
Rahmenkonzept Hochsommerliche Kühlung in der Bahnstadt

Prof. Dr. Martin Borowski und Dipl.-Ing. Anne Bendig,

Fachliche Mitarbeit Dr. Berthold Kaufmann, Passivhaus Institut, Darmstadt und
Dipl. Ing. (FH) Mirosław Kowalski, solares bauen GmbH, Freiburg.

Dieses Rahmenkonzept soll als Leitfaden und Handlungsempfehlung für den Umgang mit dem nachträglichen Einbau von Klimageräten in der Heidelberger Bahnstadt unter Beachtung des Passivhausstandards dienen. Die Eckpunkte einer aktiven Kühlung im Passivhausstandard werden am Beispiel des Baufeldes W1.5 für eine Wohnungseigentümergeinschaft aufgezeigt. Die Erfahrung der letzten knapp zehn Jahre hat gezeigt, dass Handlungsbedarf für die Zeiten hochsommerlicher Erhitzung besteht.

Version 1.0, Mai 2025

EINLEITUNG	2
PROBLEMSTELLUNG UND AKTUELLE SITUATIONSDESCHEIBUNG	2
KONKRETES BEISPIEL VON HOCHSOMMERLICHER HITZE FÜR EINE BETROFFENE WOHNUNG	3
DIE AKTUELLE SITUATION BEI HITZE IN DER BAHNSTADT	4
AUFGABENSTELLUNG	5
BERECHNUNGEN ZUR SOMMERHITZE IM PASSIVHAUSSTANDARD	6
GENERELLE PASSIVHAUSECKWERTE	6
DER SOMMERFALL IM PASSIVHAUS UND 'PASSIVE' KÜHLSTRATEGIEN	7
DER STANDARD-SOMMER	11
DER HEIÙE SOMMER	12
EXEMPLARISCHE KÜHLLASTBERECHNUNG AN ZWEI TYPISCHEN WOHNUNGEN IM BAUFELD W1.5	15
1 PROJEKTDESCHEIBUNG	15
2 GRUNDLAGEN	16
3 ERGEBNISSE	17
OPTIONEN DER KÜHLUNG	20
HERKÖMMLICHE (PASSIVE) METHODEN IM PASSIVHAUS	20
EINSATZ VON SPLIT-KLIMAGERÄTEN	21
TECHNISCHE VARIANTEN DER AKTIVEN KÜHLUNG MIT GERÄTEN	23
ANSCHAFFUNGSRATGEBER FÜR KLIMA-SPLITGERÄTE	26
RAHMENBEDINGUNGEN ZUM EINBAU VON SPLIT-KLIMAGERÄTEN	27
RECHTLICHE ASPEKTE IM WEG-KONTEXT	27
GESETZLICHE VORGABEN	27
PRÜFUNG EINER MÖGLICHEN QUALIFIZIERTEN BEEINTRÄCHTIGUNGEN VON NACHBARN	29
LAGE UND POSITIONIERUNG DER AUßENGERÄTE	31
MONTAGEOPTIONEN NACH WOHNUNGSART	31
OPTISCHE AUSFÜHRUNG / VERKLEIDUNG	32
KONKRETE BEISPIELE AM BAUFELD W 1.5	33
FINANZIERUNG UND KOSTEN	36
HAFTUNG, WARTUNG UND FOLGESCHÄDEN	37
GENEHMIGUNGSWEG IM WEG KONTEXT	37
VORGEHENSWEISE ZUR BEANTRAGUNG – WEG CHECKLISTE	38
FAZIT	39
RESSOURCEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN	40

EINLEITUNG

Problemstellung und aktuelle Situationsbeschreibung

Das Projekt der Bahnstadt Heidelberg, den Passivhausstandard auf der Ebene eines gesamten Stadtteils zu verwirklichen, hat national wie international Vorbildwirkung und kann insgesamt als Erfolg gewertet werden. Wie bei derart ehrgeizigen und komplexen Vorhaben aber nicht weiter verwunderlich, zeigt sich mit den praktischen Erfahrungen der ersten Jahre Anpassungsbedarf. Mit Blick auf dieses Rahmenkonzept bedeutsam ist der ausgeprägte Wärmeinseleffekt des Stadtteils. In Perioden hochsommerlicher Hitze staut sich in weiten Teilen des Stadtteils die Hitze derart, dass die im Passivhausstandard üblicherweise vorgesehene Abkühlung durch nächtliche Lüftung über geöffnete Fenster wirkungslos oder sogar ins Gegenteil verkehrt wird. Ein zentraler Baustein des Schutzes vor sommerlicher Erhitzung im Passivhauskonzept für das Klima in Deutschland versagt daher aufgrund der besonderen Gegebenheiten des Stadtteils.

Dazu ein Auszug aus dem Rahmenplan 2022 Bahnstadt der Stadt Heidelberg: [[Heidelberg1](#)]

„Laut Stadtklimagutachten von 2015 ist die Bahnstadt primär als bioklimatisch belasteter Siedlungsraum (Wirkungsraum) gekennzeichnet. Oberflächenversiegelung und fehlendes Grünvolumen führen laut Gutachten zu einer starken Erhitzung während sommerlicher Hitzeperioden. Hinzu kommt, dass der Neckartalwind zusätzliche Warmluft aus den Bereichen Altstadt, Bergheim und Weststadt heranführt, was dazu führt, dass die nächtliche Abkühlung stark gehemmt wird. Für sich gesehen wirkt der Stadtteil als lokale Wärmeinsel, die eine eigene Zirkulation mit ihrer Umgebung ausprägt. Dies wurde bei der Planung der Freiräume berücksichtigt, indem verstärkt Begrünung umgesetzt wurde. Wichtig ist die Beachtung bei zukünftigen Planungen.“

Auch der Klimaatlas BW zeigt deutlich auf, dass die Anzahl der heißen Tage ($\geq 30^{\circ}\text{C}$) im Stadtgebiet Heidelberg kontinuierlich zunimmt. [[Klimaatlas BW](#)]

Weitere Analysen und Artikel bekräftigen diese Aussage:

„Das Ergebnis (einer Untersuchung von Foshag): Selbst in der versiegelten Altstadt auf dem Universitätsplatz ist es weniger warm als in der neu gebauten Bahnstadt. [[Deutschlandfunk](#)]

„Das Darmstädter Passivhaus-Institut hat sich 2017 nach dem Befinden in der Bahnstadt erkundigt und in einer Umfrage herausgefunden, dass Dreiviertel der Bewohner grundsätzlich zufrieden sind. Gleichzeitig gaben 60 Prozent an, dass es ihnen im Sommer zu heiß wird. Die angehende Juristin Martha Ninov, die hier seit vier Jahren in einem Studentenheim lebt, kennt das Problem. "In manchen Nächten konnte ich nicht schlafen wegen der Hitze", erzählt sie. Eigentlich wohne sie gerne hier, "aber das ist schon hart".“ [[Kontext](#)]

Konkretes Beispiel von hochsommerlicher Hitze für eine betroffene Wohnung

In hochsommerlichen Hitzeperioden sinkt beispielsweise im Wohnfeld 1.5, Haus 1, Wohnung 131, die Temperatur (Luft einlass von der Bautzenstrasse her, seit mittags im Schatten) in 10 m Höhe im 3. OG nur ca. zwischen 2 Uhr nachts und 6 Uhr morgens auf knapp unter 30 Grad Celsius. Auf dem Südwestbalkon dieser Wohnung können in 10 m Höhe gegen 19 Uhr durchaus zwischen 40 und 45 Grad herrschen. Eine nächtliche Abkühlung durch Lüftung ist während dieser Perioden natürlich unmöglich, die Temperatur in der Wohnung steigt dann trotz der hervorragenden Isolierung schnell auf 28 Grad und mehr. Schlafen, Wohnen und Arbeiten sind unter diesen Bedingungen erheblich erschwert.

Die Tendenz mit Blick auf sommerliche Hitzeperioden in den nächsten Jahren und Jahrzehnten erscheint aufgrund der Klimaerwärmung nach allen Voraussagen eindeutig – Hitzeperioden werden im Durchschnitt häufiger auftreten und länger anhalten, auch wenn einzelne Jahre gegen den Trend erträglicher sein können. Die folgende Abbildung zeigt die Zukunftsperiode I von 2021 – 2025: Darin sind im Gebiet Bahnstadt >25 und bis zu 100 PET Überschreitungstage pro Jahr zu erwarten. PET-Tage sind Tage mit > 36° C und starker Wärmebelastung.

*PET: Die Wärmebelastung für den Menschen kann anhand eines Wärmehaushaltsmodells abgeschätzt werden, bei dem der Wärmeaustausch einer „Norm-Person“ mit seiner Umgebung berechnet wird („Klima-Michel“). Als Kriterium werden dabei Indikatoren wie die **Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET)** (...) berechnet, die jeweils eine Maßzahl für die (subjektiven) Komfortbedingungen des Menschen widerspiegeln. (Definition aus [Klimopass Bericht Heidelberg, 2017](#))*

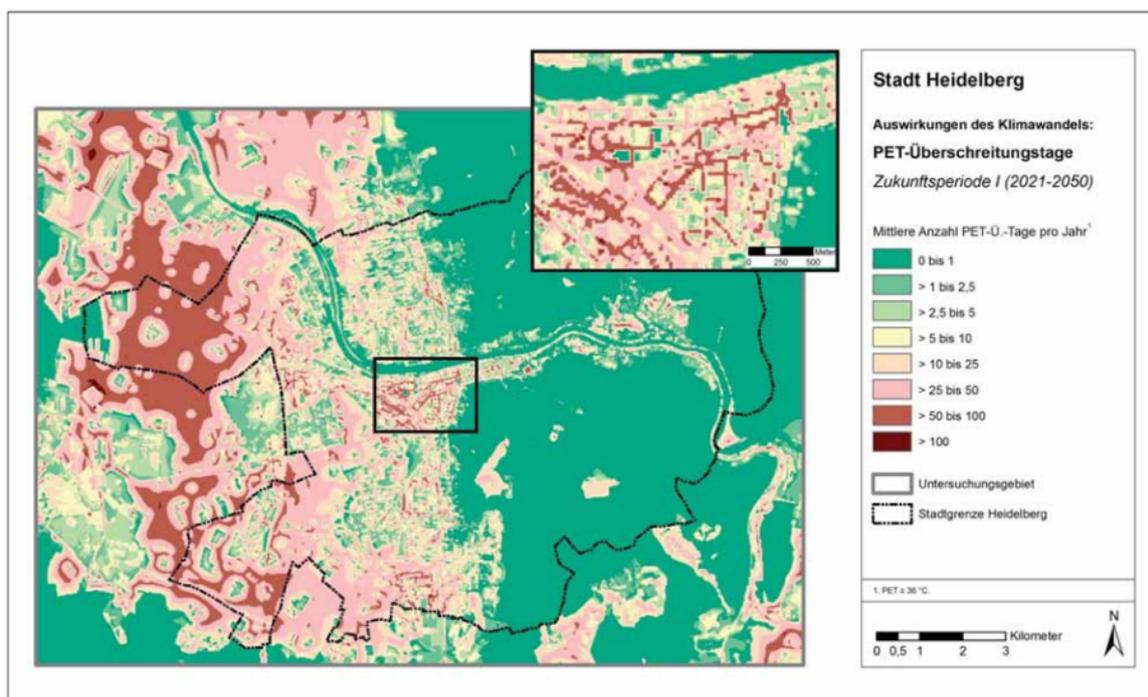


Abbildung 12 Durchschnittliche jährliche Auftrittshäufigkeit von Tagen mit starker Wärmebelastung im Zeitraum 2021-2050

(PET-Überschreitungstage, Quelle: aus Klimopass Projekt Heidelberg, Endbericht 2017)

Die aktuelle Situation bei Hitze in der Bahnstadt

Die verschiedenen Wohnungen in der Bahnstadt sind je nach Lage, Anzahl und Größe der Fensterflächen, Nutzung sowie Anzahl der Bewohner unterschiedlich stark betroffen und die Bewohner sind ebenso unterschiedlich empfindlich gegenüber Hitze. Die moderne Architektur des 21. Jahrhunderts nutzt auch anders als beispielsweise in der historischen Altstadt meist großzügige Fensterflächen, die zu verstärkter Sonneneinstrahlung und Hitzebelastung führen. Die Bewohner haben jedoch ein vollkommen legitimes Interesse, diesen schwer erträglichen und teils auch gesundheitsgefährdenden Bedingungen nicht hilflos ausgeliefert zu sein.

Es gibt bereits Bewohner der Bahnstadt, die sowohl mit als auch ohne Zustimmung oder Genehmigung durch die zuständige Wohnungseigentümergeinschaft (WEG) in bzw. an ihrem Sondernutzungsrecht (SNR) eine feste Klimaanlage installiert haben. Aus Gründen des Wirkungsgrades handelt es sich dabei typischerweise um Split-Klimageräte, bei denen sich die kalte Seite des Wärmetausches innerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes befindet, die warme Seite jedoch außerhalb. Die Kühlmittelleitungen müssen daher durch die Fassade geführt werden, welche sich stets im Gemeinschaftseigentum der WEG befindet. Damit muss also die Fassade durchbohrt werden, was typischerweise einer Zustimmung der WEG bedarf.

Es haben sich einige Bewohner der Bahnstadt angesichts der periodisch nur schwer erträglichen Hitze ein mobiles Monoblock-Klimagerät zugelegt. Diese vergleichsweise günstigen Geräte vereinen beide Seiten des Wärmetausches in einem Gehäuse. Ihr Betrieb setzt keine bauliche Veränderung voraus, ihre Aufstellung und ihr Betrieb bedarf keiner Zustimmung durch die jeweilige WEG. Diese Geräte werden bei gekipptem (und teilweise verhängtem) Fenster betrieben, da die bei ihrem Betrieb auf der warmen Seite des Wärmetausches anfallende Hitze als heiße Luft nach draußen geblasen werden muss. Diese "Notlösung" weist aber schwere Nachteile auf. Diese Geräte haben nur eine schwache schlechte Kühlleistung bei hohem Energieverbrauch – der Wirkungsgrad ist ausgesprochen schlecht. Dies hat auch damit zu tun, dass die nach draußen geblasene heiße Luft irgendwo in die Wohnung nachströmen muss, dies kann nur vergleichsweise warme Außenluft sein – eine Kühlung kann nur nach Maßgabe der eher bescheidenen Temperaturdifferenz zwischen ausgeblasener und eingesaugter Luft erzeugt werden. Zudem sind derartige Geräte typischerweise ausgesprochen laut, was den durch Hitze beeinträchtigten Schlaf zusätzlich stört. Auch wenn diese Geräte auf den ersten Blick eine rasche, billige und unkomplizierte Abhilfe zu bieten scheinen, muss man aus den genannten Gründen vor der Anschaffung und ihrem Betrieb warnen – sie bewirken wenig Kühlung bei hohem Energieverbrauch. Dies erweist sich nicht nur als unwirtschaftlich, es **läuft auch dem Passivhausgedanken, energiesparend zu wohnen, diametral zuwider**. Von dem Betrieb derartiger Geräte muss daher dringend abgeraten werden. Es sei hinzugefügt, dass ihr Betrieb allerdings rechtlich kaum zu verhindern sein dürfte, da er keine bauliche Veränderung eines Passivhauses darstellt oder voraussetzt. Um so wichtiger erscheint es daher, ein Rahmenkonzept für eine effiziente, mit dem Passivhauskonzept und -gedanken vereinbare aktive Kühlung bereitzustellen.

