

SüdSan

Sozialverträgliche und klimazielkompatible Sanierung von zwei Mehrfamilienhäusern als Modell für die Sanierung der Südtiroler-Siedlung Bludenz

Themendokumentation

Einsatz von Multi-Split-Luft-Luft-Wärmepumpen zur Wohnungsbeheizung

Einsatz von Multi-Split-Luft-Luft-Wärmepumpen zur Wohnungsbeheizung

Darmstadt / Dornbirn, Dezember 2024

Marc Großklos, Institut Wohnen und Umwelt (IWU)

Stefan Swiderek, Institut Wohnen und Umwelt (IWU)

Institut Wohnen und Umwelt (IWU)

Rheinstraße 65, 64295 Darmstadt

Herausgeber:

Energieinstitut Vorarlberg, Fachbereich Energieeffizientes Bauen

Energieinstitut Vorarlberg

CAMPUS V, Stadtstraße 33

6850 Dornbirn, Österreich

Tel. +43 (0)5572 / 31 202-0

info@energieinstitut.at

Zusammenfassung

Bei der Beheizung von Gebäuden, insbesondere im Bestand, sollte grundsätzlich auch der Einsatz von Luft-Luft-Wärmepumpen als Multi-Split-Anlagen geprüft werden. Vorteile können diese Anlagen beim Ersatz bestehender Elektro(direkt)heizung haben, wenn bisher keine wassergeführte Heizungsverteilung vorhanden ist oder als Ergänzung zum bestehenden Heizungssystem, um den schrittweisen Ausstieg aus fossilen Energiequellen voranzutreiben.

Es können in der Regel an einem Außengerät 2, 3, 4, teilweise bis zu 8 Innengeräte angeschlossen werden und damit auch eine entsprechende Anzahl von Räumen versorgt werden. Einige Hersteller bieten außerdem auch die Möglichkeit einer Warmwasserbereitung an, was allerdings die maximale Anzahl an Inneneinheiten reduziert.

Die Effizienz der Anlagen ist bisher im Feld noch wenig untersucht, bei der punktuellen Überprüfung von Herstellerangaben wurden teilweise niedrigere Jahresarbeitszahlen (JAZ) auf dem Prüfstand gemessen, als vom Hersteller angegeben. Die Effizienz liegt zwar etwas unter der von zentralen Wärmepumpen, dennoch war sie in der Regel noch so gut, dass die Anlagen energetisch vorteilhaft sind.

Multi-Split-Anlagen sind bisher nur mit dem Kältemittel R32 mit einem Treibhausgas-Potenzial (GWP) von 675 verfügbar – es gibt aber auch Anlagen mit noch höherem Treibhausgas-Potenzial am Markt. Das natürliche Kältemittel R290 (Propan) ist bisher nur bei kleinen Monoblock- bzw. Singlesplit Geräten für die Beheizung von Einzelräumen verfügbar und es ist im Moment aufgrund der Kältemittelmengen nicht zu erwarten, dass R290 bei Multi-Split-Anlagen angeboten wird.

Multi-Split-Anlagen sind bezüglich der Kosten vor allem dann interessant, wenn nur einzelne Räume darüber beheizt werden sollen. Bei einer Vollversorgung aller Räume einer Wohnung oder eines Gebäudes schrumpft der Kostenvorteil und eine zentrale Versorgung sollten auch genau geprüft werden. Multi-Split-Wärmepumpen übertragen die Wärme über einen hohen Volumenstrom in den Raum. Damit können Komforteinbußen oder erhöhte Schallemissionen verbunden sein. Bei der Planung muss dies, genau wie die Schallemissionen des Außengeräts, mitberücksichtigt werden.

Inhalt

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	5
2 Konzepte für Multi-Split-Anlagen	6
2.1 Übersicht	6
2.2 Anbieterübersicht	8
2.3 Effizienz der Anlagen	8
2.4 Planung und praktische Umsetzung	12
2.4.1 Montage Inneneinheit	12
2.4.2 Montage Außeneinheit	13
2.4.3 Kältemittelmengen	14
2.4.4 Betriebsmodi	15
2.4.5 Wartung	15
2.4.6 Abtauung	15
2.5 Kosten	15
2.6 Sonstige Konzepte	16
3 Konzepte und Erfahrungen der LEG in Köln	18
Abkürzungen	20
Abbildungen	20
Tabellen	20
Literatur	21

1 Einleitung

Wärmepumpen bieten die Möglichkeit, regenerativen Strom effizient für die Wärmeversorgung zu nutzen. Während bisher Sole-Wasser-Wärmepumpen und Luft-Wasser-Wärmepumpen im Wohnungsbau eingesetzt wurden, wird in den letzten Jahren auch der Einsatz von Luft-Luft-Wärmepumpen oder Klima-Split-Geräten verstärkt diskutiert, die neben dem Einsatz zur sommerlichen Kühlung auch eine Beheizung von Wohnungen ermöglichen, teilweise sogar inklusive Warmwasserbereitung.

Die Multi-Split-Wärmepumpen (Multi-Split-WP) können insbesondere bei speziellen Randbedingungen des Gebäudes eine technische und vergleichsweise kostengünstige Lösung darstellen, z. B. wenn bisher elektrische Direktheizungen vorhanden sind, eine wassergebundene Heizungsverteilung bisher noch vollständig fehlt, zur Unterstützung des vorhandenen Heizsystems zur schrittweisen Dekarbonisierung der Wärmeversorgung oder auch als Ersatz von Gasetagenheizungen in Mehrfamilienhäusern.

Im Folgenden werden die Konzepte für Multi-Split-WP mit dem Fokus auf die Beheizung, Randbedingungen für den Einsatz, Effizienzen der Anlagen sowie Hinweise zur Planung und praktischen Umsetzung aus der Literatur zusammengetragen.

2 Konzepte für Multi-Split-Anlagen

Multi-Split-Anlagen bestehen aus einem Außengerät mit Verdampfer, Ventilator und Regelung sowie aus mehreren Innengeräten, die über eigene Kältemittelleitungen mit dem Außengerät direkt verbunden sind (Abbildung 1).

Sie sind in der Regel für die Kühlung von Räumen konzipiert, die meisten können durch eine Umschaltung des Kältekreislaufs auch heizen. Bei einzelnen Anbietern kann gleichzeitig auch noch die Warmwasserbereitung in einem Boiler übernommen werden.

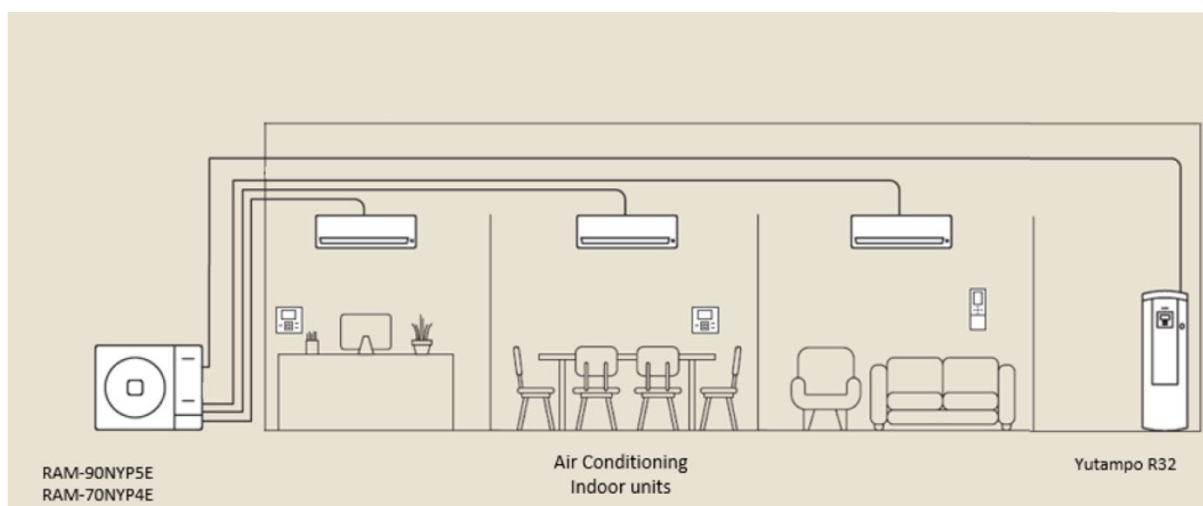


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Aufbaus einer Multi-Split-WP-Anlage (Quelle: [1])

