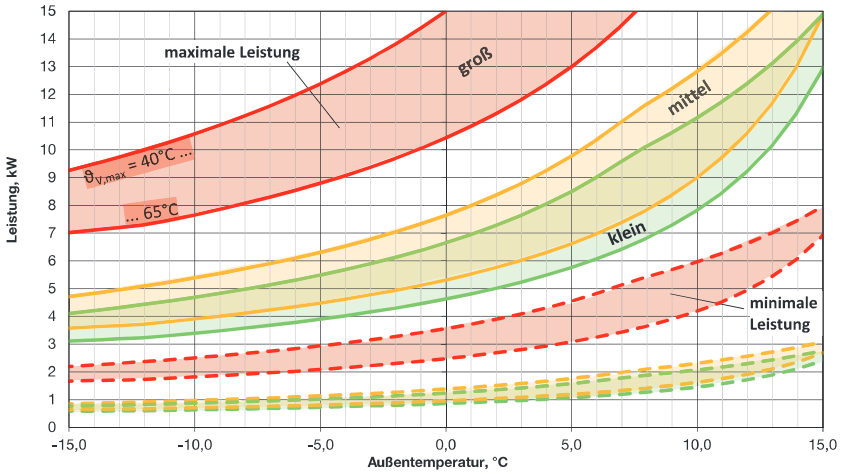

Bild 22. Vergleich der Leistungskennlinien verschiedener Wärmepumpen eines Herstellers

3.4.2 Planungsideen

Bevor die Ergebnisse für das Praxisprojekt vorgestellt werden, sollen allgemeine Planungsideen für Wärmepumpen kurz zusammengefasst vorgestellt und begründet werden. Sie haben auch Rückwirkungen auf die Programmierung der „Energieanalyse".

1. In der Bestandsmodernisierung dürfen aus Investitionskostengründen häufiger Außenluft- als Erdreichwärmepumpen zum Einsatz kommen, vgl. auch [10]. Daher wurde zunächst dieses Marktsegment in dem Tool abgebildet, das sich – mit Verbrauchsdaten als Basis – an Bestandsplaner richtet.
2. Getrennte Wärmepumpen nur für die Raumheizung und für die Trinkwassererwärmung werden von den Autoren grundsätzlich empfohlen. Die Gesamteffizienz im Betrieb wird hierdurch wesentlich erhöht und die Gesamtinvestitionen sind in der Regel vergleichbar. In großen Gebäuden ist ohnehin von einer Aufteilung der Maximalleistung auf mehrere Geräte auszugehen, sodass sich kaum Mehraufwand ergibt. Die Entkopplung von Heizung und Trinkwarmwasser ist auch eine diskutable Lösung, die wenig „Stress" im Betrieb verspricht, vor allem bei weitgehendem Planungsverzicht. In der Programmierung ist zunächst nur die getrennte Ausstattung (bzw. nur die Auslegung der Heizungswärmepumpe) programmiert.
3. Allgemein gilt für Wärmepumpen wie für alle anderen Erzeuger, dass sie passend zu dimensionieren sind. Das heißt nach Ansicht der Autoren, dass die Nettoheizlast maßgeblich ist und die Bruttoheizlast allenfalls alternativ untersucht wird. Dies ist die Logik der Programmierung.
4. In Bestandsgebäuden, bei denen künftig noch weitere Leistungsminderungen zu erwarten sind, wie z. B. im Beispiel-MFH aufgrund der Dämmung des oberen und unteren Gebäudeabschlusses, muss auf jeden Fall der künftige Zustand mit untersucht werden. Stehen in Kürze umfassende Verbesserungen an, ist gegebenenfalls die Wärmepumpe erst einmal zu unterdimensionieren, damit später das Takten geringer ausfällt. Es ist ggf. der alte Wärmeerzeuger bis dahin weiterzuverwenden. Im Falle von Großprojekten kann auch eine Kaskade von mehreren Wärmepumpen aufgebaut werden, sodass später ein Gerät entfernt werden kann. Eine Kaskadenlösung kann zurzeit in der Programmierung nicht untersucht werden.
5. Sofern ein Heizstab der Spitzenlasterzeuger ist, besteht bei ca. 9 kW vielfach eine derzeit praktische Grenze je Wärmepumpe. Größere Geräte benötigen eine andere Absicherung. Für größere Projekte ist eine getrennte und detaillierte Untersuchung erforderlich.
6. Es wird weiterhin empfohlen, die Hydraulik – soweit möglich – einfach zu halten. In kleinen und mittelgroßen Anlagen bis ca. 30 kW thermische Leistung im Auslegungsfall können einfache Raumheizkreise mit nur einer zentralen Heizkreispumpe versorgt werden. Die Heizkreispumpe ist meist im Außengerät monoenergetischer Luft-Wasser-Wärmepumpen integriert und sorgt über ein einstellbares Überströmventil für definierte Druckverhältnisse in den angeschlossenen Heizkreisen. Ein für das Abtauen und zur Begrenzung von zu häufigem Takten klein ausgelegter Reihenpufferspeicher wird üblicherweise im Wärmepumpenrücklauf eingebaut.