Weiter droht bei zunehmender Erhitzung im Stadtteil ein „Wildwuchs“ durch ohne Genehmigung oder als Einzelfall genehmigte installierte Split-Klimaanlagen. Es ist zu befürchten, dass die resultierende ungeklärte optische Veränderung an den Gebäuden, der eventuell entstehende Schall und ein möglicher Wärmeeintrag für Nachbarn vor einem Einbau derartiger Anlagen bisher nicht nach allgemeingültigen Kriterien geprüft worden sind.

Zudem waren und sind die Gebäude in der Bahnstadt – hier exemplarisch am Wohnfeld 1.5 –, die wir alle gemeinsam geplant und gebaut haben, von dem Passivhaus-Gedanken getragen, den sehr viele Miteigentümer auch jenseits rechtlicher Grenzen nicht leichtfertig beiseitelegen wollen.

Erläuterung zu „Passivhaus-Gedanke“: *Eine im Passivhausstandard gebaute Wohnung (in einem Mehrfamilienhaus) ist eine besonders energieeffiziente Wohneinheit, die so konstruiert ist, dass sie im Regelfall nahezu keine aktive Heizung oder Kühlung benötigt. Das wird durch eine extrem gute Wärmedämmung, eine luftdichte Gebäudehülle, dreifach verglaste Fenster und eine kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung erreicht. Dadurch wird der Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser drastisch reduziert, was sowohl die Umwelt als auch das Klima schont, da weniger fossile Brennstoffe benötigt und CO₂-Emissionen gesenkt werden. Im Sommer bleibt die Wohnung durch die gute Dämmung und den gezielten Einsatz von Verschattung (z. B. Jalousien oder Dachüberstände) im Regelfall angenehm kühl, da die Hitze von außen (im Idealfall) kaum ins Gebäude gelangt.*

Aufgabenstellung

In der geschilderten Situation bietet sich die Erarbeitung eines Rahmenkonzepts an, mit dessen Hilfe die legitimerweise nach aktiver Kühlung verlangenden Bewohner ebenso Leitlinien an die Hand bekommen wie ihre Nachbarn, die vor Lärm durch Außengeräte, vor optischer Beeinträchtigung der Fassaden und Wärmeeintrag geschützt werden wollen und sollen. Zudem wird geklärt, unter welchen Bedingungen und in welchen Grenzen der Betrieb von Klimaanlagen mit dem Passivhausstandard vereinbart werden kann.

Um das Ergebnis vorwegzunehmen: **Mit einigen Maßgaben kann aktive Kühlung auch in Deutschland mit dem Passivhausstandard vereinbart werden.**

In Zonen mit heißerem Klima sieht der Passivhausstandard teils nur aktive Kühlung vor, keine Heizung – dem Passivhausstandard ist also aktive Kühlung überhaupt nicht fremd. Die in Deutschland in Passivhäusern vor allem mit Blick auf den Heizenergiebedarf verwendete extrem effektive Dämmung kommt auch dem Kühlenergiebedarf stark zugute, womit die notwendige Kühlleistung deutlich geringer ausfällt als für herkömmliche Gebäude.

Moderne Klimaanlage arbeiten ausgesprochen effizient, bei einem heute teils erreichten SEER-Wert (Seasonal Energy Efficiency Ratio) von 8,5 werden für 1000 Watt Kühlleistung nur 125 Watt Strom eingesetzt. Die Anlagen werden derart dimensioniert und betrieben, dass die Hitzespitzen mit Temperaturen von über 26 Grad innerhalb der Wohnung während der hochsommerlichen Heißphasen “abgeschnitten” werden.

Entsprechend dem Passivhauskonzept besteht die Grundidee darin, zunächst alle Möglichkeiten der passiven Kühlung auszuschöpfen und die aktive Kühlung nur dann einzusetzen, wenn es nicht mehr anders geht. Die Klimaanlage werden nur in Hitzeperioden und nur so weit betrieben, als eine erträgliche Temperatur erreicht wird; der Jahresstromverbrauch wird sich daher in sehr engen Grenzen halten.

Dieses Rahmenkonzept dient der Information aller aktuell und potenziell Beteiligten. Denjenigen, die eine Klimaanlage in ihre Wohnung einbauen wollen, wird die nach dem Passivhausstandard zulässige Dimensionierung vor Augen geführt und sie werden über die Bedingungen des Betriebs informiert. Fragen des Lärmschutzes für Nachbarn und des Wärmeeintrages müssen, wie bei Klimaanlagen in Mehrfamilienhäusern ohnehin, vor dem Hintergrund der örtlichen Verhältnisse im Einzelfall beurteilt werden – hochwertige moderne Anlagen sind aber ohnehin sehr leise und die Abwärme wird in einer hochsommerlichen Hitzeperiode, in der alle die Fenster geschlossen halten werden, kaum ernsthaft ins Gewicht fallen. Die technischen und optischen Maßgaben bieten auch einen Leitfaden für Hausverwaltungen, welche die entsprechenden WEG-Beschlüsse vorbereiten müssen. In typischen Fällen dürfte das Rahmenkonzept die Zulässigkeit von Klimaanlagen weitgehend regeln, nur in atypischen Fällen werden nähere Erwägungen im Einzelfall angesichts der jeweiligen Besonderheiten erforderlich sein.

Der Klarheit halber sei hinzugefügt, dass das Rahmenkonzept selbst keine bindende oder rechtlich autoritative Natur aufweist, sondern nur einen praktischen Leitfaden zur Verfügung stellen kann, der neben einigen rechtlichen Grenzen zur Vermeidung von Konflikten und Fehlinvestitionen bedeutsame praktische Aussagen trifft.

Exemplarisch wird das Rahmenkonzept im Folgenden für das Baufeld 1.5 der Bahnstadt Heidelberg dargelegt. Das Konzept kann in dem Maße auf andere Baufelder in der Bahnstadt Heidelberg oder auf andere Stadtteile, sei es in Heidelberg oder in anderen Städten, übertragen werden, als die relevanten Umstände sich gleichen. Bei relevanten Unterschieden muss ein Rahmenkonzept für andere Stadtteile entsprechend den diesem Rahmenkonzept zugrundeliegenden Grundsätzen angepasst werden.

Berechnungen zur Sommerhitze im Passivhausstandard

Generelle Passivhauseckwerte

- Der Heizwärmebedarf liegt im Passivhaus unter $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (bezogen auf die Wohnfläche) - oder die Heizlast liegt unter $10 \text{ W}/\text{m}^2$

- Der Primärenergiebedarf überschreitet $PE = 95 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ nicht (Grenzwert 2024). Dieser Grenzwert wird mit der Zeit schrittweise reduziert werden, weil sich der Anteil an erneuerbaren Energie im deutschen Strommix laufend erhöht.
- z.B. Der Bedarf der Gebäude W1.5, Haus 1-2-3 ist nach PHPP10.5 an erneuerbarer Primärenergie $PER = 64 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und $PE = 79 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Die Luftdichtheit erreicht mindestens $n_{50} = 0,6/\text{h}$.
- Die Übertemperaturhäufigkeit ($>25^\circ\text{C}$) im Sommer sollte unter 10 % liegen

! Wichtig zu wissen:

In der Bahnstadt Heidelberg werden diese Werte für jedes Gebäude als Mittelwert über das ganze Gebäude erreicht. Das bedeutet, dass einzelne Wohnungen darüber oder darunter liegen, je nach Lage im Gebäude, Größe und Positionierung auf dem Baufeld.

Der Sommerfall im Passivhaus und 'passive' Kühlstrategien

Bei einigen Bewohnern der Bahnstadt herrscht eine gewisse Unsicherheit, ob und wie weit aktive Kühlung mit dem oben erwähnten Passivhaus-Gedanken zusammenpassen kann.

Die folgenden Abschnitte erläutern, inwiefern es auch in einem Passivhaus (oder in diesem Fall: im Passivhaus-Standard errichteten Wohnungen) durchaus zu dem Fall kommen kann, dass eine aktive Kühlung (1) neben den herkömmlichen Maßnahmen im Hochsommer erforderlich wird und (2) dies auch mit den energetischen Grenzen des Passivhausstandards vereinbart werden kann.

👉 **Hinweis:**

Wem es an dieser Stelle zu technisch wird, der mag die folgenden technischen Erläuterungen überspringen und weiter auf Seite 20 zur praktischen Umsetzung lesen.

Die ursprünglichen Berechnungen zur Gebäude-Energiebilanz für die Passivhäuser im Gebiet Bahnstadt Heidelberg wurden während der bzw. parallel zur Planungsphase mit PHPP Version 6 durchgeführt. Die Berechnungen wurden dann zum Abschluss der Realisierung fertiggestellt und dokumentiert (2015).

Zu dieser Zeit traten heiße oder sogar sehr heiße Sommer nur vereinzelt auf. Daher wurde damals davon ausgegangen, dass sich die Innenräume von Wohngebäuden und insbesondere von gut wärmedämmten Passivhäusern bei sachgerechtem Nutzerverhalten auch im Sommer bei angenehmen Raumtemperaturen halten lassen. Sachgerechtes Nutzerverhalten bedeutet hier die konsequente Anwendung von sogenannten 'passiven' Strategien und Kühlmaßnahmen.

Die Strategie der passiven Kühlung beruht auf folgenden Prinzipien:

1. Tagsüber werden bei Sonnenschein auf den jeweiligen Fassaden Sonnenschutzmaßnahmen getroffen, d.h. außenliegende Verschattungen konsequent verschlossen, um solare Lasten weitgehend zu minimieren.
2. Tagsüber werden bei Temperaturen über 25 °C außerdem Fenster und Türen weitgehend geschlossen gehalten, um die warme Luft nicht in die Wohnräume gelangen zu lassen.
3. Tagsüber wird bei hohen Außentemperaturen über die Lüftungsanlage gelüftet und dabei ein nicht unnötig hoher Luftwechsel eingestellt. Die Wärmerückgewinnung ist dabei aktiviert und hilft, die ggf. kühleren Innenraumtemperaturen aus der Nacht zu halten. Die Wärmerückgewinnung wirkt aus Sicht der Bewohnerinnen und Bewohner betrachtet als 'Kühle'-Rückgewinnung.
4. Interne Wärmelasten sollten weitgehend vermieden bzw. minimiert werden.
5. In der Nacht, ab dem Zeitpunkt, wenn die Außentemperaturen unter etwa 25 °C und niedriger als die Innentemperatur gefallen sind, können Fenster und Balkon-Türen so weit wie möglich geöffnet werden. Dies kann eine gewisse Erleichterung schaffen.
6. Wenn Fenster nicht geöffnet werden können, wird bei Außentemperaturen unter 25 °C die Lüftungsanlage im Bypass-Modus betrieben, d.h. kühle Außenluft wird an der Wärmerückgewinnung (WRG) vorbei in die Wohnräume gesaugt und warme Abluft nach draußen geblasen. Das kann auch zusätzlich zur Fensterlüftung erfolgen.
7. Ggf. kann die Lüftungsanlage im Abluft-Modus betrieben werden, d.h. Außenluft wird über gekippte Fenster angesaugt und der Abluft-Ventilator erzeugt einen Unterdruck, der auch bei gekippten Fenstern einen ausreichenden Luftstrom ermöglicht.

Diese Strategien können unter den folgenden Voraussetzungen erfolgreich angewendet werden:

1. Die Außen-(Luft)-Temperaturen fallen in der Nacht deutlich unter 20°C siehe auch **[AK 53]**. Erst ab diesem Temperaturniveau ist eine effektive passive Nachtauskühlung zu erwarten.
2. Die Fenster können nachts meist zwischen 22 Uhr und frühmorgens kurz nach Sonnenaufgang wenigstens gekippt werden, besser noch ganz aufgeschwenkt werden, um einen möglichst großen kühlen Luftstrom zuzulassen (oben 5.)
3. Falls (oben 6.) praktiziert wird, sollte möglichst kühle Luft angesaugt werden und der Bypass sollte mit möglichst wenig Druckverlust betrieben werden.
4. Die Option (oben 5.) erfordert von den Bewohnern erhöhte Aufmerksamkeit gegenüber dem Wettergeschehen. Nächtlicher Regen oder Sturm muss bedacht werden.
5. Option (oben 6. Bypass) kann automatisiert betrieben werden, wenn die Lüftungsgeräte ein entsprechendes sommerliches Regelprogramm ermöglichen.
6. Für die Misch-Strategie Abluftbetrieb, Option (oben 7.) können auch gekippte Fenster mit relativ einfachen Mitteln einbruchssicher gemacht werden: Quer-Riegel innen am Fenster im unteren Drittel der Fensterhöhe.

Die genannten 'passiven' Kühlstrategien für den Sommerfall wurden im PHPP Version 6 auch rechnerisch angesetzt. Damit wurde für alle Gebäude der Bahnstadt Heidelberg eine Abschätzung für das sommerliche Verhalten der Gebäude berechnet. Diese Abschätzung gilt jeweils für das Gebäude als Ganzes – d.h. die Gebäude werden jeweils als eine einheitliche Zone betrachtet.

Mit dieser beschriebenen Abschätzung konnte damals auch rechnerisch gezeigt werden, dass mit den typischerweise nachts zur Verfügung stehenden Luftströmungen und der typischerweise zu erwartenden Abkühlung der Außentemperatur auf meistens deutlich unter 20°C mit den oben beschriebenen Strategien die Innenraumtemperaturen bis auf wenige Stunden im Jahr auf angenehmen Werten gehalten werden können. Es war klar, dass diese Strategien mangels aktiver Kühlung eine Überhitzung für gewisse Zeiten nicht würden verhindern können, dass es also Perioden im Jahr mit Innenraumtemperaturen über 25°C geben würde. Die Kriterien für die Temperaturen in Innenräumen im Sommer mit passiver Kühlung sind daher folgendermaßen definiert:

- Gutes sommerliches Raumklima:
T > 25°C nur während weniger als 5% der Jahresstunden
- Noch akzeptables sommerliches Raumklima:
T > 25°C nur während weniger als 10% der Jahresstunden

Seit 2015 wurden die Berechnungsalgorithmen im PHPP weiter verfeinert und vor allem der Tatsache Rechnung getragen, dass die Sommer inzwischen häufiger deutlich wärmer werden als bis dahin üblich. Im PHPP Version 10 stehen daher insbesondere neuere Klimadatensätze zur Verfügung, welche auch die inzwischen höheren Temperaturen während der Sommermonate berücksichtigen. Außerdem wurde eine Berechnungsoption 'Sommer-Stress-Test' implementiert, welche es erlaubt, besondere Überhitzungs-Situationen in dicht bebauten Innenstädten, den sogenannten 'Wärmeinselleffekt', zu modellieren. Und es wurde eine Risikobetrachtung zum Nutzerverhalten bezüglich der Annahmen zu Verschattung und Lüftung durchgeführt, denn diese haben einen erheblichen Einfluss auf den erzielten Sommerkomfort.

