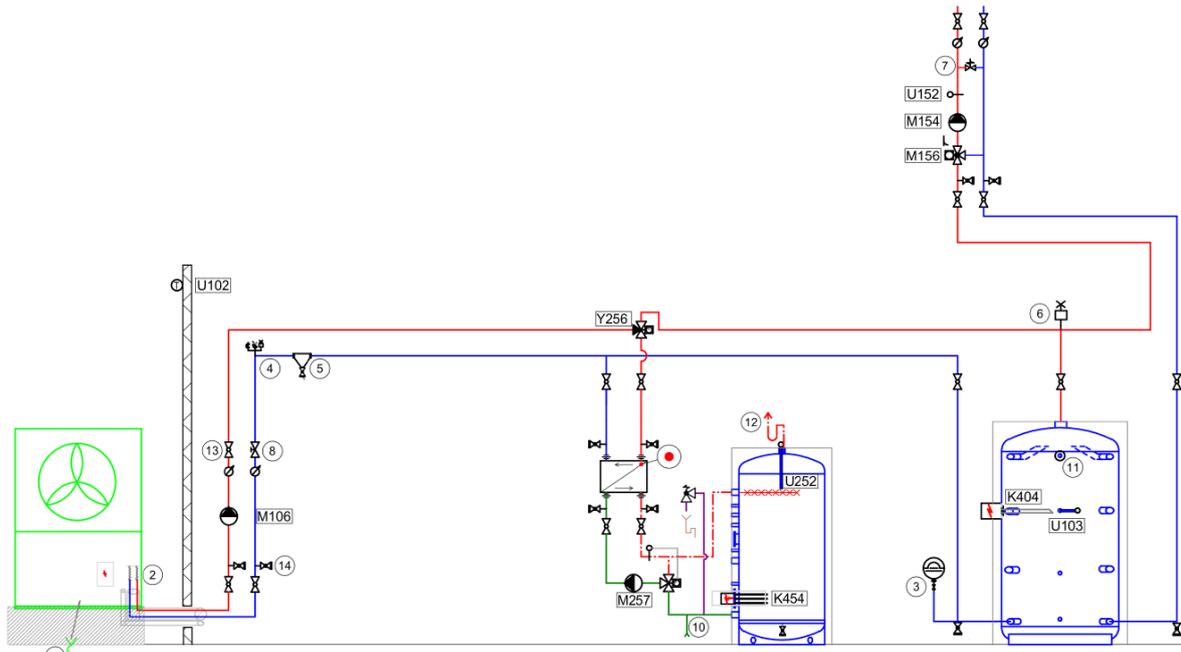


Abbildung 2: Prinzipschema Heizung (Firma Heim Heizsysteme AG)

Die Wärmepumpe funktioniert mit dem Kältemittel R417a. Sie wird über zwei Leistungsstufen gesteuert. Für die Ladung des Trinkwarmwasserspeichers werden Vorlauftemperaturen von 65 °C erreicht. Der Hersteller verspricht bei den Temperaturen A2 / W35 eine Wärmeleistung von 50 kW und eine Leistungszahl (COP) von 3.6.

Eckdaten

Hersteller Wärmepumpe	Heim Heizsysteme AG (Glen Dimplex)
Modell	LA 60TU
Kältemittel	R417 A
Max. Wärmeleistung / COP A2 / W35	50 kW / 3.6
Anzahl Leistungsstufen	2
Vorlauftemperatur	50 °C
Legionellenschaltung	65 °C
Schall-Leistungspegel EN12102	74 dB(A)
Schall-Druckpegel in 10 m	50 dB(A)



Abbildung 3: Eckdaten und Frontansicht Luft-Wasser-Wärmepumpe

An der Wärmeabgabe sind beim Heizungswechsel keine Änderungen vorgenommen worden. Die Wärmeabgabe in den Wohnungen funktioniert weiterhin über Heizkörper. Einzig die Auswechslung alter Ventile führte zu einem verbesserten Durchfluss des Heizungswassers. Die Vorlauftemperatur wurde durch den Austausch der Ölheizung gesenkt, wodurch sich die Wärmeabgabeleistung raumseitig reduziert. Die neue Vorlauftemperatur beträgt ca. 50 °C und wird nach der Heizkurve mit steigender Aussentemperatur reduziert. Die ideale Vorlauftemperatur wurde durch den Heizungsinstallateur empirisch ermittelt und eingestellt. Mit dem Betrieb einer Vorlauftemperatur von 50 °C beträgt der COP A2/W50 gemäss Herstellerunterlagen 2.4.

Die Wärmepumpe liefert bei Aussentemperaturen über 0°C wasserseitig 65 °C und erreicht damit den Legionellenschutz für das Trinkwarmwasser. Der COP bei A2/W65 beträgt 2.2. Mit Aussentemperatur unter 0°C kann die WP die geforderten 65 °C nicht mehr erreichen. Ein elektrischer Tauchsieder liefert in diesem Fall die notwendige Temperatur und Energie².