Durch die Zuluftheizung sind kurze Aufheizzeiten für die Räume möglich, so dass der Betrieb sich weitgehend auf die tatsächlichen Nutzungszeiten beschränken kann, was einen niedrigen Energieverbrauch ermöglicht. Allerdings wird von einem ausschließlich intermetierendem Betrieb bei dauerhafter Nutzung abgeraten, da die Bausubstanz sonst zu stark abkühlt und sich die Tauwassergefahr an Außenwänden erhöhen kann.

2.1 Übersicht

Mult-Split-Außengeräte werden für 2 bis 8 oder mehr Innengeräte angeboten. Wenn auch die Warmwasserbereitung erfolgen soll, so sind bisher maximal 4 Innengeräte möglich.

Als Kältemittel wird in der Regel R32 eingesetzt, das entzündlich ist und einem Treibhausgaspotenzial (GWP) von 675 besitzt. Ältere Anlagen sind noch mit R410A am Markt, dessen GWP bei 2088 liegt. Erste Hersteller bieten auch schon Mono-Split-Anlagen mit dem natürlichen Kältemittel R290 und besonders niedrigem Treibhausgaspotenzial an (GWP von 3), ob diese in Zukunft als Multi-Split-Anlagen angeboten werden, ist aufgrund der Brennbarkeit des Kältemittels fraglich.

Die Einsatzgrenze der Multi-Split-Anlagen liegt in der Regel im Bereich von -7 °C / -10 °C , es gibt jedoch auch Geräte, die für deutlich niedrigere Temperaturen geeignet sind und auch für den Heizbetrieb optimiert wurden. Besonders in Skandinavien sind diese weit verbreitet.

Für die Innengeräte werden grundsätzlich folgende Bauweisen unterschieden:

- Wandgerät, das auf der Wand meist etwas unter der Decke montiert wird
- Truhengerät, das im unteren Bereich der Wand montiert wird sowie
- Deckengeräte, die für den Einbau in (abgehängte) Decken vorbereitet sind.

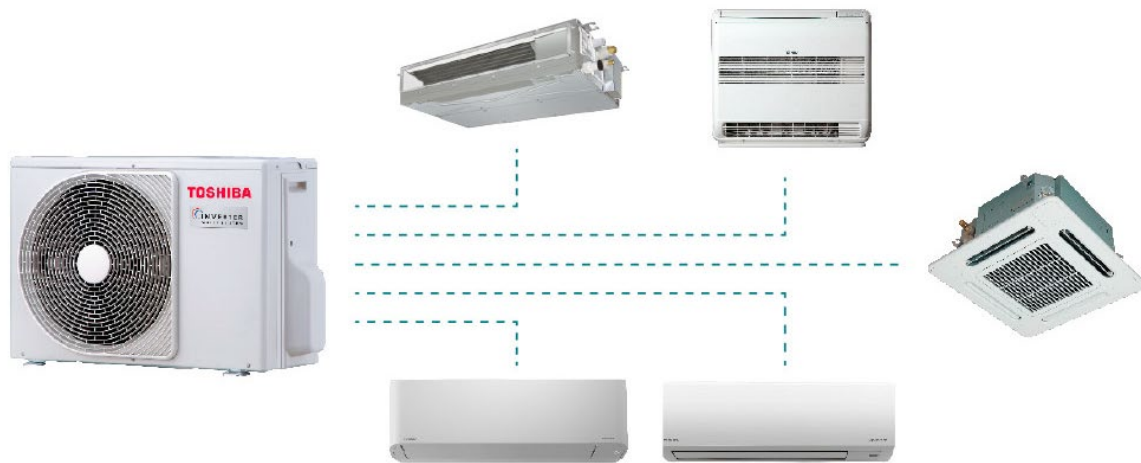


Abbildung 2: Unterschiedliche Innengeräte für eine Multi-Split-WP-Anlage (Quelle: [2])

Die Anlagen werden in der Regel entweder über eine Fernbedienung oder eine App bedient, direkt am Gerät ist eine Einstellung nur begrenzt möglich. Besonders in Mietwohnungen ist dies zu beachten, da die Einrichtung der Apps auf Mietermobilgeräten oder bei einem Defekt der Fernbedienungen zusätzlichen Verwaltungs- bzw. Wartungsaufwand verursacht. In den Produktlinien der Markenanbieter sind jedoch auch Anlagen mit fest installierter Kabelfernbedienung verfügbar, die für den Einsatz in Mehrfamilienhäusern besser geeignet erscheinen.

Die Wärmeübertragung vom Innengerät an die Raumluft erfolgt über einen im Vergleich zu Wohnungslüftungsanlagen hohen Volumenstrom. Dadurch ist die Heizleistung bei niedrigen Kondensatortemperaturen hoch, dies kann zu Zugerscheinungen und Einschränkungen der Behaglichkeit im Aufenthaltsbereich von Personen führen. Außerdem liegen dadurch auch die Schallemissionen höher.

2.2 Anbieterübersicht

Es gibt zahlreiche Anbieter für Multi-Split-Wärmepumpen am Markt, eine vollständige Marktübersicht kann dieser Bericht nicht leisten. In Tabelle 1 sind einige Modelle bzw. Hersteller genannt, die Multi-Split-Wärmepumpen anbieten, die auch die Warmwasserbereitung einer Wohnung mit übernehmen können. Auch diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und spiegelt den Recherchestand vom November 2024 wider. Alle Anlagen verwenden R32 als Kältemittel.

Tabelle 1: Einige Anbieter von Multi-Split-Wärmepumpen mit Warmwasserbereitung

Hersteller	Modell	WW-Speicher	Quelle
Daikin	Mulit+	120 Liter	[3]
Hitachi	Mulit+ Yutanpo	190 Liter	[4]
Samsung	EHS TDMPlus oder TDM	260 Liter	[5]

Von Panasonic wird mit Aquarea EcoFlex ein Hybridsystem mit Heizkreisen, Zuluftheizung und Warmwasserspeicher angeboten [6].

Mono-Split-Anlagen mit dem natürlichen Kältemittel R290 werden z. B. von Midea [7] oder Kälte Bringer [8] angeboten.

2.3 Effizienz der Anlagen

In Finnland wurden in der Zeit um 2011 verschiedene Klima-(Mono-)Split-Geräte messtechnisch auf einem Teststand untersucht [9]. Eine Querauswertung [10] dieser Messungen ergab die in Abbildung 3 gezeigte mittlere COP-Kurve der verschiedenen Anlagen. Der COP fällt bei Temperaturen unter 7 °C deutlich ab. Oberhalb von 7 °C sinkt der COP aufgrund des Teillastbetriebs der Geräte ebenfalls ab. Die Werte beinhalten jedoch noch nicht den Energieaufwand für die Abtauung der Anlage im realen Betrieb.