Daher wurde hier das PHPP-Modell des Gebäudes W1.5-Haus123 aus PHPP Version 6 in PHPP Version 10 übertragen. Ein Ziel war es, die alten Berechnungen von 2015 zu verifizieren. Außerdem sollten mit den neuen verfeinerten und erweiterten Algorithmen Strategien aufgezeigt werden, wie man mit den inzwischen heißeren Sommern adäquat umgehen kann.

Die Ergebnisse der neuen Berechnungen können wie folgt zusammengefasst werden: der Standard-Sommer kann vom Passivhaus nach wie vor verkraftet werden. Insofern können die Berechnungen von 2015 vollständig bestätigt werden.

Die zukünftig zu erwartenden sehr heißen Sommer und vor allem innerstädtisch häufiger zu befürchtende Wärmeinsel-Effekte (heat-island effects) brauchen allerdings weitergehende Maßnahmen, damit in den Wohnungen komfortable Innenraumtemperaturen gehalten werden können.

Anmerkung zum städtischen Umfeld und Städtebau: Es wurde verschiedentlich angemerkt z.B. [Foshag 2020], dass an der genannten hohen Aufwärmung aufgrund von Innerstädtischen Wärmeineffekten vor allem die dichte Bebauung und damit auch die Gebäude verantwortlich seien. Das ist, was die Dichte der Bebauung angeht, sicher richtig, allerdings sei darauf hingewiesen, dass die Gebäude selbst und zumal die Passivhäuser mit den genannten passiven Kühlstrategien sehr gut kühl gehalten werden könnten – wenn das bauliche Umfeld in den Nächten entsprechend abkühlen könnte.

Darin sind sich die Fachleute tatsächlich einig: großflächige fast vollständige Versiegelung und sehr wenig Vegetation verhindern die Abkühlung durch Verdunstung gerade in den dicht bebauten Innenstädten zusätzlich [Marco Schmidt, BBSR]. Die städtebauliche Gestaltung der Bahnstadt Heidelberg ist also in dieser Hinsicht eher problematisch und es sollte überlegt werden, ob und wie ein größerer Teil der Freiflächen wieder entsiegelt und mit Vegetation versehen werden kann.

In diesem Zusammenhang sei noch auf das Projekt bzw. die Gebäude 'Heidelberg Village' am Langen Anger 72 bis 74 hingewiesen. Dort wurde zusätzlich zu der luftdichten und wärmege-dämmten Passivhaus-Gebäudehülle außen eine zweite, leichte Fassadenkonstruktion aus Balkonen zur Verschattung und Rank-Gerüsten für eine Fassadenbegrünung errichtet.

Nach Aussagen des Projekt-Entwicklers, Frey Architekten in Freiburg, helfen diese Verschattung und die Verdunstungswirkung der Vegetation, dass die Raumtemperaturen an heißen Sommertagen gegenüber der Situation ohne diese Verschattung deutlich reduziert werden konnten. Dies konnte gleichsam unfreiwillig getestet werden, indem einige Wohnungen in einem Sommer schon bewohnt waren, bevor die Verschattungs-Pflanz-Konstruktion fertiggestellt war.

In einer Studie [Annkathrin Auel, Freiburg 2012] an einem ähnlichen Gebäude in Freiburg konnte diese Wirkung im Detail untersucht und dokumentiert werden. Diese Studie sei der Vollständigkeit hier zitiert, damit ggf. in Zukunft noch weitere Gebäude in der Bahnstadt und auch anderswo entsprechend geplant oder vielleicht sogar die bestehenden Gebäude mit einer derartigen Fassadenkonstruktion nachgerüstet werden können. In dieser Arbeit wird allerdings auch darauf hingewiesen, dass eine passive Nachtauskühlung durch Querlüftung mit kühler Nachtluft wie oben beschrieben die Temperaturen weiter absenken könnte. Insofern können eine Fassadenbegrünung und Verschattung nur als ergänzende Komponente wirken.

(Anm. d. Red.: Nach unserer Kenntnis ist die Problematik bei der Stadt Heidelberg bereits bekannt und es werden im begrenzten Rahmen des Möglichen Maßnahmen in der Bahnstadt ergriffen z.B. Baumbepflanzungen, Entsiegelung mit Beeten statt Pflaster auf dem Gadamerplatz, Errichtung der noch fehlenden Wasserbecken am Langen Anger etc.)

Hinweis:

siehe auch Einleitung aus dem Rahmenplan 2022 der Stadt Heidelberg:

Die Bahnstadt unterliegt als Stadtteil aus baulichen Gründen dem Wärmeinsel-Effekt.

Der Standard-Sommer

Die Berechnungen mit PHPP Version 6 von 2015 konnten auch mit dem neuen PHPP Version 10 bestätigt werden. D.h. mit den Annahmen und Randbedingungen für einen 'Standard'-Sommer und einem Nutzerverhalten bzgl. Verschattung und Sommerlüftung könnten auch heute die Gebäude nach wie vor im Sommer auf akzeptablen Temperaturen gehalten werden. Dies beruht jedoch auf letztlich überholten Klimadaten, durch die wärmeren Sommer kommt es zunehmend zur Überhitzung, wenn Verschattung oder nächtliche Lüftung nicht genügend wirken können.

Problematisch werden nach wie vor folgende Situationen:

- a. Die Nachtlüftung kann gar nicht oder nur unzureichend praktiziert werden, weil die Fenster nachts aus verschiedenen Gründen (Schall, Einbruchschutz, Geräusche in der Nachbarschaft) nicht geöffnet werden können. D.h. die Räume können nachts nicht abgekühlt werden (Variante 2) in Abbildung 1
- b. Die Nachtlüftung bringt keine merkliche Abkühlung, weil die Außenluft häufig nicht unter 20°C abkühlt.
- c. Die Verschattung tagsüber wird 'vergessen' zu schließen. Damit heizen sich die Räume zusätzlich auf (Variante 3) Damit werden etwa 10% bzw. etwa 800 Überhitzungsstunden während des Sommers verursacht.
- d. Erhöhte interne Wärmelasten, z.B. durch Geräte oder unzureichend isolierte Warmwasserleitungen (nicht mit vertretbarem Aufwand behebbare Baumängel) in Mehrfamiliengebäuden

Wird andererseits die Verschattung noch weiter verbessert, d.h. solare Gewinne nochmal reduziert (z-Wert der Verschattung etwa 10% statt 25%), außerdem die internen Wärmequellen (effizientes Licht, energiesparende elektronische Geräte und energiesparende elektrische Haushaltsgeräte) weiter reduziert und der Lüftungsbypass verbessert (Variante 4), dann kann das Risiko der Überhitzungsstunden weiter reduziert werden.

Wird in der Worst-case-Variante 3 (siehe Tabelle in Abbildung 1) eine aktive Kühlung implementiert, dann benötigt diese eine Kühlenergie über die ganze Sommerperiode von etwa 3 kWh/(m²a), siehe Variante 5. **Diese geringe Menge Kühlenergie ist im Rahmen des PH-Konzeptes ohne weiteres akzeptabel, der Grenzwert für den Kühlenergiebedarf wäre 15 kWh/(m²a). D.h. die Installation einer aktiven Kühlung ist auch für ein zertifiziertes Passivhaus 'erlaubt'.**

Auch für den gesamten Strombedarf bzw. den Primärenergiebedarf des Gebäudes als weiteres Passivhaus-Kriterium ist der zusätzliche Energieaufwand für eine aktive Kühlung kein bedeutender Beitrag. Dies ist wichtig festzustellen, weil häufiger die Frage gestellt wird, ob der Passivhausstandard bei Installation einer aktiven Kühlung aus formalen Überlegungen heraus verwirkt werden könnte. Die Antwort lautet: nein, **ein zertifiziertes Passivhaus darf in den erwähnten Grenzen durchaus eine aktive Kühlung haben.**

Variantenberechnung

Passivhaus mit PHPP Version 10.5 DE

Bahnstadt W1.5 Haus 1.2.3 3356 m² Energiebezugsfläche, Deutschland Variante 1-PH std-Sommer-IST Zustand -bypassLüftg-SommLuft

PHPP

17 Nummer der letzten Variante → Mehrfachoperation wird entsprechend eingerichtet

Ergebnisse		Einheit	1	2	3	4	5
Heizwärmebedarf	kWh/(m ² a)	11.5	11.5	11.6	11.5	11.6	11.6
Heizlast	W/m ²	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
Kühl- + Entfeuchtungsbedarf	kWh/(m ² a)						2.6
Übertemperaturhäufigkeit (mit T > 25 °C)	%	1.4	8.4	10.4	0.1		
Nutzerdefinierte Ergebnisse							
Solarstrahlung (Sommer)	kWh/m ² a	5.9	6.6	10.0	3.1	10.0	
Interne Wärmequellen (Sommer)	kWh/m ² a	5.6	6.3	6.3	3.1	6.3	
Nutzkältebedarf (Kühlung)	kWh/m ² a	1.3	2.4	2.6	0.4	2.6	
Kühllast	W/m ²	6.8	6.3	9.3	5.7	9.4	

Abbildung 1: Tabelle für den Standard-Sommer mit den verschiedenen Szenarien.

Der heiße Sommer

In den Messungen von [Foshag 2020] werden für den Sommer 2018 Temperaturen für das Gebiet Heidelberg Bahnstadt genannt, die deutlich über denen eines 'Standard'-Sommers liegen.

	avgTemp [°C]	minTemp [°C]	maxTemp [°C]
Juni bis Sep. 2018	22.67	8.3	37.7
Jun 18	21.16	9.6	32.4
Jul 18	23.94	13.8	36.8
Aug 18	23.20	8.3	37.7
1. bis 4. Sep. 2018	17.48	10.7	24.1

Abbildung 2: Tabelle mit den Außentemperaturen für den heißen Sommer 2018 [Foshag2020]

Demnach waren Ende August 2018 über mehrere Tage die höchsten Temperaturen am Tag über 35°C. Gleichzeitig waren in diesen Tagen über mehrere Tage die nächtlichen Tiefsttemperaturen höher als 22 °C – sogenannte Tropennächte: vom 3.8.2018 (22.1°C) bis zum 8.8.2018 (23.1°C), siehe den Temperaturgang in Abbildung 3.

Das waren zwar trocken-heiße Tage und Nächte, aber trotzdem wird damit deutlich, dass an solchen Tagen eine nächtliche Auskühlung von ggf. vorher aufgeheizten Wohnräumen über rein passive Maßnahmen wie zuvor geschildert nicht mehr möglich ist. Dies gilt übrigens nicht nur für Passivhäuser, sondern generell für alle Gebäude. Schlecht wärmegeämmte Gebäude und deren Bewohner:innen leiden unter solchen Wetterlagen mit diesen Randbedingungen sogar noch mehr.

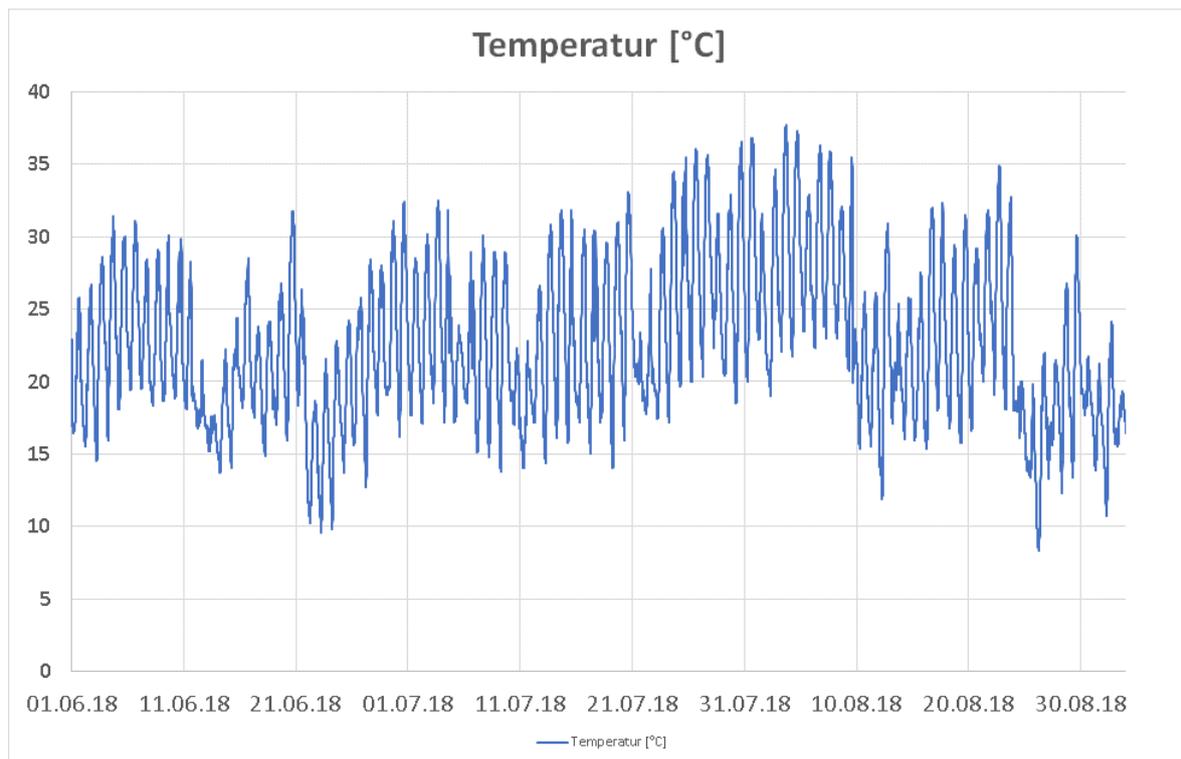


Abbildung 3: Temperaturgänge in den Monaten Juni, Juli und August 2018.

Insbesondere vom 31.7.2018 bis zum 10.8.2018 waren die Nächte mit mehr als 22°C sehr warm.

Im PHPP Version 10 können nun diese sommerlichen Bedingungen in Form der erhöhten Monatsmittelwerte aus der Tabelle in Abbildung 2 statt des Standard-Wetterdatensatzes eingesetzt werden: die Messwerte für Juni, Juli und August zeigen eine Erhöhung der Monatsmittelwerte gegenüber dem Standard-Wetterdatensatz Mannheim von mehr als 3.7 K. Setzt man diese Werte ein, ergeben sich für das betrachtete Gebäude und die vorher geschilderten Varianten die Werte in Abbildung 4.