Standort und Schall

Die Wärmepumpe ist zwischen der Hauptstrasse, der Tiefgarageneinfahrt, hinter einem Gebüsch und vor einem Absatz optisch dezent platziert (siehe Abbildung 4). Durch den Strassen- und Bahnverkehr sind bereits erhöhte Lärmemissionen vorhanden. Zur Liegenschaft, wie auch zu den Nachbargebäuden, ist genug Abstand, so dass die Schallemissionen kein Problem darstellen. Der Schall-Leistungspegel der Anlage ist mit 74 dB(A) tendenziell hoch. Vorgängig wurde als möglicher Standort der Parkplatz geprüft, da dort die Sonneneinstrahlung direkter und stärker ist. Aufgrund möglicher Lärmemissionen und besserer Sichtbarkeit wurde dieser jedoch verworfen.

Kritische Betrachtung des Anlagekonzepts

Mit der LW-WP ist der Wechsel auf eine erneuerbare Wärmeenergie gelungen. Für eine noch höhere Effizienz (COP) der Anlage wären in eine Sanierung der Gebäudehülle (Senkung des Nutzenergiebedarfs) und ein Wechsel auf ein Wärmeabgabesystem mit tieferen Systemtemperaturen (z.B. Fussbodenheizung) optimal. Mit den raumseitigen Heizkörpern mit einer Vorlauftemperatur von 50°C erreicht die Wärmepumpe nicht ganz die maximale Effizienz, was zu einem leicht höheren Stromverbrauch führt.

² Es ist ein externer Wärmetauscher und entsprechend eine Schichtladung eingebaut. Die Vorlauftemperatur ist bei der Stufen-, wie auch bei der Schichtladung für die Legionellenschaltung immer 60+ °C – unabhängig vom System. Die Temperaturverluste von der WP zum TWW-Speicher sind nicht bekannt. Mit 1000 l und 11 Wohneinheiten beträgt dies 90 l / WHG. Die Wohnungsgrößen sind nicht bekannt.



Abbildung 4: Situationsübersicht: Links im Bild neben der Garageneinfahrt die Luft-Wasser Wärmepumpe (grauer Kasten), rechts im Bild die Liegenschaft (braunes Gebäude mit Balkonen), in der Mitte der Aussenparkplatz

4 Erfahrungen

Betrieb bei kalten Aussentemperaturen

Die Erfahrungen beziehen sich auf die erste Heizperiode (Winter 2017/2018). Der Betrieb der WP lief gemäss der Verwaltung – trotz sehr kalten Aussentemperaturen im Februar 2018 – ohne technische Probleme.

Wartung

Mit dem Wechsel von Öl zur WP entfällt die jährliche Inspektion und die Reinigung des Kamins.

Stromverbrauch

Die elektrische Zusatzheizung des Trinkwarmwasserspeichers wurde bei der Montage nicht korrekt angeschlossen. Anstatt die WP nur bei Aussentemperaturen unter 0° zu unterstützen, erwärmte der Tauchsieder 100 % des Trinkwarmwasserbedarfs. Der Fehler wurde durch die Verwaltung aufgrund des erhöhten Stromverbrauchs entdeckt und behoben. Es wird deshalb im ersten Halbjahr eine hohe Stromrechnung erwartet.

Trinkwarmwasser während den Umbauarbeiten

Während des Umbaus wurde provisorisch Warmwasser über einen Elektroeinsatz produziert. Dies war für den Wohnkomfort der Mieterinnen und Mieter eine zentrale Massnahme. Insgesamt stand während rund 1.5 Tagen kein Warmwasser zur Verfügung.

Raumwärme

Durch die tieferen Systemtemperaturen wird weniger Leistung an die Räume abgegeben. Zu-dem sinkt mit der Temperatur auch der Strahlungsanteil der Heizkörper. Die Differenz der fehlenden raumseitigen Wärmeleistung wird durch ein optimiertes Nutzverhalten kompensiert. Die Verwaltung geht dafür auf die Mieterschaft zu und informiert über ein Infoblatt und persönlichen Gesprächen, wie Energie gespart wird.

Reaktion der Mieterinnen und Mieter

Zu Beginn der Heizperiode hatten sich einige Mieter über zu tiefe Raumwärme beschwert. Dem wurde mit dem Ersatz der alten Heizkörperventile und einem Infoflyer entgegengewirkt. Der Flyer informiert die Mieter über ein optimales Heiz- und Lüftungsverhalten (Stosslüften, keine dauerhaft gekippten Fenster) und appellierte an angemessene Raumtemperaturen (≥ 24 °C im Winter nicht verhältnismässig). Danach gab es keine Reaktionen der Mieterschaft zum Informationsblatt und ansonsten auch keine Reaktionen bez. des Heizungswechsels.

Zusammenarbeit mit der Gemeinde

Die Zusammenarbeit mit der Gemeinde im Bewilligungsprozess war positiv. Die Kommunikation funktionierte unkompliziert, die Gemeinde war hilfsbereit und konnte entsprechende Unterlagen und Vorlagen zur Verfügung stellen.