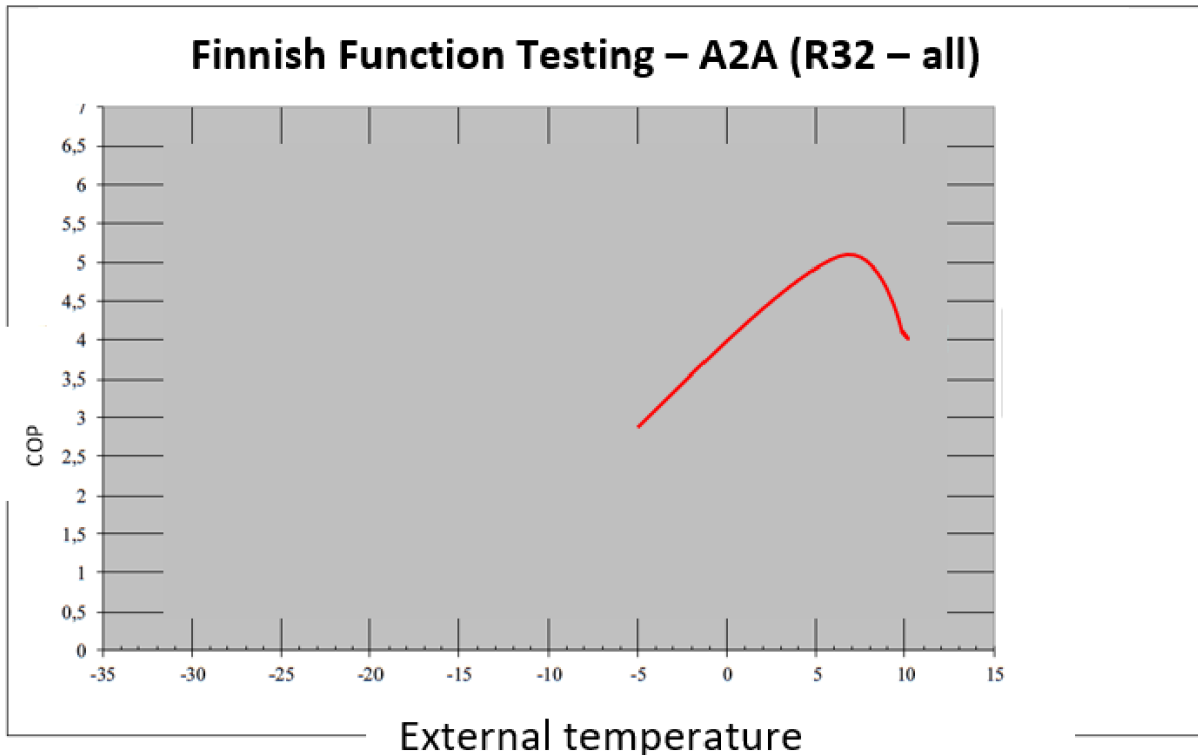


Abbildung 3: Verlauf des mittleren COP mehrerer LL-WP in Abhängigkeit der Außentemperatur (Quelle: [10])

Luft-Luft-Wärmepumpen werden, wie andere Wärmepumpen auch, nach DIN EN 14825 [11] bewertet. Die saisonale Arbeitszahl im Heizbetrieb (SCOP) wird auf Basis von vier verschiedenen Betriebspunkten und einer Gewichtung mit der Häufigkeit dieser Betriebspunkte im Jahresverlauf berechnet. Für den Heizfall wird die Anwendung für drei verschiedenen Klimazonen in Europa unterschieden (bei mittlerem Klima: -7 °C , $+2\text{ °C}$, $+7\text{ °C}$, $+12\text{ °C}$). Der Alpenraum ist der kalten Klimazone zuzuordnen (Standort Helsinki), Deutschland überwiegend dem mittleren Klima. Der berechnete SCOP und die jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz $\eta_{s,h}$ bilden die Basis für die europäische Effizienzkenzeichnung mit dem ErP-Label. Herstellerangaben im ErP-Label sind häufig für ein mittleres Klima (Standort Straßburg) angegeben. Eine Querauswertung unterschiedlicher SCOP-Angaben aus ErP-Label-Angaben in Skandinavien mit den COP-Werten für -15 °C und $+7\text{ °C}$ zeigt, dass die SCOP-Werte im Bereich der COP-Werte für $+7\text{ °C}$ lagen und die niedrigen Temperaturen (für kaltes Klima) kaum abgedeckt werden (Abbildung 4).

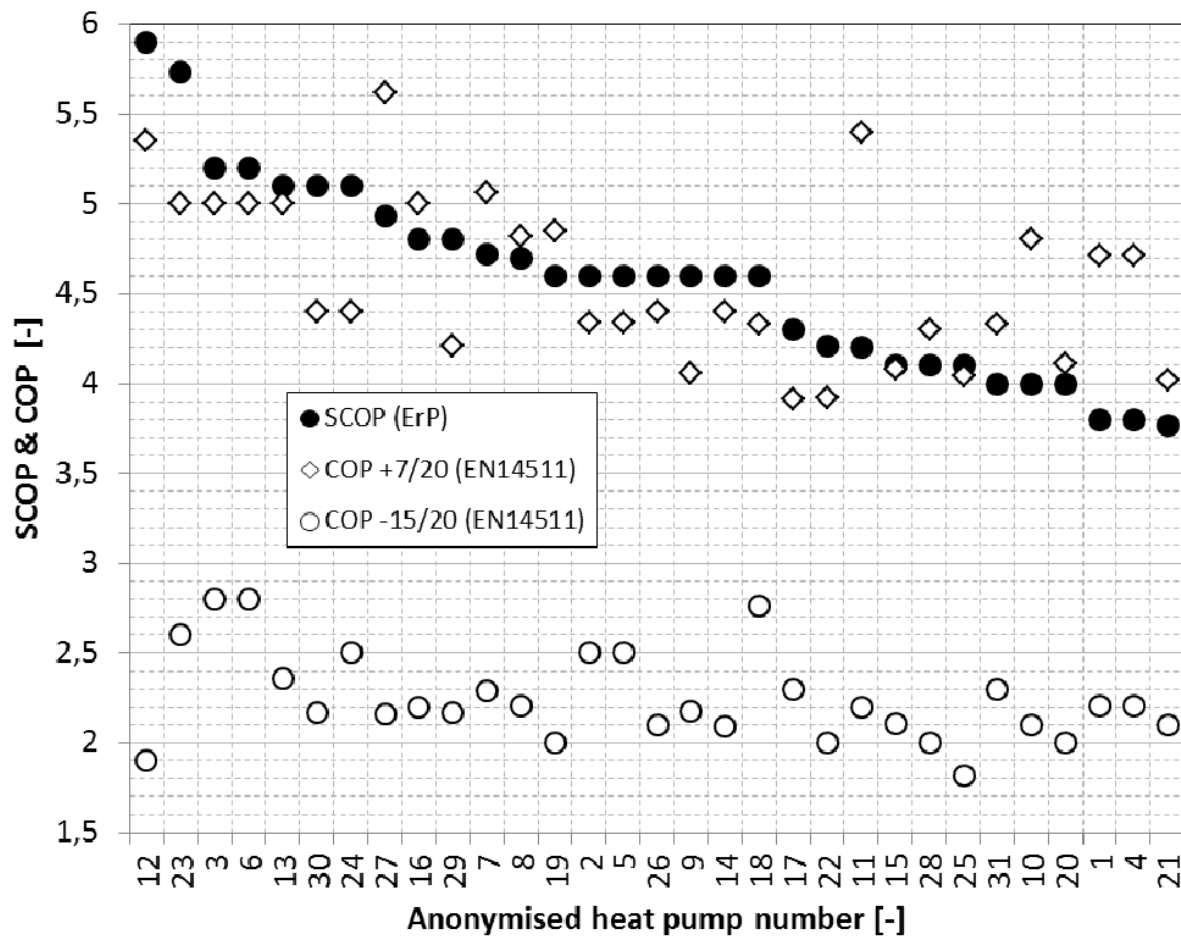


Abbildung 4: ErP-Werte unterschiedlicher LL-WP und zugehörige COP-Werte für $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ Außentemperatur (Quelle: [12])