17 Nummer der letzten Variante → Mehrfachoperation wird entsprechend eingerichtet

		PH std-Sommer -IST Zustand -bypassLüftg -SommLuft	PH std-Sommer -Fenster zu -bypass Lüftg(?) -SommLuft	PH std-Sommer -Fenster zu -Verschattg? -IWQ? - bypassLüftg?? -SommLuft	PH std-Sommer -EE+++ -Verschattg++ -bypass Lüftg++ -Fenster auf+++ -sommLuft	PH std-Sommer -Fenster zu -Verschattg? -IWQ? -aktiv Kühl
Ergebnisse	Einheit	1	2	3	4	5
Heizwärmebedarf	kWh/(m ² a)	11.5	11.5	11.6	11.5	11.6
Heizlast	W/m ²	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
Kühl- + Entfeuchtungsbedarf	kWh/(m ² a)					2.6
Übertemperaturhäufigkeit (mit T > 25 °C)	%	1.4	8.4	10.4	0.1	
Nutzerdefinierte Ergebnisse		-	-	-	-	-
Solarstrahlung (Sommer)	kWh/m ² a	5.9	6.6	10.0	3.1	10.0
Interne Wärmequellen (Sommer)	kWh/m ² a	5.6	6.3	6.3	3.1	6.3
Nutzkältebedarf (Kühlung)	kWh/m ² a	1.3	2.4	2.6	0.4	2.6
Kühllast	W/m ²	6.8	6.3	9.3	5.7	9.4

Abbildung 4: Ergebnisse für den heißen Sommer

Das Gebäude im IST-Zustand (Variante 6 in Abbildung 4), wie 2015 angenommen, erreicht dann eine sogenannte Übertemperaturhäufigkeit als Prozentsatz der Jahresstunden von mehr als 25% der Jahresstunden an denen die Temperaturen über 25 °C liegen.

Müssen die Fenster geschlossen bleiben und ist der Bypass ggf. nicht ganz in Ordnung (Variante 7 und 8), dann sind es schon 33 % Übertemperaturstunden. Lediglich wenn die Elektro-Effizienz und die Verschattung nochmal stark verbessert würden, könnte man auf etwa 12 % herunterkommen, Variante 9). Die thermische Behaglichkeit wäre dann aber immer noch viel zu lange (knapp 1000 Kelvin-Stunden während des Sommers) beeinträchtigt.

Wenn aktiv gekühlt wird, erreicht der Kühlenergiebedarf für das Worst-case-Szenario (Variante 8 bzw. 10) etwa 11 kWh/(m²a). Man erkennt also wieder, dass die PH-Kriterien nach wie vor auch für den heißen Sommer mit einer aktiven Kühlung eingehalten sind. Allerdings würden stringent umgesetzte EE-Maßnahmen (Variante 11) wieder helfen, diesen Kühlenergiebedarf um mehr als die Hälfte auf etwa 4 kWh/(m²a) zu reduzieren.

Um das Passivhaus-Institut zu zitieren: **“Wir sehen es mit diesen Ergebnissen als ausreichend belegt an, dass die wachsenden Außentemperaturen aktive Kühlmaßnahmen zur Sicherstellung eines angemessenen Sommerkomforts in Zukunft notwendig machen werden.“**

Die genannten geringen Kühlenergiebedarfswerte resultieren übrigens auch aus der Tatsache, dass die Zeiträume mit sehr heißen Außentemperaturen auch für die heißen Sommer mit etwa zwei bis drei Wochen (zur Zeit) eher kurz sind.

Fazit: die Gebäude der Bahnstadt Heidelberg lassen sich mit einem geringen Kühlenergie-Einsatz auch unter künftigen Sommerbedingungen auf komfortablen Innenraumtemperaturen halten.

Exemplarische Kühllastberechnung an zwei typischen Wohnungen im Baufeld W1.5

Um die Kühllastberechnung innerhalb des Passivhausstandards weiter zu konkretisieren, wurden zwei typische Wohnungen im Baufeld W.1.5 Bahnstadt ausgewählt. Die Berechnung findet sich im Folgenden:

1 Projektbeschreibung

Um ein Kühlkonzept in der Bahnstadt Heidelberg zu entwickeln, wurde die Fa. Solares Bauen um die Erarbeitung der Kühllastberechnung nach VDI 2078 für zwei Wohneinheiten gebeten. Hierzu wurden die Wohneinheiten Wohnung 512 und 707 im Baufeld W1.5 ausgewählt. Bei der Wohnung 512 handelt es sich um eine Zweizimmerwohnung (mit 45m²) und bei der Wohneinheit 707 um ein Stadthaus mit 5 Geschossen und 229,20 m² (jeweils umbauter Raum). Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Berechnung nach VDI 2078 der beiden festgelegten Wohneinheiten zusammen.



Abbildung 1: Lage Wohnung 512, 1.OG



Abbildung 2: Lage Reihenhaus 707, UG-3.OG

2 Grundlagen

Für die Berechnung wurden die DWG Pläne, übersendet vom 03.04.2023 / 11.07.2024 verwendet.

2.1.1 Wetterdaten

Als Wetterdatensatz wird das TRY 2007, Klimazone 4, Gebiet 12 verwendet.

Außentemperatur -10°C

Jahresmitteltemperatur 10,2°C

2.1.2 Verschattung

Die Berechnung berücksichtigt eine Verschattung der Fensterbereiche bei einer Strahlung von 200 W/m² (bezogen auf die senkrechte Fassadenfläche)

Dies Einstrahlwerte werden i.d.R. bereits in den Morgenstunden 6:00h – 8:00h erreicht.

Für die Verschattung ist ein Fc-Wert von 0,25 angesetzt (außenliegende Jalousie)

2.1.3 Raumtemperatur

Die Kühllastberechnung wird auf eine Raumtemperatur der Wohneinheit von 26°C berechnet.

2.1.4 Personenbelegung

Es wurde folgende Personenbelegung abgestimmt:

WE 512: 2 Personen

WE 707 (RH) : 4 Personen

Zeit: von 0:00h bis 8:00h

Aktivitätsgrad: statisch

und 17:00h bis 24:00h

Aktivitätsgrad: leicht

2.1.5 Beleuchtung

Die Berechnung berücksichtigt eine installierte Leistung von 5 W/m²

2.1.6 Maschinen / Geräte

Die Berechnung berücksichtigt eine installierte Leistung von 10 W/m²

In den Wohn-/Esszimmern werden weiterhin folgende Lasten angenommen:

Kühl-Gefrierkombi: 420 W (0h-24h)

TV / Medien: 55W (17h-24h)

Elektroherd: 1450W (18h-19h)

2.1.7 Nachbarwohnungen

Werden adiabatisch behandelt → Kein Wärmeeintrag.

(Annahme: Nachbarwohnungen werden wie die berechnete Wohnungseinheit auf 26°C gekühlt)

2.2 Bauteile

Bauteile wie z.B. Dämmstärken der Außenwände, Fenster- und Vergasungsqualitäten wurden gemäß den PHPP Berechnungen vom 18.09.2015 berücksichtigt.

2.3 Luftmengen

Luftmenge der Lüftungsanlagen in den Wohnungseinheiten wurden gemäß den Einregulierungsprotokollen für Haus 5 vom 28.05.2015 und für Haus 7 vom 06.06.2015, übersendet am 11.07.2024, berücksichtigt.

Hinweis:

Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG) kann in der Kühllastberechnung nach VDI 2078 nicht berücksichtigt werden. Aus diesem Grund wurde der Luftwechsel mit Außenluft der Berechnung zu Grunde gelegt, (Ergänzung der Red.: damit wird eine erhöhte Kühllast ermittelt).

3 Ergebnisse

Bei der Ermittlung der Kühllast nach VDI 2078 sind unter der Annahme der Randbedingungen unter Punkt 2 folgende Kühllasten zu berücksichtigen:

3.1.1 Wohneinheit 512:

Die erforderliche Kühllast für die WE 512 beträgt **2,56 kW** um die Wohnung auf eine Temperatur von 26°C (Standardannahme VDI 2078) zu kühlen.

Parameterstudie:

Ergebnis ohne Verschattung der Verglasung: Kühllast **5,0 kW**

Zeitgleiche Gesamtlast des Gebäudes mit Raumauflistung

Gebäude : 5 Heidelberg Bahnstadt Baufeld W1.5

Simulationseinstellungen

Sommerzeit Korrektur	: Aus	Direkte Sonnenstrahlung	: Ein	Berücksichtigte Monate											
Alle innere Lasten	: Ein	Diffuse Sonnenstrahlung	: Ein	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Feuchte innere Lasten	: Ein	Klimazone	: 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Regelung berücksichtigen	: Ja	Wetterperiode	: geringe Trübung	Stunde : 19											
				Monat : Juli											

Raumkennzeichnung			Lasten								
Ebene	Raum		Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
Nr.	Nr.	Bezeichnung	Konv.	Potenz	Rauml.	AF	BT	Strahl.	gesamt	feucht	trocken
[-]	[-]	[-]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
01	5.1.2.2	Abstell	-5	0	8	-0	-8	-4	-9	-0	-9
01	5.1.2.3	Wohnen / Essen / Kochen / Gard.	-1446	47	91	-67	-91	-666	-2133	-97	-2036
01	5.1.2.5	Zimmer 1	-131	27	56	-64	-37	-237	-387	16	-403
01	5.1.2.6	Bad	-7	0	12	-0	-11	-7	-14	-0	-14
Summen :			-1589	74	167	-131	-147	-914	-2543	-81	-2462

Abbildung 5: Temperaturverlauf Wohneinheit 512

3.1.2 Wohneinheit 707:

Die erforderliche Kühllast für die WE 707 beträgt **5,33 kW** um die Wohnung auf eine Temperatur von 26°C (Standardannahme VDI 2078) zu kühlen.

Parameterstudie: Ergebnis ohne Verschattung der Verglasung: Kühllast **9,25 kW**

Zeitgleiche Gesamtlast des Gebäudes mit Raumauflistung

Gebäude : 7 Heidelberg Bahnstadt Baufeld W1.5

Simulationseinstellungen

Sommerzeit Korrektur	: Aus	Direkte Sonnenstrahlung	: Ein	Berücksichtigte Monate											
Alle innere Lasten	: Ein	Diffuse Sonnenstrahlung	: Ein	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Feuchte innere Lasten	: Ein	Klimazone	: 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Regelung berücksichtigen	: Ja	Wetterperiode	: geringe Trübung	Stunde : 19											
				Monat : Juli											

Raumkennzeichnung			Lasten								
Ebene	Raum		Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
Nr.	Nr.	Bezeichnung	Konv.	Potenz	Rauml.	AF	BT	Strahl.	gesamt	feucht	trocken
[-]	[-]	[-]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
UG	7.0	Flur	-0	0	27	-0	-82	-0	-55	-0	-55
UG	7.0.7.18	Keller	-39	27	106	-0	-177	-63	-145	0	-145
EG	7.0.7.1	Windfang	-42	13	12	-0	-25	-8	-50	-0	-50
FG	7.0.7.2	Küche / Fssen / Wohnen	-1796	61	40	-88	-36	-815	-2634	-188	-2446
EG	7.0.7.3	WC	-10	0	6	-10	-4	-33	-52	-0	-52
01	7.0.7.5	Zimmer 1	-103	27	19	-30	-22	-113	-223	9	-232
01	7.0.7.6	Bad 1	-9	0	0	-0	-0	-9	-19	-0	-19
01	7.0.7.7	Schacht	-0	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0
01	7.0.7.8	Zimmer 2	-191	27	24	-54	-32	-216	-442	9	-451
01	7.0.7.9	Flur	-15	0	0	-0	-0	-15	-30	-0	-30
02	7.0.7.10	Zimmer 3	-96	27	26	-30	-40	-117	-231	17	-248
02	7.0.7.11	Bad 2	-7	0	0	-0	-0	-7	-14	-0	-14
02	7.0.7.12	Schacht	-0	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0
02	7.0.7.13	Zimmer 4	-200	27	32	-54	-89	-211	-495	-0	-495
02	7.0.7.14	Flur	-15	0	0	-0	-0	-15	-30	-0	-30
03	7.0.7.15	Studio	-135	27	36	-59	-61	-193	-385	-0	-385
03	7.0.7.16	Galerie	-156	27	20	-32	-62	-136	-340	-0	-340
03	7.0.7.17	Schacht	-56	0	13	-28	-23	-97	-191	-0	-191
Summen :			-2670	263	361	-385	-653	-2048	-5336	-153	-5183

Abbildung 6: Temperaturverlauf Wohneinheit 512

3.1.3 Weitere Schlussfolgerungen

Der Auftraggeber hat bei der Betrachtung der Kühllastberechnung gebeten, zu folgenden Aspekten zusätzlich Stellung zu nehmen:

- Fehlende Querlüftung (z.B. Wohneinheit 512)
- Jalousiesteuerung

3.1.3.1 Fehlende Querlüftung

Die Querlüftung der Wohneinheit kann bei der Berechnung der Kühllast nach VDI 2078 nicht berücksichtigt werden. Aus diesem Grund kann nur eine persönliche Einschätzung an dieser Stelle gegeben werden.

Die fehlende Querlüftung in einer Wohneinheit führt zu sich aufschaukelnden Temperaturen in der Sommerphase. In der Sommerphase kann bei niedrigeren Außenlufttemperaturen die Wärme des Raumes nur schlecht abtransportiert werden. Eine Auskühlung der massiven Bauteile ist somit nur im geringen Maße möglich.

3.1.3.2 Jalousiesteuerung

Eine automatische Jalousiesteuerung trägt maßgeblich zur Behaglichkeit in der Wohnung bei. I.d.R. werden Jalousien bei einer Einstrahlungsleistung von $100\text{W}/\text{m}^2$ (zwischen 6h-8h) auf der Fassadenfläche in der Sommerperiode heruntergefahren, um ein Aufheizen der Räume zu vermeiden.

Werden die Jalousien in den Morgenstunden nicht geschlossen, heizen sich die Räume bereits bei diffuser Strahlung auf. Die eingetragene Wärme kann i.d.R. am selben Tag nicht mehr aus den Räumen entfernt werden. Sind in dem Zeitraum zusätzlich die Nächte schwül warm, schaukeln sich die Raumtemperaturen über den Verlauf der Tage nochmal zusätzlich hoch.

FAZIT ZUR VORANGEGANGENEN KÜHLLASTBERECHNUNG

Nach den vorhergehenden technischen Ausführungen, Herleitungen und Berechnungen stellt sich nun die Frage, welche Kühlleistung für die betreffende Wohnung sinnvoll ist zu installieren ist, wenn man nach dem Ausschöpfen der passiven Kühlstrategien in der Situation befindet, dass während der hochsommerlichen Hitzeperiode ein Leben bzw. Arbeiten in der Wohnung nicht mehr erträglich ist und zur aktiven Kühlung gegriffen werden muss.

Dies sei im Folgenden ganz praktisch ausgeführt:

Optionen der Kühlung

Herkömmliche (passive) Methoden im Passivhaus

Es gibt viele Methoden, um auch bei Passivhäusern die hochsommerliche Hitze möglichst lange draußen zu halten. Zuallererst müssen dabei – wie bereits ausführlich – die grundsätzlichen Verhaltensregeln für den Sommer im Passivhaus eingehalten werden (Passive Kühlung), bevor weitergehende Methoden zur aktiven Kühlung in Betracht gezogen werden. Die Stadt Heidelberg hat dazu ein Video mit fünf Hinweisen bei hochsommerlicher Hitze in der Bahnstadt erstellt [[Heidelberg2](#)].