5 Erfolgsfaktoren und Hürden

Folgende Erfolgsfaktoren wurden identifiziert:

Grundsätzliche Offenheit gegenüber einem Heizungswechsel zu nachhaltiger Lösung

Voraussetzung für den Entscheid für die aussen aufgestellte LW-WP war die Offenheit des Eigentümers, überhaupt einen Heizungswechsel in Betracht zu ziehen. Der Ersatz der bestehenden Ölheizung wäre einfacher (kein Bewilligungsverfahren) und bezüglich kurzfristigen Investitionen auch günstiger gewesen. Dazu kam der Wunsch nach einer nachhaltigen Lösung mit erneuerbaren Energiequelle.

Langfristig tiefe Wärmegestellungskosten

Der zentrale Faktor zum Entscheid für die WP waren die langfristig tiefen Wärmegestellungskosten (trotz höherer Investitionskosten).

Komfort für die Mieterinnen und Mieter

Für die Zufriedenheit der Mieterinnen und Mieter ist der Wohnkomfort ein zentraler Faktor. Wird bei einem Heizungsersatz darauf geachtet, dass dieser sowohl während der Bauphase wie auch während des Heizbetriebs möglichst durchgehend gewährleistet ist, scheinen sich die wenigsten Mieter mit der Heizungstechnologie zu beschäftigen.

Kurze Kommunikations- und Entscheidungswege

Kurze Kommunikations- und Entscheidungswege erleichtern den Planungs-, Bau- und Bewilligungsprozess und verkürzen die Reaktionszeit bei allfällig auftretenden Schwierigkeiten.

Vertrauensverhältnis zwischen den beteiligten Akteuren

Das bestehende Vertrauensverhältnis zwischen Eigentümer, Verwalter und Wärmetechniker hat die Zusammenarbeit erleichtert und somit ebenfalls zu kurzen Reaktionszeiten geführt.

Engagierter Bauführer

Der Bewirtschafter hat die Rolle des Bauführers persönlich übernommen und das Projekt engagiert umgesetzt. Er hat die nötigen Unterlagen bereitgestellt, Termine eingehalten und ist den verschiedenen Akteuren als Ansprechpartner zur Verfügung gestanden. Dies hat massgeblich zur effizienten Abwicklung des Bauprojekts beigetragen.

Folgende Hürden wurden identifiziert und konnten überwunden werden:

Hohe Investitionskosten

Hohe Investitionskosten können bei einer rein kurzfristigen finanziellen Betrachtung zum Entscheid gegen eine Technologie beitragen. Zudem muss ein Bauherr die entsprechenden finanziellen Mittel zur Deckung der Investitionskosten aufbringen können.

Skepsis gegenüber noch nicht so etablierter Technologie in dieser Grössenordnung

Eine gewisse Skepsis gegenüber aussen aufgestellten LW-WP dieser Grössenordnung ist durchaus verständlich, da noch kaum Anlagen und somit Erfahrungen bestehen. Ohne eine gewisse Risikobereitschaft kann dies dazu führen, dass eher auf bewährte (konservative) Technologien und Anlagekonzepte ausgewichen wird.

Bewilligungsverfahren

Bewilligungsverfahren im Zusammenhang mit diversen Unterlagen bzw. dicken Bewilligungsdossiers, häufigen Behördengängen und mit der Neubewilligung im Zusammenhang stehende Einsprachemöglichkeiten der Nachbarn können abschreckend auf Eigentümer wirken und Entscheide Heizungswechsel vs. Heizungsersatz massgeblich beeinflussen. In diesem konkreten Fall wäre beispielsweise der reine Ersatz der Ölheizung nicht bewilligungspflichtig gewesen.

Wärmeabgabe

Die Gebäudesubstanz und die raumseitige Wärmeabgabe über Heizkörper eignen nicht optimal für den Einsatz einer LW-WP. Durch die hohen Systemtemperaturen kann die Wärmepumpe nicht die maximale Effizienz (COP) erreichen. Die Bauherrschaft und die Verwaltung haben dies erkannt und diskutieren über eine Sanierung der Gebäudehülle und einen Wechsel auf eine Fussbodenheizung.

6 Fotos



Abbildung 5: Frontansicht Luft-Wasser-Wärmepumpe



Abbildung 6: Seitenansicht Luft-Wasser-Wärmepumpe



Abbildung 7: Revisionsöffnung in Hauptleitungen Heizung für Ventil



Abbildung 8: verkleidete Hauptleitungen Heizung und Stromleitung



Abbildung 9: Hauptleitungen Heizung bei Eintritt in die Einstellhalle



Abbildung 10: Erschliessungsweg der Hauptleitung Heizung



Abbildung 11: Ansicht Trinkwarmwasserspeicher

Abbildung 12: Ansicht Heizungsspeicher³

Abbildung 13: Ansicht Heizverteilung im Keller UG (unisoliert)

³ Die Verteilungen in der Zentrale waren zum Zeitpunkt der Besichtigung unisoliert.



Abbildung 14: Steuergerät Wärmepumpe (links) und Verteilgruppe Wohnungen (unisoliert).



Abbildung 15: Ansicht der Luft-Wasser Wärmepumpe links der Garageneinfahrt, oberhalb im Bild sind Parkplatz und Liegenschaft.