Die Messung der JAZ bei Luft-Luft-Wärmepumpen ist in der Praxis besonders schwierig, da die Temperaturen und Volumenströme korrekt bestimmt werden müssen. Aus diesem Grund gibt es nur sehr wenige Messungen in realen Gebäuden, in denen die JAZ im Betrieb mit der saisonalen Effizienz (SCOP) aus den Herstellerangaben verglichen wird. Ein Beispiel sind die Untersuchungen von Feist [13], bei denen eine bzw. zwei Luft-Luft-Wärmepumpen in einem Passivhaus vermessen wurden (keine Multi-Split-Anlagen). Auch wenn für den Heizbetrieb keine auswertbaren Effizienzen ermittelt werden konnten, wick die Effizienz im sommerlichen Kühlbetrieb nennenswert von den Herstellerangaben ab, ohne dass dadurch die Gesamteffizienz in Frage gestellt würde. Zu ähnlichen Aussagen kam auch die Stiftung Warentest in Deutschland, die den Heizbetrieb von Klima-Split-Geräten auf einem Teststand untersuchte (ebenfalls kein Multisplit) [14].

Messungen der Universität Innsbruck [15] an einem Mono-Split-Klimagerät im Heizbetrieb ergaben, dass die Heizleistung je nach Ventilatorgeschwindigkeit und Außentemperatur unter den Herstellerangaben lagen und auch der Volumenstrom des Innengerätes um bis zu 40 %

unter den Angaben im Datenblatt lagen. Die höchsten COP-Werte wurden bei niedrigen Kompressordrehzahlen erreicht, bei denen die Heizleistung jedoch deutlich niedriger liegt, als im Datenblatt angegeben.

Bei Multi-Split-Anlagen muss außerdem beachtet werden, dass die Effizienz sinkt, wenn mehrere Innengeräte parallel angeschlossen sind. In Abbildung 5 ist aus Herstellerunterlagen das Verhältnis von Heizleistung zu elektrischer Leistungsaufnahme für 2 bis 5 Inneneinheiten dargestellt. Dieser als „COP“ bezeichnet Kennwert ist nicht identisch mit einem COP-Wert, der nach Norm gemessen wurde, zeigt aber den Einfluss der Anzahl der Inneneinheiten. Bei niedrigen Außentemperaturen kann sich der „COP“-Wert bei mehreren Innengeräten um bis zu 0,5 verschlechtern. Dies tritt vor allem ab Temperaturen auf, bei denen das Außengerät abgetaut werden muss.

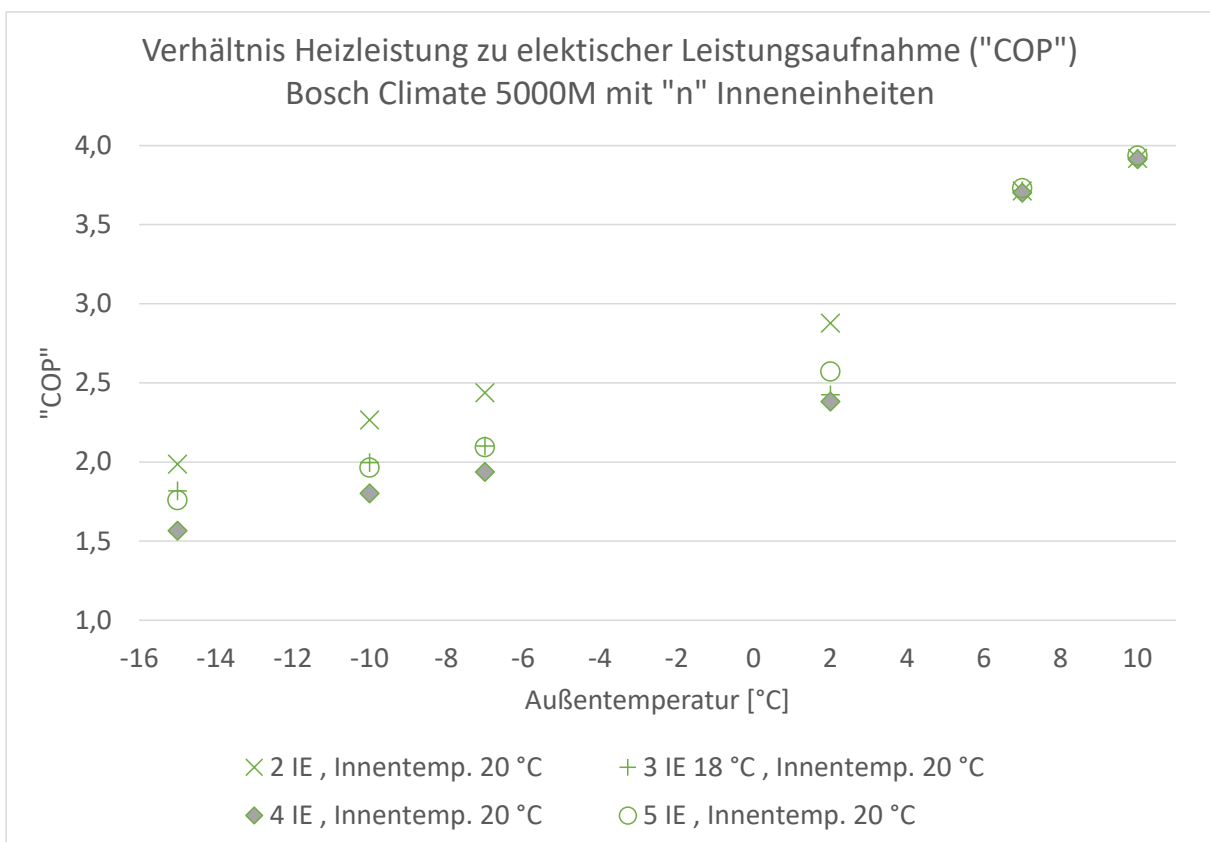


Abbildung 5: Verhältnis von Heizleistung zu elektrischer Leistungsaufnahme ("COP") in Abhängigkeit von der Anzahl der Inneneinheiten (Quelle: eigene Darstellung nach [16])

Die Effizienz von Wärmepumpen wird auch von der Luftfeuchtigkeit am Standort bestimmt, da in feuchter Umgebung die Anlage im Temperaturbereich knapp über dem Gefrierpunkt öfters abtauen muss.

2.4 Planung und praktische Umsetzung

2.4.1 Montage Inneneinheit

Bei der Montage von Innen- und Außeneinheiten müssen bestimmte Abstände eingehalten werden.