Zusammenfassung:

1. **Kühlere Nachtluft nutzen:** Wenn bekannt ist, dass es am nächsten Tag ein heißer Tag wird, die kühlere Nachtluft nutzen, um möglichst lange quer zu lüften und kühlere Luft in die Wohnung zu bekommen.
2. **Wärme draußen lassen:** Tagsüber rechtzeitig Fenster und Türen verschließen und tagsüber geschlossen halten (bei Hitze tagsüber Durchzug vermeiden).
3. **Verschatten:** Rechtzeitig (je nach Sonnenstand) Jalousien herunterfahren oder anderweitig die Fensterflächen beschatten, damit die Sonnenstrahlen außen abgehalten werden.
4. **Sommerbetrieb der Lüftung** beachten: Den richtigen Betrieb der Lüftungsanlagen sicherstellen, indem diese nachts normal oder sogar stark und tagsüber im reduzierten / abgesenkten Modus betreibt. Es sollte unbedingt vermieden werden, tagsüber große Volumina warme Sommerluft in die Wohnung zu ziehen. Auch der Wärmeaustausch wird bei der Nachtabkühlung nicht gewünscht. Je nach Modell gibt es auch Sommereinsätze für eine Bypass-Funktion.
5. **Wärmequellen reduzieren:** Alle Geräte mit nennenswertem Energieverbrauch in Standby ausschalten und sonstige Hitzequellen im Inneren der Wohnung vermeiden oder ausschalten.

Des Weiteren können auch Deckenventilatoren in Schlafräumen (wie in tropischen Ländern) eingesetzt werden.

Bei Einhaltung dieser Verhaltensweise kann bereits eine spürbare Linderung im Sommer eintreten. Jedoch reicht dies keineswegs immer aus: beispielsweise können Wohnungen im Erdgeschoss aus Sicherheitsgründen die nächtliche Querlüftung nicht nutzen oder aufgrund des Wärmeinseleffekts kann es zu mind. 15 „Tropischen Nächten“ (vergl. [[Foshag 2020](#)]) kommen, in welcher eine nächtliche Abkühlung in der Bahnstadt nicht eintritt und somit auch nicht genutzt werden kann.

Einsatz von Split-Klimageräten

Sogenannte Split-Klimaanlagen verfügen im Vergleich zu anderen Klimageräten über zwei Komponenten: ein Innengerät und ein Außengerät. Diese beiden Bestandteile sind durch isolierte Kupferrohrleitungen, in welchen ein Kältemittel zirkuliert, durch die Außenwand hindurch miteinander verbunden. Durch die Positionierung des Außengeräts an der Hausfassade (auf einer Terrasse oder Balkon) verursachen die Geräte innen weniger Schallemissionen und heizen den Raum nicht durch Abwärme auf (im Vergleich zu den eingangs beschriebenen mobilen Klimageräten). Die beiden Teilgeräte der Klimaanlage übernehmen unterschiedliche Funktionen. Während das Innengerät die Luft des zu klimatisierenden Raumes ansaugt, entfeuchtet, kühlt und filtert, gibt das Außengerät die thermische Energie nach außen ab.

Hinweis zum Verständnis: Manche Split-Klimaanlagen verfügen neben dem beschriebenen Kühl-Modus zusätzlich über einen Heiz-Modus für den Winter. In diesem Modus verläuft der Kältemittel-Prozess umgekehrt. Dadurch kommt es zur Wärmeabgabe im Innenraum. Der Wärmepumpen-Prozess wird dabei einfach umgekehrt: Innen wird Wärme abgegeben und der Außenluft wird Wärme entzogen.

Vorteile

- Effizientere Kühlung
Da sich Split-Klimageräte in zwei Komponenten gliedern, erzielen sie höhere Kühl- und Heizleistung bei geringerer Stromaufnahme als Monoblock-Geräte
- Geringere Geräusentwicklung
basierend auf dem Aufbau der Anlage befindet sich der Kompressor außerhalb der Wohnräume, wodurch der Geräuschpegel sehr gering ist.
- Platzsparend
Je nachdem, welche räumlichen Bedingungen gegeben sind, findet sich der passende Typ der Anlage: Insbesondere Kassetten- und Wandgeräte sind durch die Installation in der Decke oder an der Wand sehr platzsparend.
- Preis-Leistungs-Verhältnis
Split Anlagen sind zwar teurer in der Anschaffung als Monoblock-Klimaanlagen, sind aber deutlich leistungsfähiger und auch energieeffizienter und langfristig wirtschaftlicher.
- Heizen möglich
Split-Klimaanlagen können als Wärmepumpe genutzt werden und bilden bei richtiger Auslegung eine zusätzliche energieeffiziente Möglichkeit des Heizens im Winter.
Hinweis: Dies ist für die Bahnstadt nicht sinnvoll, da bereits ein ausgereiftes Fernwärmekonzept vorliegt und umgesetzt ist.

Nachteile

- Aufwändigere Montage
Durch die Notwendigkeit eines geschlossenen Kreislaufs zwischen Innen- und

Außengerät ist die Montage der Split-Geräte etwas aufwändiger als bei anderen Klimaanlageanlagen.

- Montage durch Fachpersonal notwendig
Split-Geräte müssen nach dem Gesetzgeber von einer Fachfirma installiert werden, die im Besitz eines "Kältemittelscheines" ist. Diese stellt ein Einbauprotokoll aus, ohne das kaufrechtliche Gewährleistungsansprüche und Garantieleistungen nicht gegeben sind.
- Optik und Platzbedarf:
Das Außengerät muss irgendwo unauffällig platziert werden, was in städtischen Gebieten oder bei Wohnungen mit begrenztem Außenraum eine Herausforderung sein kann.
- Geräuschentwicklung:
Obwohl moderne hochwertige Split-Klimaanlagen leiser sind als frühere Anlagen, erzeugen sie dennoch ein gewisses Maß an Geräuschen. Insbesondere das Außengerät kann für Nachbarn störend wirken, wenn es nicht richtig ausgewählt und positioniert, gegebenenfalls kann eine Einhausung zusätzlich schallisierend wirken.

Split-Klimaanlagen eignen sich für die effiziente Klimatisierung von kleinen bis mittelgroßen Räumlichkeiten. Um ein passendes Gerät auszuwählen, sind die Gegebenheiten der Räumlichkeiten ausschlaggebend. Beachtet werden müssen unter anderem folgende Faktoren:

- Raumgröße
- Deckenhöhe
- Größe und Ausrichtung der Fenster
- Wärmeisolierung
- Anzahl der Personen im Raum

Eine Fachperson kann anhand dieser Faktoren die benötigte Leistung der Klimaanlage errechnen. Auch die korrekte Positionierung der Innen- und Außengeräte ist entscheidend, um die maximale Kühllast zu decken und somit die Effizienz der Geräte zu gewährleisten.

Split-Klimaanlagen ermöglichen durch die Trennung von Innen- und Außengerät eine besonders effiziente Funktionsweise und einen sehr leisen Betrieb. Aufgrund der verschiedenen Innengeräte-Typen kann die Anlage optisch individuell an den Raum angepasst werden. Da die Anlagen neben der Kühlung der Räumlichkeiten ebenfalls die Funktion aufweisen, die Luftfeuchtigkeit zu regulieren und die Raumluft zu erwärmen, sind diese Geräte eine ideale Ergänzung, um ein gutes Klima auch in hochsommerlichen Hitzeperioden zu gewährleisten. (Quelle: [[Klimablog](#)])

Aufgrund dieser Punkte empfiehlt dieses Rahmenkonzept ausschließlich den Einsatz von Split-Klimaanlagen in der Bahnstadt nach Beratung und Berechnung eines Klima-Fachbetriebs sowie unter Berücksichtigung der nachfolgenden Eckwerte.

Technische Varianten der aktiven Kühlung mit Geräten

Für die aktive Kühlung kommen im Wesentlichen drei technische Optionen in Frage:

Option 1: Einfache **Klima-Splitgeräte** können wohnungsweise installiert werden. (Dies gilt für Baufelder mit dezentraler, wohnungsweise verbauten Lüftungsanlagen.) Weil die Kühllast in den Passivhäusern vergleichsweise gering ist (in den PHPP-Berechnungen ergaben sich auch für das Worst-case-Szenario etwa 12 W/m^2) reicht in der Regel ein Kühlregister für eine ganze Wohnung. Dies wird in einem zentralen Raum, z.B. dem Wohn/Esszimmer installiert. Unter der Annahme, dass die Innentüren der Wohnung meistens offen sind, kann die kühle Luft alle Räume einer Wohnung ausreichend temperieren. Weil diese Geräte mittels Umluft-Strömung arbeiten, können problemlos ausreichend hohe Kühlleistungen bereitgestellt werden. Eine quantitative Dimensionierung sollte im Einzelfall durchgeführt werden.

Hinweis: die Kühllast-Berechnungen nach VDI 2078 ergeben deutlich höhere Werte als das PHPP von bis zu 5 kW pro Wohnung bzw. bis zu 40 W/m^2 . Insbesondere für die kleineren Wohnungen werden dort sehr hohe Werte errechnet. Dies liegt unter anderem daran, dass die Wärmerückgewinnung (WRG) der Lüftung nicht berücksichtigt werden kann und für die internen Wärmelasten dort deutlich höhere Werte angenommen wurden. Außerdem geht die VDI 2078 davon aus, dass mit einer aktiven Kühlung jederzeit in jedem Innenraum eine bestimmte Temperatur eingehalten werden muss, d.h. die ausgewiesene Kühllast gilt für den Raum mit den höchsten Wärmelasten zu der einen Stunde im Jahr mit der höchsten Kühllast, also für die heißeste Stunde am heißesten Tag.

Das Berechnungsverfahren nach PHPP bestimmt die Kühllast als Mittelwert über einen ganzen Tag und als Mittelwert über das ganze Gebäude. Die thermische Trägheit des Gebäudes wird berücksichtigt, und es wird davon ausgegangen, dass es einen gewissen Ausgleich gibt zwischen besonders exponierten heißen Räumen und kühleren Räumen. Die oben genannten Werte aus der Berechnung nach PHPP reichen daher in der Regel aus, um in den wenigen sehr heißen Tagen und Wochen im Sommer, an denen eine nächtliche Abkühlung durch die genannten passiven Maßnahmen nicht möglich ist, den thermischen Komfort in den Innenräumen zu verbessern.

Empfehlung zur Dimensionierung der Kühlgeräte:

Variante A: „Goldstandard“ Wer streng die Einhaltung einer bestimmten niedrigen Raumtemperatur in der ganzen Wohnung anstrebt, müsste sich an der Kühllast nach VDI 2078 orientieren. Dann sollte allerdings unbedingt noch einmal eine individuelle Kühllastberechnung für die jeweilige Wohnung erstellt werden. Die vorgehend beschriebene exemplarische Berechnung für zwei typische Wohnungen ist nicht hinreichend repräsentativ, um sie pauschal für alle Wohnungen des Baufeldes W 1.5 oder sogar der gesamten Bahnstadt verwenden zu können. Erst aus einer individuellen Berechnung erhielte man den für die jeweilige Wohnung präzisen Wert, den man für die individuell passende Auslegung seiner aktiven Kühlung verwenden kann. Berechnen können dies alle Fachpersonen bzw. -firmen, die einen Passivhausstandard bzw. eine Kühllastberechnung auf Nachweis durchführen können. In der Regel sind dies Ingenieure oder Planungsbüros

für technische Gebäudeausrüstung sowie einige Installationsbetriebe. Die Kosten für die Berechnung belaufen sich pro Wohnung ab 2.000 EUR netto aufwärts.

Variante B: „Vereinfachter Standard“ Wenn aus Kosten-Nutzengründen von einer individuellen Kühllastberechnung abgesehen werden soll (für die gut 70 Wohnungen des Baufeldes W 1.5 wären insgesamt mind. 140.000 Euro netto fällig) – und dieses Rahmenkonzept will ja vor allem praktisch gangbare Wege aufzeigen –, so erscheint es nach Beratung der Fachleute möglich, folgende Rahmenwerte anzunehmen:

Die Leistung der aktiven Kühlung sollte in einer Bandbreite zwischen 20 W/m² und 40 W/m² Wohnfläche liegen. Bei den „üblichen“ Wohnungsgrößen sollte die absolute Kälteleistung also zwischen 2 kW und 5 kW liegen. **Werte an der unteren Grenze, also etwa 20 W/m², dürften in aller Regel jedoch ausreichen.** Eine Überdimensionierung der Anlage führt zu erhöhten Investitionskosten, ggf. zu einer höheren Lärmbelastung und zu einem insgesamt weniger wirtschaftlichen Betrieb, hiervon wird ausdrücklich abgeraten. Wird überschlägig eine von den vorgenannten absoluten Werten (2 kW bis 5 kW) abweichende Kälteleistung ermittelt, empfehlen wir, eine mit passivhauskundige Fachperson zur Beratung hinzuzuziehen.

Beispiel: eine Wohnung mit 100 qm sollte daher nur mit einem Kühlgerät mit einer Leistung zwischen 2 kW und 4 kW Kälteleistung ausgestattet werden. Dies sollte für eine merkliche Abkühlung der Raumtemperaturen in der hochsommerlichen Hitzeperiode meistens ausreichen.

Wie in der Berechnung der Passivhaus-Kühl-Varianten weiter oben ausgeführt wurde, liegt die Kühlleistung, die nach PHPP typischerweise zur Temperierung von Passivhaus-Wohnungen benötigt wird, an der unteren Grenze des grundsätzlich zulässigen Bereiches von 20 bis 40 W/m².

Wie erwähnt, sollte die Kühlleistung nicht zu hoch gewählt werden: Die Werte der Kühllastberechnung nach PHPP von maximal etwa 12 W/m² (siehe die Tabelle in Abbildung 4) dürften bis auf wenige Ausnahmen ausreichend sein, um den sommerlichen Komfort deutlich zu verbessern. Wenn man eine moderate zusätzliche Sicherheit haben will, dann könnte man ein Gerät entsprechend der genannten Untergrenze von 20 W/m² wählen. Eine Kühlleistung von 2000 W = 2 kW des Geräts dürfte also in aller Regel für eine Wohnung mit 100 m² ausreichen, um einen guten sommerlichen Komfort zu erreichen. Deutlich höhere Kühlleistungen bzw. größere Geräte sind aus den genannten Gründen nicht zu empfehlen.

Wichtiger Hinweis: Eine durchgängige dauerhafte und sichere Abkühlung der gesamten Wohnung auf eine niedrige Temperatur kann mit den kleineren Geräten (20 W/m²) jedoch nicht erwartet werden. Je nach Wahl der Kälteleistung kann es daher an einigen heißen Tagen des Jahres zu höheren Raumtemperaturen in einzelnen Räumen einer Wohnung kommen. Ein derartiger Kompromiss erscheint sinnvoll, auf die kompromisshafte Natur dieses Ratschlags muss hier jedoch ausdrücklich hingewiesen werden. Möchte die Bewohnerin oder der Bewohner also eine Überhitzung in jedem Raum der Wohnung in allen Wetterlagen sicher verhindern, führt an einer individuellen Kühllastberechnung (Variante A) kein Weg vorbei.

Außerdem wird darauf hingewiesen, dass der im Regelfall automatisch laufende Zuluft-Abluft-Lüftungsbetrieb mit Wärmerückgewinnung der Passivhaus-Lüftungsanlage zeitweise (z.B. Tagsüber) aktiviert wird, damit die kühle Luft in den Räumen nicht mit warmer Luft von draußen aufgewärmt wird. Ggfs. kann die Lüftung nur auf niedrigstem „Feuchteschutz-Modus“ betrieben werden. Da im Sommer jedoch gerne subjektiv höhere Luftwechsel gewünscht werden, muss das individuell gewählt werden. Die Umluft Kühlung der Split-Geräte erzeugt allerdings auch eine wünschenswerte Luftbewegung. D.h. die aktivierte Wärmerückgewinnung wirkt tagsüber auch als 'Kühle'rückgewinnung. Sie fördert dabei frische Luft von draußen, welche die Split-Umluft-Kühlung nicht bereitstellen kann. In der Nacht, falls draußen kühle Temperaturen herrschen, kann ggf. der Bypass Modus der Lüftung aktiviert werden, um passive Nachtauskühlung zu betreiben, er sollte jedoch nicht tagsüber (bei Hochsommerlicher Hitze) laufen.

Option 2, Zuluft-Kühlung: Die Komfortlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung sind mit Kanälen ausgestattet, welche die Zuluft in alle Wohn- und Schlafräume einblasen. Wird direkt nach dem Lüftungsgerät das Zuluft-Heizregister (Winter) im Sommer mit kaltem Medium als Zuluft-Kühlregister verwendet, dann kann in alle Wohnräume kühlere Luft eingeblasen werden. Allerdings darf die Zuluft nicht unter 18 °C abgekühlt werden, weil sonst Kondensat an den Oberflächen der Lüftungsleitungen entstehen könnte. Durch diese Begrenzung kann leider nur eine Kühlleistung von 2 W/m² oder 200 W pro Wohnung erzielt werden. Dies erscheint angesichts des geschilderten und berechneten Bedarfes an Kühlleistung deutlich zu gering, man könnte hiermit lediglich die Extrema der Kühllastspitzen leicht abpuffern.

Hinzu kommt, dass eine Nachrüstung bei bestehenden dezentralen Lüftungsanlagen (wie im Baufeld W 1.5) nur mit unverhältnismäßigem Aufwand möglich wäre. Eine Nachrüstung wäre in Bauprojekten mit zentraler Lüftungsanlage einfacher zu realisieren, dies gilt in noch höherem Maße für zukünftige Projekte – es müsste nur ein zentrales Kühlregister in der Hauptzuluftleitung installiert werden. Es bleibt aber das Problem der ausgesprochen geringen Kühlleistung, die mit dieser Option aus physikalischen Gründen überhaupt erzielt werden kann.

Option 3, Flächenkühlung: In den Wohnungen der Bahnstadt, die eine Fußbodenheizung oder ähnliche großflächige Wärmeübergabestellen haben, könnten diese im Sommer als Flächenkühlung verwendet werden (dies ist im Baufeld W 1.5 nicht möglich, weil hier als Standard Wandheizkörper installiert sind, die nur als Sonderwunsch in vereinzelt Wohnungen durch Fußbodenheizungen in Badezimmer ergänzt werden). Voraussetzung ist auch hier, dass die Oberflächentemperaturen nie unter etwa 18 °C (Taupunkt) fallen dürfen. Technisch gesehen verlangt eine solche Lösung eine erweiterte Temperatur-Regelung für den Sommer-Kühl-Betrieb. Elektronische wohnungsweise Regelungen sollten sich jedoch entsprechend nachrüsten bzw. programmieren lassen können. Hier ist jedoch zu beachten, dass es zu Gewährleistungsproblematiken durch Tau bei angrenzenden Gewerken kommen kann, die entsprechend berücksichtigt werden müssen. Auch kann ausfallendes Tauwasser auf dem Boden – sofern nicht sauber gesteuert – zu einem Verletzungsrisiko führen. Die Bereitstellung des Kühlwassers müsste zentral im Gebäude mittels einer Wärmepumpe erfolgen. Eine Umstellung

von Heizung (Kernwinter: November bis März) auf Kühlung (Kernsommer: Juni bis August) müsste zentral für alle Wohnungen erfolgen, damit dasselbe Wassersystem verwendet werden kann. Weil die beiden Zeiträume jedoch im Passivhaus deutlich voneinander getrennt sind, dürfte ein derartiger Betriebsmodus konsensfähig sein.

Anschaffungsratgeber für Klima-Splitgeräte

In den meisten Fällen dürften für die bestehenden Wohnungen der Bahnstadt Heidelberg die o.g. Option 1 der Klima-Splitgeräte zum Einsatz kommen. Bei der Auswahl von Geräten ist vor allem auf folgende Punkte zu achten:

Die **Kühlleistung** sollte wie oben beschrieben nicht zu hoch gewählt werden: Die Werte der Kühlleistungsberechnung nach PHPP von etwa 12 W/m^2 (siehe die Tabelle in Abbildung 4) sind theoretisch ausreichend, um den sommerlichen Komfort zu verbessern. **Aus pragmatischer Perspektive empfehlen sich nach Beratung der Fachleute jedoch Werte von 20 bis 40 W/m^2 , im Regelfall wird eine Auslegung in der unteren Hälfte dieser Spanne ausreichen.**

Deutlich höhere Kühlleistungen bzw. größere Geräte empfehlen sich nicht. Die Geräte würden voraussichtlich „takten“ (sich häufig Ein- und Ausschalten), damit sinken die Effizienz und die Lebensdauer. Für die nachträgliche Genehmigung von bereits eingebauten Geräten, die sich angesichts der genannten Werte rückwirkend als überdimensioniert erweisen, bietet sich hier eine schriftlich vereinbarte Drosselung bzw. manueller Betrieb auf ebendiese zulässige Leistung an.

Als **Kältemittel** sollten, wenn und soweit technisch möglich, solche mit geringem Treibhauspotential GWP (global-warming potential), verwendet werden. Das heißt, es sollte mindestens R32 (Difluormethan, ein HFKW, [\[wikipedia2024\]](#)) als Kältemittel verwendet werden. Besser wäre noch R290 (Propan, das allerdings brennbar ist und weitere Vorsichtsmaßnahmen bei der Installation nach sich zieht), siehe dazu auch den Artikel [\[Feist 2022\]](#) und [\[Propan\]](#).

Hinweis: Das „praktische Treibhauspotential“ des Kältemittels hängt maßgeblich mit der Dichtigkeit der Leitungen zusammen. Es ist deshalb stets erforderlich, dass ein zugelassener Fachbetrieb Montage, Wartung, Demontage und ggfs. Reparaturen durchführt, um Leckagen zu vermeiden.

Beim Betrieb einer Kälteanlage entsteht **Kondenswasser**, dieses muss gut abgeleitet oder aufgefangen werden, um Schäden beispielsweise an der Hausfassade zu verhindern.

Die **Elektroeffizienz** der Geräte ist ein wesentlicher Parameter neben den Investitionskosten. Typische Mono-Splitgeräte sind bereits für deutlich weniger als 1000 € plus Kosten für die Installation erhältlich. Bei der Auswahl sollte die **Effizienzklasse A+++ bevorzugt** werden. Für einen genaueren Vergleich der Effizienz können die SEER-Werte verwendet werden. Das ist die mittlere Arbeitszahl über den ganzen Sommer bei typischen Randbedingungen. In [\[eurovent\]](#) finden sich hierzu weitere detaillierte Informationen.

Bei Installation von Photovoltaik-(PV)-Anlagen auf den Gebäuden in den nächsten Jahren kann die im Sommer erzeugte elektrische Energie dann selbstverständlich direkt für die Kühlung verwendet werden. Ökologisch ist eine derartige Kombination also in jedem Falle sinnvoll. Die Projektierung von PV-Anlagen und die Nutzung der Energie, Netz-Einspeisung oder Eigenverwendung, sind jedoch ein weites für WEGs auch formalrechtlich kompliziertes Feld und können im Rahmen dieser Studie nicht weiter diskutiert werden. Weitere Infos unter: [\[Solar\]](#)

Die **Schall-Emissionen** der Außengeräte mit dem Verdampfer und Kompressor sind vor allem für Nachbarn bedeutsam. Es sind die in der jeweiligen Gerätekategorie leiseren Außengeräte zu bevorzugen. Es empfiehlt sich in jedem Fall eine nachbarliche Abstimmung, wenn die Außengeräte auf Balkonen von Mehrfamilienhäusern betrieben werden. Eine schallmindernde Abschirmung kann hilfreich sein, hierbei müssen aber die Anforderungen des Geräteherstellers beachtet werden, damit nicht die Luftzirkulation um das Außengerät übermäßig behindert wird. Viele Geräte erlauben einen 'Silent-Mode' auch für das Außengerät und arbeiten dann mit reduzierter Kühlleistung. Dies kann nicht zuletzt beim Betrieb in der Nacht den Geräuschpegel noch weiter reduzieren.

Beim [\[Bundesverband Wärmepumpe\]](#) gibt es ein Berechnungs-Tool '**Schallrechner**', mit dem sich die Schallemissionen im Vergleich zu den Richtwerten der erlaubten Immissionen gemäß TA-Lärm von typischen Luft-Wärmepumpen-Konfigurationen recht schnell bestimmen lassen. **Siehe dazu auch die weiteren Ausführungen zum Thema Schall.**

RAHMENBEDINGUNGEN ZUM EINBAU VON SPLIT-KLIMAGERÄTEN

Rechtliche Aspekte im WEG-Kontext

In der Bahnstadt sind die Baukörper im Regelfall nach dem WEG geteilt. Aus diesem Grund muss man den Einbau und den Betrieb von fest verbauten Klima-Splitgeräten im Kontext des WEG-Rechts beurteilen. Soweit Wohnungen vermietet sind, müssen Mieter sich bezüglich des Einbaus und des Betriebs von Klima-Splitgeräten mit ihrem Vermieter in Verbindung setzen. Das diesbezügliche Verhältnis zwischen Vermieter und Mieter ist nicht Gegenstand dieses Rahmenkonzepts.

Gesetzliche Vorgaben

Die gesetzlichen Vorgaben für den nachträglichen Einbau von Klimageräten an der Fassade von Wohnungen in der Bahnstadt regelt das Wohnungseigentumsgesetz (WEG). Hieraus ergeben sich die Rechte und Pflichten von Wohnungseigentümern und Wohnungseigentümergeinschaften. Die gesetzlichen Bestimmungen werden durch Urteile der jeweils zuständigen Gerichte weiter konkretisiert. Dieses Rahmenkonzept kann keine im Einzelfall verlässliche Rechtsberatung leisten oder beanspruchen, diese muss den rechtsberatenden Berufen vorbehalten bleiben.

Im Folgenden werden im Sinne eines pragmatischen Leitfadens zur ersten Orientierung nur einige wichtige Punkte hervorgehoben.

Einen Kernbegriff des WEG-Rechts bildet die „bauliche Veränderung“, die Maßnahmen jenseits der Instandhaltung und Instandsetzung erfasst (§ 20 Abs. 1 WEG). Diese Bestimmung lautet:

„(1) Maßnahmen, die über die ordnungsmäßige Erhaltung des gemeinschaftlichen Eigentums hinausgehen (bauliche Veränderungen), können beschlossen oder einem Wohnungseigentümer durch Beschluss gestattet werden.“

Da der Einbau eines Klima-Splitgeräts stets eine Durchbohrung der Fassade verlangt und ein Außengeräts angebracht werden muss, liegt hierin eine „bauliche Veränderung“. Hierzu können auch Bestimmungen in der Teilungserklärung der jeweiligen WEG bedeutsam sein, im Übrigen bestimmen sich die Zulässigkeit und das Verfahren nach dem WEG. Nach § 20 Abs. 1 WEG müssen „bauliche Veränderungen“ durch die WEG beschlossen oder von ihr durch Beschluss gestattet werden. Dieser Beschluss wird nach der Reform des WEG im Jahre 2020 mit einfacher Mehrheit getroffen (vgl. § 25 Abs. 1 WEG).

Bestimmte Anlagen wie beispielsweise Ladestationen für Elektromobilität oder Balkon-Solaranlagen sind nach § 20 Abs. 2 WEG privilegierte „bauliche Veränderungen“.

„(2) Jeder Wohnungseigentümer kann angemessene bauliche Veränderungen verlangen, die

1. dem Gebrauch durch Menschen mit Behinderungen,
2. dem Laden elektrisch betriebener Fahrzeuge,
3. dem Einbruchschutz,
4. dem Anschluss an ein Telekommunikationsnetz mit sehr hoher Kapazität und
5. der Stromerzeugung durch Steckersolargerätedienen. Über die Durchführung ist im Rahmen ordnungsmäßiger Verwaltung zu beschließen.“

Klima-Splitgeräte sind in dieser abschließenden Aufzählung nicht ausdrücklich genannt und es liegt nicht nahe, sie unter einen der genannten Fälle zu subsumieren. Daher spricht viel dafür, sie als nicht privilegierte „bauliche Veränderungen“ anzusehen, deren Zulässigkeit sich nach den beiden folgenden Absätzen von § 20 WEG bestimmt:

„(3) Unbeschadet des Absatzes 2 kann jeder Wohnungseigentümer verlangen, dass ihm eine bauliche Veränderung gestattet wird, wenn alle Wohnungseigentümer, deren Rechte durch die bauliche Veränderung über das bei einem geordneten Zusammenleben unvermeidliche Maß hinaus beeinträchtigt werden, einverstanden sind.

(4) Bauliche Veränderungen, die die Wohnanlage grundlegend umgestalten oder einen Wohnungseigentümer ohne sein Einverständnis gegenüber anderen unbillig benachteiligen, dürfen nicht beschlossen und gestattet werden; sie können auch nicht verlangt werden.“

Die Hausverwaltung hat dabei zunächst zu beachten, dass nach Abs. 4 nicht die „Wohnanlage grundlegend umgestalte[t]“ wird oder ein „Wohnungseigentümer ohne sein Einverständnis gegenüber anderen unbillig benachteiligt[t]“ wird – ersteres liegt bei Klima-Splitgeräten eher fern, die hohe Schwelle der zweiten Variante wird durch derartige Anlagen – wenn überhaupt – nur in extremen Fällen erreicht werden.

In aller Regel wird daher der Absatz 3 in der Praxis maßgebend sein. Nach dem Wortlaut hat derjenige, der eine bauliche Veränderung beantragt, einen Anspruch („kann ... verlangen“) auf einen zustimmenden Beschluss, wenn kein Hinderungsgrund vorliegt.