Inneneinheiten werden bei Wandgeräten in der Regel ca. 15 cm unter der Decke montiert, um die Luftansaugung zu gewährleisten und die Ablasung der warmen (Heizen) bzw. kalten (Kühlen) Luft regeln zu können. Im Kühlbetrieb wird die Luft möglichst weit oben unter der Decke verteilt. Aus diesem Grund sollte die Inneneinheit höher als 1,80 m montiert werden. Im Heizbetrieb wird die Luft nach unten in den Aufenthaltsbereich geblasen, wobei Personen nicht direkt angeströmt werden sollen. Einige Hersteller bieten aus diesem Grund spezielle Regelungen an, die Personen erkennen und die Luft dann in eine andere Richtung leiten. Aus diesem Grund wird im Heizbetrieb der Luftstrom ggf. auch nach links und rechts gelenkt. Bei großen Räumen muss auch die Wärmeverteilung als wichtiges Behaglichkeitskriterium beachtet werden. Seitlich sind Abstände des Innengeräts von Wänden oder Ecken von mindestens 12 cm erforderlich. Die Innengeräte dürfen nicht durch Möbel verstellt werden können, hier kann eine Montage über der Tür Vorteile bringen.

Wird mit den Geräten auch gekühlt, so ist von jedem Innengerät ein Kondensatablauf nach außen erforderlich. Dazu müssen die Innengeräte entweder höher montiert werden als das Außengerät oder es sind spezielle Kondensatpumpen erforderlich.

Multi-Split-Geräte können den Verdichter bis auf 30 % der Nennleistung herunterregeln. Zwar können die Innengeräte ggf. auch überdimensioniert werden, dennoch ist auch bei Luft-Luft-Wärmepumpen eine raumweise Heizlastberechnung zur Dimensionierung des Außengerätes erforderlich. Besonders bei hohen Außentemperaturen im Bereich über 10 °C sinkt der Wärmebedarf des Raumes ggf. so weit ab, dass das Außengerät zu Takten anfängt, was die Effizienz deutlich verschlechtert.

Im Heizbetrieb geben die Anlagen auch bei abgeschaltetem Innengerät (Ventilator aus) Wärme (und Geräusche) an den Raum ab. Besonders in Schlafzimmern ist besonders auf die Schallemissionen des Innengerätes zu achten. Üblicherweise liegt die Schalleistung bei 25 bis 32 dB(A) im Nennbetrieb, es werden auf dem Markt aber auch Anlagen mit ca. 20 dB(A) angeboten.

2.4.2 Montage Außeneinheit

Bei Außeneinheiten sind Schutzabstände aufgrund der Schallemissionen, wie auch bei anderen Wärmepumpenarten, einzuhalten. Gleichzeitig sind Schutzbereiche aufgrund der Entflammbarkeit des Kältemittels von seitlich 1 m und 2 m in Strömungsrichtung des Luftstromes einzuhalten.

Die Außeneinheiten werden entweder auf einem Betonsockel oder an der Wand montiert. Dabei ist zu beachten, dass für die Befestigung spezielle Dübel erforderlich sind, damit sich diese durch die Vibrationen nicht lösen. Zur Schallentkopplung sind Dämpfer erforderlich. Der Wandabstand sollte mindestens 20 cm betragen und das Außengerät sollte für die Wartung leicht zugänglich sein. Die Montage sollte so erfolgen, dass das Gerät senkrecht zur Hauptwindrichtung ausgerichtet ist.

Auch wenn kleinere Multi-Split-Anlagen eine vergleichsweise geringe elektrische Leistung besitzen und einphasig angeschlossen werden, muss bei Mehrfamilienhäusern die zusätzliche elektrische Gesamtleistung beachtet werden. Bei Gebäuden mit einer älteren Elektroinstallation kann dies zu zusätzlichem Aufwand führen.

Standardmäßig sind Leitungslängen zwischen Außen- und Inneneinheit von 3 bis 30 m möglich, bei längeren Leitungen muss Kältemittel nach Herstellerangaben nachgefüllt werden. Im Heizbetrieb kann am Außengerät Kondensat anfallen (0,5 - 0,8 kg H₂O/kW Heizleistung [17]). Aus diesem Grund ist ein Kondensatablauf oder eine ausreichende Versickerungsmöglichkeit erforderlich. In schneereichen Regionen ist außerdem auf einen geeigneten Schneeschutz in Form eines Überstands und ggf. auch eine schneefreie Montagehöhe zu achten.

Bei der Planung ist auch die Optik zu beachten, um eine hohe Akzeptanz der Anlagen zu ermöglichen. Besonders Augenmerk ist auf den Schallschutz zu richten. Die Schallleistungspegel der Außengeräte können zwischen 50 und 65 dB(A) liegen, was über den Richtwerten z. B. der TA Lärm für reine Wohngebiete in Deutschland (55 dB(A) tagsüber und 40 dB(A) nachts) liegt. Hier müssen leise Geräte ausgewählt werden und ggf. zusätzliche Schallschutzmaßnahmen ergriffen werden, wie sie auch von anderen Wärmepumpenarten bekannt sind.

Zur Verbesserung sowohl des optischen Erscheinungsbildes als auch zur Reduktion der Schallemissionen wurden Konzepte für Mehrfamilienhäuser entwickelt, die eine gute architektonische Integration der wohnungsweise montierten Klima-Multi-Split-Geräte erlaubt. Ein Beispiel ist hier ein Pilotvorhaben in Magdeburg (Abbildung 6). Das Außengerät wurde hier zusammen mit der Kondensatabführung sowie weiteren Komponenten in eine Box auf dem Balkon bzw. an der Außenwand integriert.



Abbildung 6: Ansicht der Modullösung von Vivaero zur Integration von Multi-Split-Wärmepumpen (Quelle: [18])

2.4.3 Kältemittelmengen

Die gesamte Kältemittelmenge (R32) in der Anlage bestimmt auch die minimale Raumfläche, die eingehalten werden muss, damit eine Inneneinheit montiert werden kann (Abbildung 7). Diese minimale Raumfläche hängt zusätzlich von der Montagehöhe der Inneneinheit ab. Wenn die üblichen Kältemittelmengen bei Multi-Split-Anlagen (bis zu 30 m Leitungslänge) im Bereich zwischen 1 und 2 kg liegen [19], ist eine Montage von Wandgeräten unter der Decke bei fast allen Raumgrößen möglich. Bei einer Truhenmontage auf 1 m oder darunter spielt die Größe des Raumes schneller eine Rolle.