Verweigert die WEG einen zustimmenden Beschluss, kann der Miteigentümer, der den zustimmenden Beschluss beantragt hat, im Wege der Beschlussersetzungsklage (§ 44 Abs. 1 Satz 2 WEG) eine gerichtliche Klärung herbeiführen – eine Verweigerung der baulichen Veränderung steht damit nicht im freien Ermessen der WEG. Maßgebend ist in der Sache erstens, ob „Wohnungseigentümer, deren Rechte durch die bauliche Veränderung über das bei einem geordneten Zusammenleben unvermeidliche Maß hinaus beeinträchtigt werden“ (im Folgenden: qualifiziert betroffene Nachbarn) vorhanden sind – und wenn ja, wie weit dieser Kreis zu ziehen ist. Bei dieser Beurteilung kommt es auf eine objektive Betrachtung an, subjektive Empfindlichkeiten oder auch Überempfindlichkeiten sind dagegen nicht maßgebend. Wann Nachbarn über „das bei einem geordneten Zusammenleben unvermeidliche Maß hinaus beeinträchtigt werden“ bildet das Ergebnis eines komplexen Wertungsvorganges. Nachfolgend werden einige Indizien für die relevanten Aspekte aufgeführt. Sind qualifiziert betroffene Nachbarn vorhanden, muss deren Einverständnis eingeholt werden. Es empfiehlt sich, die Nachbarn mit der Bestimmtheit, die ein beschlussreifer Antrag an die WEG verlangt, über die geplante Anlage zu informieren und ein erteiltes Einverständnis sicher zu dokumentieren (z.B. Kopie der Unterlagen mit Unterschrift beider Seiten).

Es können auch örtliche Bauvorschriften einschlägig und Baugenehmigungen erforderlich sein, insbesondere wenn der Einbau strukturelle Veränderungen an der Fassade oder am Gebäude erfordert. Bei größeren baulichen Veränderungen kann es ratsam sein, sich vor dem Einbau von Klimageräten an der Fassade in Wohnungen, die dem WEG unterliegen, von einem Fachanwalt für Wohnungseigentumsrecht oder einem örtlichen Baurechtsamt beraten zu lassen, um sicherzustellen, dass alle gesetzlichen Anforderungen eingehalten werden.

Prüfung einer möglichen qualifizierten Beeinträchtigungen von Nachbarn

Hinsichtlich der Frage, ob qualifiziert beeinträchtigte Nachbarn vorhanden sind, an deren fehlendem Einverständnis der Einbau letztlich scheitern kann, sind vor allem folgende Punkte zu beachten:

Lärmbelastung/Schall: Die Geräuschemissionen des Außengeräts müssen bestimmte Grenzwerte einhalten, um sicherzustellen, dass keine unzumutbaren Belästigungen für die Bewohner oder die Umgebung entstehen. Dies kann einerseits durch die Auswahl von hochwertigen und leisen Geräten und andererseits durch die richtige Platzierung und Einhausung der Außengeräte erreicht werden. Die meisten Geräte verfügen über mehrere Betriebsstufen mit zunehmender Leistung und korrespondierend zunehmender Geräuschbelastung. Diese sind (auch unter Beachtung der maximal zulässigen Kühllast) entsprechend einzustellen und nicht zu überschreiten.

 **Gut zu wissen:**

Der Schallleistungspegel (LWA) gibt die Lautstärke direkt am Gerät an. (Häufig auf dem Energie-label abgebildet). Der Schalldruckpegel (LpA) gibt an, wie hoch die Lärmbelastung aus einem gewissen Abstand zum Gerät noch ist, abhängig von der Betriebsstufe. (Meistens in den technischen Datenblättern zu finden). Gemessen wird nur der Schalldruckpegel.

Auch eine Schallschutzhaube bzw. eine Antivibrationsbasis des Außengeräts können die Schallemissionen zusätzlich vermindern. Eine regelmäßige Wartung der Geräte sorgt dafür, dass Ventilatoren und Rohre nicht zunehmend verschmutzen, was Schallemissionen erhöhen kann. Ein Fachbetrieb für Klimatisierung, der ohnehin die Installationen übernehmen muss, kann in diesen Fragen beraten.

Generell hat die Einhaltung der **Grenzwerte** aus folgenden technischen Regelwerken eine Indizwirkung dafür, dass die Schallimmissionen die Nachbarn nicht qualifiziert beeinträchtigen: DIN 1946-6:2009-05 (Lüftungen von Wohnungen) sowie die 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998: [[TA Lärm](#)]

Darin heißt es:

6.1 Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden

*Die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel betragen für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten tags **55 dB(A)** und nachts **40 dB(A)**.*

Die Immissionsrichtwerte nach den Nummern 6.1 (...) beziehen sich auf folgende Zeiten:

1. tags 06.00 - 22.00 Uhr

2. nachts 22.00 - 06.00 Uhr.

Die Nachtzeit kann bis zu einer Stunde hinausgeschoben oder vorverlegt werden, soweit dies wegen der besonderen örtlichen oder wegen zwingender betrieblicher Verhältnisse unter Berücksichtigung des Schutzes vor schädlichen Umwelteinwirkungen erforderlich ist. Eine achtstündige Nachtruhe der Nachbarschaft im Einwirkungsbereich der Anlage ist sicherzustellen.

Die Immissionsrichtwerte nach den Nummern 6.1 bis 6.3 gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde (z.B. 1.00 bis 2.00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt.

Überlagerung von Schall / mehrere Geräuschquellen: Nicht selten liegen bereits die Luftauslässe der Komfort-Lüftungsgeräte in der Nähe der potenziellen Aufstellorte der Klima-Außengeräte. Hier gilt es zu bedenken, dass eine Addition von Schallpegeln oft intuitiv falsch eingeschätzt wird. Bei Einwirkung aus mehreren Schallquellen ergibt sich zwar grundsätzlich eine Zunahme der Schallimmission, jedoch häufig weitaus geringer als gedacht. Schallpegelwerte dürfen nicht einfach arithmetisch addiert werden.

Beispiel: Unterscheiden sich zwei Schallpegel um mindestens 10 dB, leistet der jeweils niedrigere Pegel zum Summenpegel praktisch keinen Beitrag mehr. Da die Berechnung recht komplex ist und von vielen Faktoren abhängt, empfiehlt es sich, im Zweifelsfall – wie oben bereits ausgeführt – die Beeinträchtigung vorab mit den erwähnten Programmen durchzurechnen.

Es obliegt dem Antragsteller, dafür Sorge zu tragen, dass die genannten Grenzwerte (ggfs. durch die Ergreifung geeigneter Maßnahmen) sicher eingehalten werden.

Wärmeausstoß der Geräte: Die Außengeräte der Klimaanlage geben im Betrieb eine gewisse Wärme an die Luft in der direkten Umgebung ab. Dieser Wärmeeintrag ist in aller Regelfall vernachlässigbar und innerhalb von kürzester Distanz (>1m) nicht mehr nachweisbar. In baulichen Sondersituationen (z.B. bei engen Übereckbalkonen) können Auswirkungen auf direkte Nachbarn nicht ausgeschlossen werden, speziell bei anliegenden Fenstern. Die Verantwortung, dass keine Beeinträchtigung durch Wärmeemissionen für Dritte entsteht, liegt immer bei dem Miteigentümer, der die bauliche Veränderung beantragt, genau wie ggfs. der Nachweis, dass eine Beeinträchtigung des Nachbarn durch Wärme nicht mehr nachweisbar ist. Sofern hieran ausnahmsweise Zweifel bestehen, wird eine Messung durchgeführt werden müssen.

Lage und Positionierung der Außengeräte

Generelle Kriterien für die Bahnstadt

- Eine Montage von Geräten frei hängend an der (glatten) freien Fassadenfläche ist grundsätzlich ausgeschlossen. Die Außengeräte sind auf Balkonen oder im Bereich von Terrassen anzubringen.
- Die Außengeräte müssen, soweit dies nach der Lage von Balkon/Terrasse möglich ist, an der Hauswand montiert werden, mit einer Ausblasrichtung, welche die geringstmöglichen Beeinträchtigung von Dritten zur Folge hat.
- Die Außengeräte müssen – wenn sie von außen sichtbar sind bzw. wären – aus optischen Gründen eingehaust bzw. verkleidet werden.
- Pro Wirtschaftseinheit einer WEG und Fassadenseite muss möglichst eine einheitliche, der Fassadenfarbe und Optik angepasste Einhausung/Verkleidung ausgewählt werden, die dann der Art und Form nach verbindlich für alle an dieser Fassade positionierten, zukünftigen Außengeräte gilt.
- Auch der jeweilige Montageort und die Montagerichtung sollten bei übereinander oder nebeneinander liegenden Balkonen/Terrassen aus optischen Gründen einheitlich gewählt werden, soweit die Geräte bzw. Einhausungen/Verkleidungen von außen sichtbar sind.

Montageoptionen nach Wohnungsart

Dachgeschosswohnungen, Reihenhäuser bzw. Penthäuser: Montage feststehend auf der Dachterrasse bzw. dem Balkon.

Etagenwohnungen: Grundsätzlich sollte das Außengerät ausschließlich auf dem eigenen Balkon oder der eigenen Terrasse des Antragstellers installiert werden. Es darf in keinem Fall frei hängend an die Fassade außerhalb eines Balkons montiert werden. Das Gerät sollte vorzugsweise unterhalb der Brüstung, auf dem Boden des Balkon stehend, montiert werden. Falls dies nicht möglich sein sollte, kann es auch hängend unter dem darüberliegenden Balkon montiert werden.

Erdgeschosswohnungen: Hier kann das Gerät entweder unterhalb eines Balkonüberstandes oder auf dem Terrassenboden stehend montiert werden.

Optische Ausführung / Verkleidung

Es gilt stets sicherzustellen, dass sich das montierte Außengerät mitsamt Einhausung/Verkleidung in die jeweilige Optik der dazugehörigen Hausfassade (in Bezug auf bereits vorliegende Farben, Materialien und Texturen) bestmöglich einfügt. Es soll darauf geachtet werden, dass die Optik der gemeinschaftlichen Fassade dadurch nicht oder nur minimal verändert wird. Wenn das Außengerät von Dritten einsehbar ist, muss es fachmännisch mit für Klimaanlage geeigneten Einhausungen/Verkleidungen verschalt werden.

Der erste Antrag in einer WEG legt damit die Größe, Farbe, Material und Muster der Verkleidung für alle zukünftige Anträge (in dem betreffenden baulichen Abschnitt einer zusammengehörenden Hausoptik) fest. Zukünftige Anträge müssen (soweit technisch möglich) die identische Art der Verkleidung wählen wie das Erstgerät. Damit ist eine Einheitlichkeit an der Fassade jedes Baufeldes gegeben. Dies bezieht sich jedoch grundsätzlich nur auf die optische Einheit des jeweiligen Abschnittes, da es pro Baufeld auch verschiedene Fassadenoptiken geben kann.

Die Einhausung/Verkleidung ist nur dann nicht erforderlich, wenn das Gerät von keiner Seite aus durch Dritte einsehbar ist (z.B. auf vollständig optisch verschlossenen Balkonen auf dem Boden stehend oder auf nicht einsehbaren Dachterrassen/Dachbalkonen).

Ansonsten ist eine Verkleidung des Außengeräts immer zwingend erforderlich. Zugelassen sind nur die Lüftungsgitter oder fertige Boxen für Klimaanlage, die für die Verschalung von Klimageräten vorgesehen sind. Beispiele für Hersteller sind die Firma Devaux, Evolar oder Urbanshell, aber auch andere Firmen bieten derartige Produkte an.

Beispiele für geeignete Verkleidungen:



Konkrete Beispiele am Baufeld W 1.5

Einbauoptionen für Penthäuser/Dachgeschoss (DG) Wohnungen

Standort	Auf Balkon / Dachterrasse
Einbauhöhe	Stehend auf dem Boden
Einhausung in einheitlicher Fassadenoptik	Nicht erforderlich, sofern nicht einsehbar. (Siehe Beispiele)



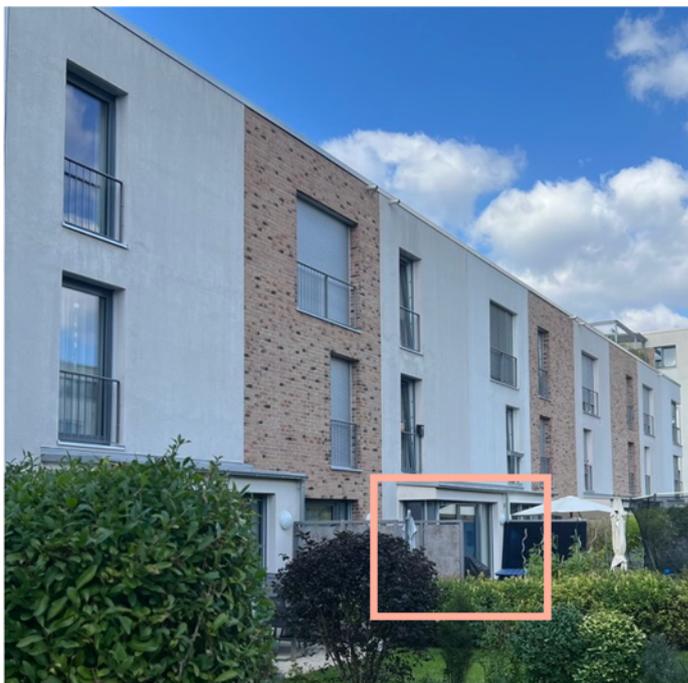
DG Stabgeländer: Verkleidung erforderlich



DG Balkon massiv:
Verkleidung hier nicht erforderlich

Einbauoptionen für Reihenhäuser

Standort	Terrasse oder Balkon
Einbauhöhe	Boden, Wandmontage oder unterhalb einer Balkondecke/Nische (sofern vorhanden)
Einhausung in einheitlicher Fassadenoptik	Ja, sofern sichtbar für Andere (Siehe Beispiele)



Verkleidung erforderlich, einsichtig



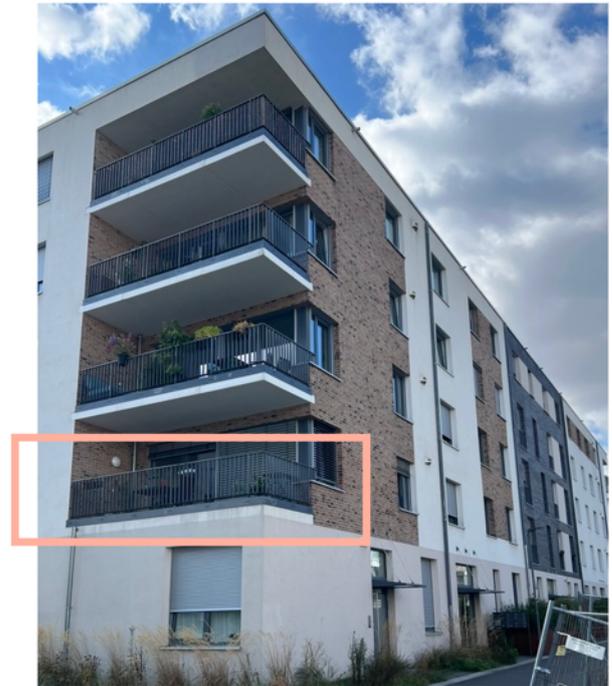
Dachterrasse: Nicht erforderlich

Einbauoptionen für Etagenwohnungen

Standort	Auf Balkon
Einbauhöhe	Boden, Wandmontage oder unterhalb einer Balkondecke/Nische (sofern vorhanden)
Einhausung in einheitlicher Fassadenoptik	Ja, sofern sichtbar für Andere (z.B. bei Glas- oder Stabgeländer)



Verkleidung bei Bodenmontage hier nicht erforderlich (massiver Balkon)



Verkleidung immer erforderlich (Stabgeländer)

Einbauoptionen für Erdgeschosswohnungen

Standort	Auf Terrasse
Einbauhöhe	Boden, Wandmontage oder unterhalb einer Balkondecke/Nische (sofern vorhanden)
Einhausung in einheitlicher Fassadenoptik	Ja, sofern sichtbar für Andere.