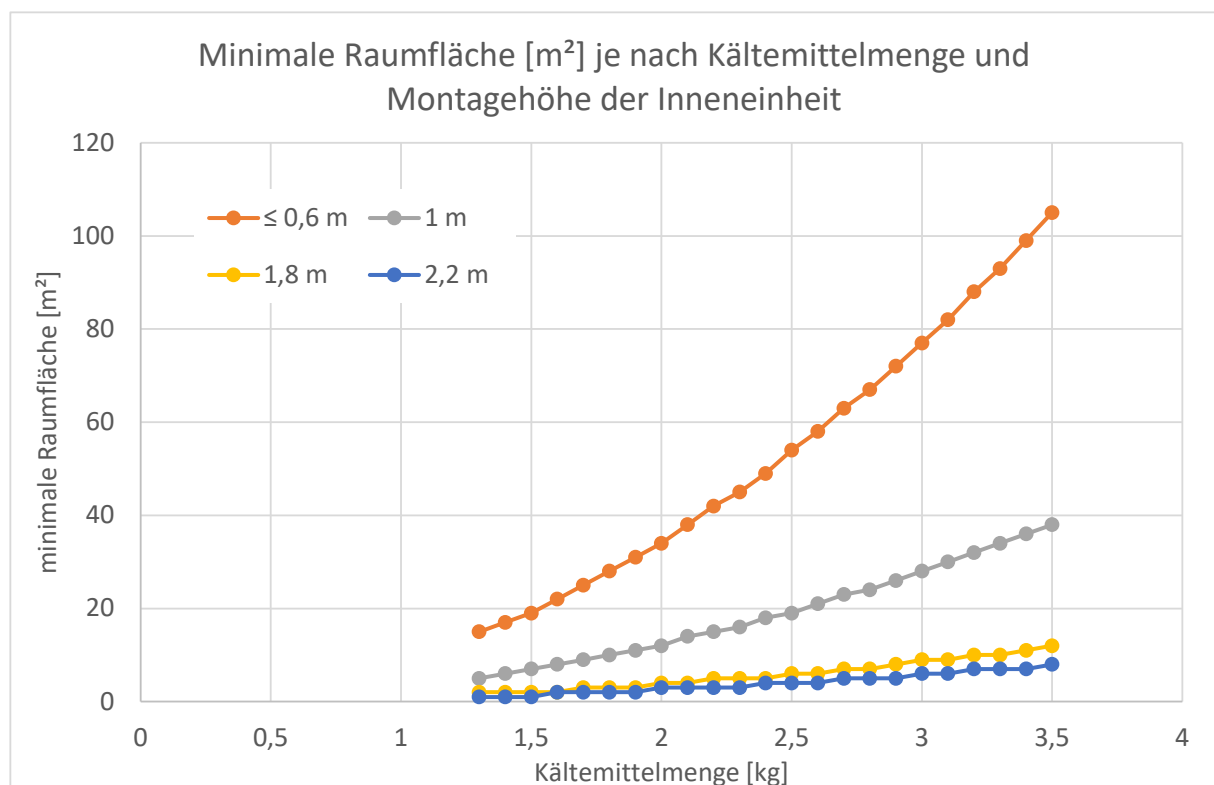


Abbildung 7: Minimale Raumfläche in qm je nach Gesamtkältemittelmenge (R32) in der Anlage und Montagehöhe der Inneneinheit (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Herstellerunterlagen für Bosch Climate 5000M [16])

2.4.4 Betriebsmodi

Es muss berücksichtigt werden, dass die erste Inneneinheit, die in Betrieb geht, den Betriebsmodus für alle anderen Inneneinheiten an der gleichen Außeneinheit bestimmt. Wird die erste Inneneinheit in den Heizmodus geschaltet, können alle anderen Inneneinheiten auch nur heizen. Aus diesem Grund sollten nicht Räume verschiedener Wohnungen oder mit stark unterschiedlichem Heiz-/Kühlbedarf an einem Außengerät kombiniert werden.

2.4.5 Wartung

Luft-Luft-Wärmepumpen werden mit hohen Volumenströmen an den Innen- und Außengeräten betrieben. Aus diesem Grund ist eine regelmäßige Wartung vor allem der Innengeräte erforderlich. Dazu gehören Filtertausch, Reinigung des Ventilators und des Wärmetauschers sowie Kontrolle des Kondensatablaufs. Auch das Außengerät muss regelmäßig gereinigt werden (Verdampfer, Ventilator). In [20] werden Wartungskosten von 125 € für die Außeneinheit und 50 € je Inneneinheit angegeben.

2.4.6 Abtauerung

Wenn die Außeneinheit vereist und abgetaut werden muss, werden die Inneneinheiten abgeschaltet und es erfolgt entweder eine passive (Außenventilator läuft weiter/Kompressor abgeschaltet, es wird aber keine Wärme mehr entzogen) oder eine aktive Abtauerung (Umkehr des Kältekreises) des Verdampfers im Außengerät. Während einer Abtauerung kann dem Raum Wärme entzogen werden und eine Geräuschentwicklung ist nicht auszuschließen.

Umgekehrt kann im Heizbetrieb in gewissem Umfang auch Wärme passiv über ein abgeschaltetes Innengerät an den Raum abgegeben werden.

Im Heizbetrieb kann am Außengerät Kondensat anfallen, das abgeführt werden muss, beim Kühlbetrieb kann es innen anfallen, weshalb alle Innengeräte mit Kondensatableitung ausgestattet werden müssen.

2.5 Kosten

Allgemeine Aussagen zu Kosten von Multi-Split-Anlagen konnten nicht gefunden werden. Eine Marktübersicht mit Anlagenkosten ist in [14] zu finden. Preise für Klima-Split-Geräte bei Online-Händlern sind zwar einfach verfügbar, diese müssen aber von Fachleuten mit Kälteschein installiert werden. In der Regel und besonders bei Mehrfamilienhäusern ist von einer Ausschreibung für Geräte und Installation auszugehen. Es ist nicht zu erwarten, dass hierbei die Online-Preise beim Discounter angeboten werden.

In [10] wurden Kosten unterschiedlicher Heizsysteme für ein Mehrfamilienhaus mit 8 Wohneinheiten und 5 Räumen je Wohnung verglichen. Dabei lagen die Kosten einer Luft-Luft-Wärmepumpe (Multi-Split-Gerät) nur geringfügig über denen einer direktelektrischen Beheizung mit Infrarot-Heizungen (Abbildung 8). Das absolute Kostenniveau ist vermutlich

nicht auf Österreich oder Deutschland übertragbar, die Relationen zwischen den Systemen können aber eine Tendenz widerspiegeln, die auch außerhalb von Großbritannien von Interesse ist.

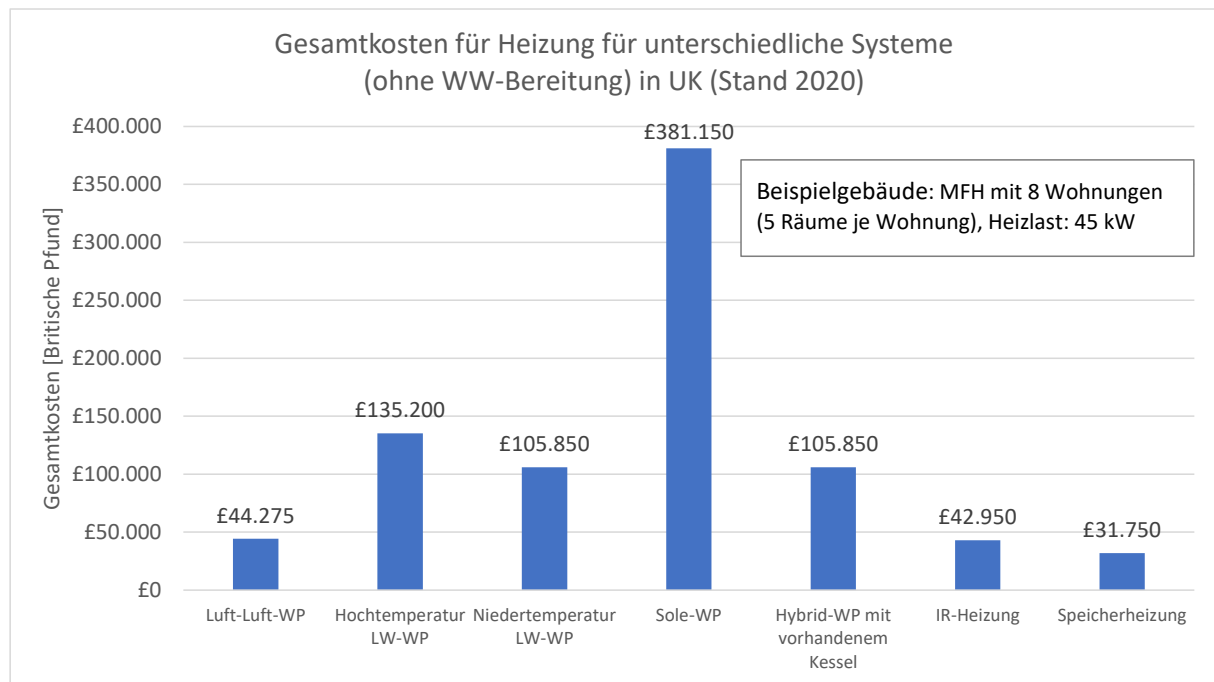


Abbildung 8: Vergleich der Gesamtkosten unterschiedlicher Heizungssysteme für ein Beispiel-Mehrfamilienhaus mit 8 Wohnungen (Quelle: eigene Darstellung nach [10])

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Multi-Split-Lösung zur Versorgung einzelner Räume eher kostengünstiger ist, als ein zentrales Versorgungssystem, sollen aber alle Räume mit Multi-Split-Anlagen versorgt werden, nähern die Kosten von Multi-Split-Anlagen denen von zentralen Wärmepumpenanlagen an.

2.6 Sonstige Konzepte

Neben den Multi-Split-Anlagen stehen grundsätzlich auch dezentrale Monobloc-Wärmepumpen als Truhengeräte für die Beheizung einzelner Räume am Markt zur Verfügung. Bei diesen sind Verdampfer, Kompressor und Kondensator in einem einzigen Gerät verbunden. Bei der Montage müssen nur zwei Bohrungen nach draußen geführt werden, über die die Luft angesaugt und ausgeblasen werden kann.

Die Heizleistungen liegen zwischen 1,7 und 2,8 kW, die kleinste Anlage in [21] ist mit dem natürlichen Kältemittel R290 verfügbar. Die Schalleistung ist mit 53 dB(A) angegeben, der Schalldruckpegel liegt zwischen 27 und 39 dB(A). Bei Wohnräumen – besonders aber bei Schlafräumen – muss bei diesen Geräten genau auf die Schallemissionen geachtet werden.

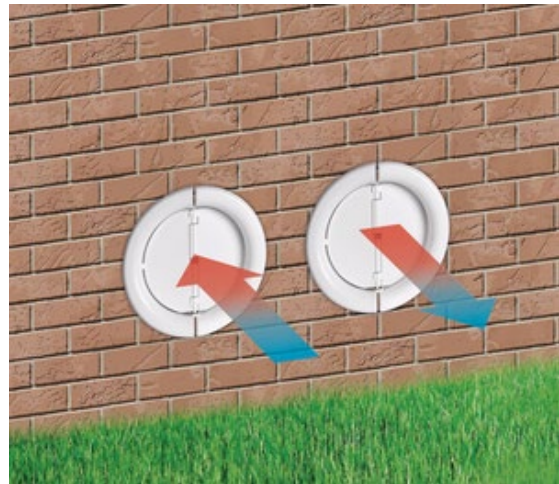


Abbildung 9: Monobloc Wandtruhe zum Heizen und Kühlen (Quelle: Fa. Remko [21])

Weitere Lösungen sind Stand-Klima-Tower, die aber aufgrund der Optik und der Leistungen in der Regel weniger für Wohnräume geeignet sind.

3 Konzepte und Erfahrungen der LEG in Köln

Die LEG Wohnen SE in Düsseldorf hat für die Umrüstung von Mehrfamilienhäusern mit Gasetagenheizungen auf Wärmepumpenversorgung ein Modellvorhaben in mehreren Gebäuden in Köln umgesetzt [22]. Dazu wurden alte Gasetagenheizungen ausgebaut und durch Multi-Split-Luft-Luft-Wärmepumpen von Mitsubishi ersetzt.

Die Außengeräte besitzen eine thermische Leistung zwischen 6,4 und 10,5 kW und elektrische Anschlussleistungen zwischen 1,8 und 2,8 kW. In der Regel ist eine elektrisch Leistungserhöhung des Gebäudes erforderlich [23]. Die Warmwasserbereitung erfolgt nicht über die Multi-Split-Geräte, sondern dezentral über Elektroboiler oder elektrische Durchlauferhitzer. Für 3 bis 4 Inneneinheiten wurde ein Außengerät an der Fassade montiert, die Innengeräte sitzen meist über der Tür (Abbildung 10). In den Bädern konnten die Innengeräte aufgrund der dort auftretenden Feuchte nicht eingesetzt werden, so dass die Bäder teilweise mit Infrarot-Strahlern ausgestattet wurden.

Die Montage erfolgte im bewohnten Zustand und dauerte 1-2 Tage je Wohnung, zur Vorbereitung wurden Wohnungsbegehungen durchgeführt. Die Geräte besitzen eine Fernwartung und Effizienzüberwachung über den CLS-Kanal des Smart-Meter-Gateways. Als Jahresarbeitszahl (JAZ) werden 3,5 erwartet. Die Anlagen können über ein Energiemanagement-System netzdienlich betrieben werden, zukünftig ist auch die Integration von PV-Strom vorgesehen [24].

Für die Umsetzung wurde ein eigenes Team von Monteuren mit Kälteschein aufgebaut. Dazu wurde ein Joint-Venture (dekarbo°) mit einem großen Heizungsunternehmen gegründet, um zukünftig auch Contracting von Multi-Split-Anlagen anbieten zu können.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die ersten Wohnungen für 10.000 bis 12.000 € umgerüstet werden können (inklusive elektrische Installationen und elektrische Trinkwassererwärmung). Ab 2027 sollen jährlich mehrere Tausend Wohneinheiten auf Luft-Luft-Wärmepumpen mit Multi-Split-Anlagen umgestellt werden.

Die Anlagen können heizen und kühlen. Da der Strom für Kühlung nicht Bestandteil der Nebenkostenabrechnung ist, wird die Kühlung in den Wohnungen nur dann freigeschaltet, wenn die Mieter einen Liefervertrag mit dem Dienstleistungsunternehmen der Wohnungsgesellschaft abschließen, vergleichbar einem Mieterstromvertrag.

Optimierungen sollen zukünftig beim Schallschutz, bei der Optik sowie bei der Integration in den Bestand sowie dem Vandalismusschutz der Außeneinheiten umgesetzt werden.



Abbildung 10: Ansichten der umgesetzten Lösungen bei der LEG in Köln (Quelle: [22])

Eine Übersicht mit 22 Fallstudien zum Heizen mit Klima-Split-Geräten in der Schweiz findet sich in [25].