Verkleidung erforderlich (direkt neben Weg)

Finanzierung und Kosten

Jegliche Kosten, die im Zusammenhang mit dem Einbau einer Klimaanlage stehen (Geräte-, Montage-, Zubehör-, Wartungskosten etc.) sowie Folgekosten für Wartung, Reparaturen und Aufwendungen für die Reparatur von etwaig verursachten Schäden am Gebäude sind vom Miteigentümer, der die Klimaanlage einbaut, grundsätzlich selbst zu tragen. Sofern die Split-Klimaanlage eine Luft-Luft-Wärmepumpe ist, ist sie in der BEG förderfähig. Förderfähige Anlagen sind bei www.bafa.de/beg gelistet („Informationen für Energieberatung\Publikationen“).

Haftung, Wartung und Folgeschäden

Für jegliche Schäden in Folge einer genehmigten oder nicht genehmigten baulichen Veränderung haftet der Verursacher gegenüber der jeweiligen WEG nach den geltenden rechtlichen Bestimmungen.

Die Montage / Installation muss in fast allen Fällen von einem Fachbetrieb vorgenommen werden und darf nicht selbst durchgeführt werden. Dies ist abhängig vom Kältemittel der Klimaanlage und gilt insbesondere (zum aktuellen Zeitpunkt) für alle fluorierte Treibhausgase (F-Gase) – zumeist R32 und auch bei R290 (Propan), bei letzterem aus Sicherheitsgründen. Wir empfehlen jedoch dringend, insbesondere im WEG Kontext, unabhängig davon Installation, Wartung, Reparaturen und Stilllegung ausschließlich über zertifizierte Fachbetriebe durchführen zu lassen. Es gilt die Chemikalien-Klimaschutzverordnung [[ChemKlimaschutzV](#)] entsprechend.

Die Wartung der Klimaanlage (auch im Privatbereich) unterliegt den Regelungen der VDI 6022. Diese setzt voraus, dass Klimaanlagen mit Befeuchter alle zwei Jahre gewartet werden – Anlagen ohne Befeuchter lediglich alle drei Jahre. Aus diesem Grund wird den Eigentümern empfohlen, ihre Split-Anlage bereits alle 2 Jahre warten zu lassen, es besteht jedoch eine zwingende Verpflichtung für eine fachgerechte Wartung alle 3 Jahre – dies muss der Hausverwaltung (im WEG Kontext) auch unaufgefordert nachgewiesen werden. [[VDI6022](#)]

Genehmigungsweg im WEG Kontext

Nach der Idee eines Rahmenkonzepts der hier vorgestellten Art soll ein gewisse Maß an Rechtssicherheit geschaffen werden, indem die jeweilige WEG zunächst das Rahmenkonzept als solches berät und dann als Leitlinie per Beschluss verabschiedet. Einzelne Anträge auf den Einbau von Klimaanlagen müssen danach in den Grenzen und mit den Verfahren des geltenden Rechts (v.a. WEG-Recht), das weitgehend nicht abbedungen werden kann, in der WEG entschieden werden. In typischen Fällen liegt es nahe, bei der Beschlussfassung die mit dem Rahmenkonzept entschiedenen Fragen nicht wieder von Grund auf in Frage zu stellen und zu beraten. Natürlich kann grundsätzlich auch das Rahmenkonzept jederzeit geändert werden, dies sollte dann aber auch ausdrücklich so thematisiert, beraten und beschlossen werden. Für atypische Fällen sollte eine Lösung gefunden werden, welche die Grundgedanken des Rahmenkonzepts für die Besonderheit des Einzelfalls möglichst kohärent fortentwickelt.

Vorgehensweise zur Beantragung – WEG Checkliste

Bei der Beantragung eines zustimmenden Beschlusses der WEG im Sinne von § 20 Abs. 1 WEG empfiehlt es sich, den Antrag anhand der folgenden Checkliste zu überprüfen:

- Die maximal zulässige Kühllast für diese Wohnung
(Beheizte/gekühlte Wohnfläche innen ___ qm) beträgt ___ kW (max. 20-40W * qm)
oder
Die individuelle Kühllastberechnung für diese Wohnung beträgt__ (Nachweis beifügen)
- Die Kühlleistung des ausgewählten Gerätes beträgt __kW (Nachweis / Nennleistung)
oder ggfs. bei bereits eingebauten Geräten mit überhöhter Leistung:
wird auf max. __kW / Stufe __ im Betrieb gedrosselt. Dies wird schriftlich durch
Antragsteller bestätigt.
- Das Gerät entspricht mindestens dem Energiestandard A+ (Modellname, Typ nennen),
optimalerweise dem Standard A+++ (SEER)
- Nachweis über das eingesetzte Kältemittel des Geräts (R32, R290 oder ein noch um-
weltverträglicheres Kältemittel) liegt dem Antrag bei
- Darstellung des Aufstellungsort anhand der Kriterien aus dem Kapitel
„Optische Ausführung“ (mit Skizze /Fotomontage oder Fotos)
- Abluftrichtung ist mit geringstmöglicher Beeinträchtigung von Dritten vorgesehen,
Die Grenzwerte der TA Lärm werden bei Betrieb eingehalten
- Der Schalldruckpegelwert (LpA) beim Außengerät sind _____dB (A) auf Stufe___ (optimal
≤40 dB (A) oder Schallbewertung durch Fachperson (Messung).
- Sofern Einhausung erforderlich: Genaue Darstellung (Hersteller, Modell, Farbe, Größe
und Foto) der Verkleidung des Außengeräts beifügen
- Die Übernahme aller Kosten inklusive Haftung für etwaige (Folge-)Schäden wird
versichert
- Plan für Ableitung oder Sammeln des Kondenswassers
- Empfehlung: vorherige Abstimmung mit den direkt betroffenen Nachbarn
- Der Einbau der Anlage wird durch einen zertifizierten Fachbetrieb vorgenommen, ggfs.
Angebot beilegen.

FAZIT

Der hier dargestellte (nachträgliche) Einbau von Klima-Splitgeräten mit Umluftbetrieb in Passivhauswohnungen stellt eine praktikable Lösung dar, um den Herausforderungen des Klimawandels und dem Wärmeinseleffekt in urbanen Räumen wie der Bahnstadt zu begegnen, ohne den Passivhausstandard zu verletzen oder zu gefährden. Dieses Rahmenkonzept legt dar, dass eine sorgfältige Planung und Umsetzung dieser Anlagen im Einklang mit den strengen Energieeffizienzanforderungen des Passivhausstandards, den Schallschutzanforderungen und dem stadtplanerischen Konzept der Bahnstadt stehen kann. Wie ausgeführt ist eine Kühlleistung im Regelfall innerhalb einer Bandbreite von 20-40 W/m² sinnvoll. Eine nachträgliche Installation erfolgt unter Berücksichtigung modernster und möglichst umweltfreundlichen Technologien (z.B. sorgfältig ausgewählter Kältemittel) und das Erscheinungsbild der Gebäude wird weitestgehend gewahrt – so bleiben der Passivhausgedanke unseres Stadtteils und die Optik der Gebäude erhalten. Gleichzeitig werden Gesundheit und Wohlbefinden der durch zunehmende sommerliche Hitze betroffenen Bewohner für die vorhersehbare Zukunft gefördert.

Durch den fortschreitenden Klimawandel werden bei der Städteplanung zudem Aspekte wie moderate Fensterflächen, Fassadenbegrünung, grüne Freiflächen und natürliche Verschattung durch Bäume und der Ausbau von Photovoltaik auf den Dachflächen immer wichtiger.

Durch dieses Rahmenkonzept wird vielen Bewohnern der Bahnstadt die Möglichkeit auf ein angenehmes Wohnklima in Zeiten extremer Hitze eröffnet, ohne dass dies zu einem signifikanten Anstieg des Energieverbrauchs und der CO₂-Bilanz führt. Damit stellt das Konzept einen versöhnlichen Mittelweg dar: Es vereint den Erhalt der passivhaustypischen Energieeffizienz mit einer Sicherung der Wohnqualität, die durch veränderte klimatische Bedingungen erheblich bedroht wird – bis hin zu gesundheitlichen Konsequenzen.

Wir möchten an dieser Stelle auch betonen, dass es uns in allen Fällen wichtig erscheint, grundsätzlich aufeinander zuzugehen und Veränderungen dort geordnet zuzulassen, wo der Einsatz von nachträglich installierter aktiver Kühlung unumgänglich geworden ist. Im Dialog werden sich gemeinsam gute und tragfähige Lösungen finden lassen, die den individuellen legitimen Bedürfnissen der Miteigentümer und Nachbarn gerecht werden und gleichzeitig die nachhaltigen Ziele des Passivhausstandards sowie unsere stadtplanerische Optik berücksichtigen.

Wir bedanken uns bei der Stadt Heidelberg, insbesondere bei den Herren Robert Persch und Michael Rudolf für die wohlwollende Unterstützung sowie die Förderung dieses Rahmenkonzepts. Bei Herrn Dr. Berthold Kaufmann, Passivhaus Institut (Darmstadt) und Dipl. Ing. (FH) Mirosław Kowalski, solares bauen GmbH (Freiburg) bedanken wir uns sehr für die fachmännische und freundliche Unterstützung.

Heidelberg, den 14. Mai 2025

Anne Bendig & Martin Borowski

RESSOURCEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

[Heidelberg1] Städtebauliche Rahmenplanung Heidelberg Bahnstadt Begründung zur Fortschreibung 2022, Stand: 26.04.2022, Anlage 02 zur Drucksache 0142/2022/BV https://www.heidelberg.de/site/HD_Satelliten/get/documents_E373201993/heidelberg/Objekt_datenbank/Bahnstadt/heidelberg-bahnstadt.de/Pdf/2022_Rahmenplan_Begrueundung.pdf

[Deutschlandfunk] Deutschlandfunk Kultur, 07.08.2020 “Hitzewelle - Das gescheiterte Modell Heidelberg-Bahnstadt”, <https://www.deutschlandfunkkultur.de/hitzewelle-das-gescheiterte-modell-heidelberg-bahnstadt-100.html>

[Kontext] Bahnstadt Heidelberg „Wenn die Zukunft kommt“ Artikel von Minh Schredle, 28.10.2020 <https://www.kontextwochenzeitung.de/gesellschaft/500/wenn-die-zukunft-kommt-7083.html>

[Feist 2022] Feist, W. et.al. Raumklimageräte für die Heizung (und Kühlung). Einsatz und Einbau von Klima-Split-Geräten zum Heizen und Kühlen in Passivhäusern werden im Detail beschrieben. (Abruf Dezember 2024) [https://passipedia.de/technik/raumklimageraet?s\[\]=w%C3%A4rmepumpen&s\[\]=k%C3%A4ltemittel](https://passipedia.de/technik/raumklimageraet?s[]=w%C3%A4rmepumpen&s[]=k%C3%A4ltemittel)

[Klimablog] <https://www.klimaworld.com/blog/Split-Klimaanlage>

[wikipedia 2024] Diskussion verschiedener Kältemittel. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften und das Treibhauspotential (GWP, global warming potential) werden detailliert beschrieben. (Abruf Dez. 2024) <https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%A4ltemittel>

[Propan] Wissenswertes rund um den Einsatz von Propan in Klimageräten. <https://www.mitsubishi-les.com/de-de/wissen/kaeltemittel-r290-propan-18688.html>

[Solar] Vom Bundesverband Solarwirtschaft gibt es unter https://www.solarwirtschaft.de/wp-content/uploads/2025/02/BSW-Leitfaden_Gem-Gebaeudeversorgung_2024.pdf einen kostenlosen Leitfaden zur gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung mit einem Muster für einen Gebäudestrom-Nutzungsvertrag und einer WEG-Beschlussvorlage.

Einen kostenlose PV-Beratung kann über die Heidelberger Solarkampagne in Anspruch genommen werden: www.heidelberg.de/sonnenstrom

[eurovent] Effizienz-Klassifizierung von Klimageräten www.eurovent-certification.com

[Bundesverband Wärmepumpe] Berechnungstool zur Abschätzung der Schallemissionen von Wärmepumpen <https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>

[Heidelberg2] Sommer im Passivhaus, Stadt Heidelberg vom 14.07.2021,

https://www.youtube.com/watch?v=yhH0dGs_sU0

[Foshag 2020] Foshag, K. et.al Viability of public spaces in cities under increasing heat: A trans-disciplinary approach. In Sustainable Cities and Society, Volume 59, August 2020, 102215 see as well here: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221067072030202X>

[Marco Schmidt, BBSR] Schmidt, Marco, Bundesinstitut für Bau-Stadt- und Raumordnung (BBSR) Referat WB 7 Klimaneutralität im Gebäudebetrieb. Vegetation in der Stadt- und Gebäudeplanung ist hilfreich, siehe auch <http://www.phasenwechsel.com/>

[Annkathrin Auel, Freiburg 2012] Auel, Annkathrin, Analyse thermischer Bedingungen von Innenraum- und Außenklima im Freiburger Rieselfeld, Bachelorarbeit an der Universität Freiburg, 2012

[TA Lärm] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26081998_IG19980826.htm

[Klimaatlas BW] Der Klimaatlas stellt wichtigsten Themen und Daten rund um den Klimawandel in Baden-Württemberg zusammen. <https://www.klimaatlas-bw.de/klimaatlasbw>

[AK 53] "Sommerkomfort – bezahlbar und energieeffizient", Protokollband Nr. 53 im Rahmen des Arbeitskreises Kostengünstige Passivhäuser (AKKP). Passivhaus Institut, Darmstadt, 2018

[Leitfaden: Sommerkomfort im Passivhaus] Eine Kurzfassung zum Thema ist auch bei passipedia zu finden: [https://passipedia.de/grundlagen/sommerfall/leitfaden_sommerkomfort_im_passivhaus?s\[\]=sommerkomfort](https://passipedia.de/grundlagen/sommerfall/leitfaden_sommerkomfort_im_passivhaus?s[]=sommerkomfort)

Stadtklima Heidelberg – umfangreiche Dokumente und Analyse zur Entwicklung des Klimas in Heidelberg: <https://www.heidelberg.de/HD/Leben/Stadtklima+Heidelberg.html#:~:text=Laut%20aktuellen%20Klimasimulationen%20sind%20f%C3%BCr,wird%20mit%20dem%20Klimawandel%20zunehmen.>

[VDI6022] <https://www.vdi.de/richtlinien/unsere-richtlinien-highlights/vdi-6022>

[ChemKlimaschutzV] Verordnung zum Schutz des Klimas vor Veränderungen durch den Eintrag bestimmter fluorierte Treibhausgase, ist eine deutsche bundesrechtliche Verordnung zur Verminderung der Emission fluorierte Kältemittel aus Kälteanlagen. <https://www.gesetze-im-internet.de/chemklimaschutzv/>

Stand: Version 1.0 14.05.2025