Abkürzungen

CLS	Controllable Local System
COP	Coefficient of Performance
dB(A)	Einheit für Schalleistung- bzw. Schalldruckpegel
GWP	Global-Warming-Potential
JAZ	Jahresarbeitszahl
LL	Luft-Luft
R32, R290, R410A	Bezeichnungen unterschiedlicher Kältemittel
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance
WP	Wärmepumpe

Abbildungen

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Aufbaus einer Multi-Split-WP-Anlage (Quelle: [1])	6
Abbildung 2: Unterschiedliche Innengeräte für eine Multi-Split-WP-Anlage (Quelle: [2]).....	7
Abbildung 3: Verlauf des mittleren COP mehrerer LL-WP in Abhängigkeit der Außentemperatur (Quelle: [10]).....	9
Abbildung 4: ErP-Werte unterschiedlicher LL-WP und zugehörige COP-Werte für -15 °C und +7 °C Außentemperatur (Quelle:[12]).....	10
Abbildung 5: Verhältnis von Heizleistung zu elektrischer Leistungsaufnahme ("COP") in Abhängigkeit von der Anzahl der Inneneinheiten (Quelle: eigene Darstellung nach [16])	11
Abbildung 6: Ansicht der Modullösung von Vivaero zur Integration von Mult-Split-Wärmepumpen (Quelle: [18]).....	14
Abbildung 7: Minimale Raumfläche in qm je nach Gesamtkältemittelmenge (R32) in der Anlage und Montagehöhe der Inneneinheit (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Herstellerunterlagen für Bosch Climate 5000M [16])	14
Abbildung 8: Vergleich der Gesamtkosten unterschiedlicher Heizungssysteme für ein Beispiel-Mehrfamilienhaus mit 8 Wohnungen (Quelle: eigene Darstellung nach [10]).....	16
Abbildung 9: Monobloc Wandtruhe zum Heizen und Kühlen (Quelle: Fa. Remko [21]).....	17
Abbildung 10: Ansichten der umgesetzten Lösungen bei der LEG in Köln (Quelle: [22])	19

Tabellen

Tabelle 1: Einige Anbieter von Multi-Split-Wärmepumpen mit Warmwasserbereitung	8
--	---

20

Literatur

- [1] „Firmenunterlagen Hitachi“. Verfügbar unter: <https://www.hitachiaircon.com/de/de/magazin/neues-triple-c-das-erste-multi-splitsystem-fuer-heizung-klimaanlage-und-warmwasser>. [Zugegriffen: 27. November 2024]
- [2] Toshiba, „Abbildung Toshiba Multi-Split-Anlagen mit unterschiedlichen Innengeräten“. Verfügbar unter: <https://www.toshiba-aircondition.com/files/toshiba/images/default/produkte-multi-split.jpg>. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [3] „DAIKIN System Multi+: Heizen, Kühlen & Warmwasserbereitung“. Verfügbar unter: https://www.daikin.de/de_de/privatkunden/produkte-und-beratung/produktkategorien/klimaanlagen/multi-plus-split.html. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [4] „Hitachi Deutschland | Multisplit Yutampo“. Verfügbar unter: <https://www.hitachiaircon.com/de/de/sortiment/heizungswaermepumpe-fuer-ihr-zuhause/multi-yutampo>. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [5] „Samsung Business Österreich | EHS, TDM Plus, Indoor Tank Integrated Hydro Unit, 260L“, *Samsung at*. Verfügbar unter: <https://www.samsung.com/at/business/climate/heating/ae6000j-ehs-with-eco-friendly-refrigerant-r32-ae260tnwteh-eu/>. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [6] „Panasonic Heiz- und Kühlsysteme | Aquarea EcoFlex“. Verfügbar unter: https://www.aircon.panasonic.eu/DE_de/happening/aquarea-ecoflex/. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [7] „Midea MSAGBU-12HRFN7-QRD6GW/MOX331-12HFN7-QRD6GW | Blauer Engel“. Verfügbar unter: <https://www.blauer-engel.de/de/produkte/midea-msagbu-12hrfn7-qrd6gw-mox331-12hfn7-qrd6gw>. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [8] „Kältebringer® R290 Split Klimaanlage 12.000 BTU (3,5kW) Komplettsset“, *Kältebringer*. Verfügbar unter: <https://www.kaeltebringer.de/products/r290-split-klimaanlage-12000-btu-3-5kw>. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [9] „VTT:n testiraportit | Ilmalämpöpumppuvertailu“, *Scanoffice*. Verfügbar unter: <https://scanoffice.fi/vttn-testiraportit-ilmalampopumppuvertailu/>. [Zugegriffen: 27. November 2024]
- [10] J. Palmer und N. Terry, „Cost Effective Domestic Electrification (CODE)“, 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.22471.01441. Verfügbar unter: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.22471.01441>. [Zugegriffen: 20. November 2024]
- [11] „DIN EN 14825:2023-10, Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und -kühlung, gewerblichen Kühlung und Prozesskühlung_ - Prüfung und Leistungsbewertung unter Teillastbedingungen und Berechnung der saisonalen Arbeitszahl; Deutsche Fassung EN_14825:2022“. DIN Media GmbH. doi: 10.31030/3282353. Verfügbar unter: <https://www.dinmedia.de/de/-/-/343036621>. [Zugegriffen: 27. November 2024]
- [12] C. H. Stignor und T. Walfridson, *Nordsyn study on air-to-air heat pumps in humid Nordic climate*, 2019:504. in TemaNord. Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2019. doi: 10.6027/TN2019-504. Verfügbar unter: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:norden.org:diva-5599>. [Zugegriffen: 20. November 2024]
- [13] W. Feist, *Heizen mit dem Split-Klimagerät?* Innsbruck: Universität Innsbruck, 2022.
- [14] S. Warentest, „Klimageräte im Test: Monoblock oder Splitgerät?“, 23. Mai 2024. Verfügbar unter: <https://www.test.de/Klimageraete-im-Test-4722766-0/>. [Zugegriffen: 27. November 2024]

- [15] G. Dermentzis, A. Tsaris, W. Monteleone, und F. Ochs, „Performance Evaluation of Decentralized Split Unit Air-to-air Heat Pumps“, *BAUSim 2024*, S. 6, 26.09 2024.
- [16] „Planungsunterlage Climate 5000 M“. Bosch Thermotechnik GmbH.
- [17] R. Franz, „Kondensatpumpen: So funktioniert die richtige Dimensionierung | Haustec“. Verfügbar unter: <https://www.haustec.de/klima-lueftung/klimatechnik/kondensatpumpen-so-funktioniert-die-richtige-dimensionierung>. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [18] „Klinke-Viertel | Vivaero“. Verfügbar unter: <https://www.vivaero.de/aktuelle-projekte/klinke-viertel/>. [Zugegriffen: 27. November 2024]
- [19] „R32-Rechner zur Berechnung der max. Füllmenge für Panasonic R32 Split-Systeme“. Verfügbar unter: https://www.schiessl-kaelte.com/de_AT/Service-Hersteller/Tools/R32%20Rechner. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [20] A. Höllen, „Wärmeerzeugung im Gebäudebestand mit erneuerbaren Energien: Elektrische Luft-Luft-Wärmepumpe“, Deutsche Energie-Agentur (dena), Berlin, Jan. 2024. Verfügbar unter: https://www.gebaeudeforum.de/service/downloads/#cat_24. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [21] „Remko: Firmenunterlagen der Serie KWT DC“. Remko, 20. November 2024. Verfügbar unter: <https://www.remko.de/klima/lokale-raumklimasysteme/kwt/>
- [22] „Von der Gas-Etagenheizung zur Wärmepumpe“, *Gebäudeforum Klimaneutral*. Verfügbar unter: <https://www.gebaeudeforum.de/best-practice/gas-etagenheizung-zur-waermepumpe/>. [Zugegriffen: 28. November 2024]
- [23] F. Jarmer, „Austausch zum Einsatz von LL-Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern“, 12. Dezember 2024.
- [24] F. Jarmer, „Einsatz von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden“, gehalten auf der 4. Fachkongress der IW.2050, Darmstadt, 17. April 2024.
- [25] S. Hepp, T. GmbH, E. Bush, T. GmbH, und A. Roscetti, „Heizen mit Klimageräten - Machbarkeit Ersatz von Elektrodirektheizungen durch Split-Klimageräte“, energie-schweiz, Bern, Apr. 2024. Verfügbar unter: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/news-und-medien/publikationen.ex-turl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWWRtaW4uY2gvZGUvcHVib-GljYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvMTE3Mjg=.html>. [Zugegriffen: 28. November 2024]