3.4.3 Bestand

Für den Bestand sind noch Angaben zu tätigen, die den Heizkreis betreffen (Bild 23). Insbesondere ist die maximale Vorlauftemperatur am kältesten Tag (Auslegungsvorlauftemperatur) einzutragen. Im Projekt wird der Wert verwendet, den die Heizlastberechnung (Ab-

Daten des Heizkreises			
Auslegungsvorlauftemperatur bei -12°C	65	°C	Heizflächenexponent
Auslegungsspreizung bei -12°C	10	K	1,3

Bild 23. Eingaben von Heizkreis- und Gebäudedaten in der „Energieanalyse“ – Version Bestand

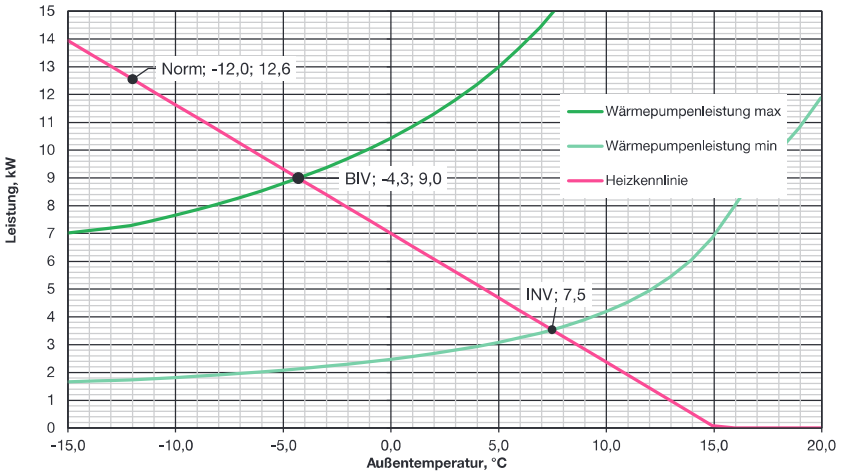

Bild 24. Ausgabe der Leistungskennlinien in der „Energieanalyse“ – Version Bestand

schnitt 4.3) liefert: 65 °C. Er deckt sich auch mit der im Bestand – vor Ort an der jetzigen Kesselregelung – vorzufindenden Einstellung.

Die Auslegungsspreizung wird mit 10 K angesetzt (also: 65/55 °C bei der minimalen Außentemperatur von –12 °C). Für die Abbildung des Jahresbetriebs mit Berechnung der Jahresarbeitszahl wird eine Regelung nach Heizkurve angenommen. Der Heizflächenexponent liegt dabei bei 1,3 (er beschreibt den nichtlinearen Zusammenhang zwischen der Wärmeabgabe einer Heizfläche von der Temperaturdifferenz der mittleren Heizwassertemperatur zum Raum, Vertiefung siehe [2]).

Das Gebäude wird durch seine Gebäudeheizkennlinie $H = h \cdot A_{EB}$ beschrieben. Sie ist in diesem Fall aus einer Wärmemengenmessung hinter dem Bestandskessel abgeleitet. Die zugehörige Grafik ist als Bild 19 in Abschnitt 3.3 zu finden. Die Steigung liegt bei H = 0,463 kW/K bei einer Heizgrenztemperatur von ϑ_{HG} = 15,1 °C. Das Gebäude hat eine Heizlast von 12,6 kW (netto) und 14,8 kW (brutto) bei der minimalen Außentemperatur am Standort (–12 °C).

Ein alternativer Ansatz zur Ermittlung dieser Größen wäre das Verfahren der „Standardbilanz“, siehe Abschnitt 2.4. Bild 24 zeigt das Ergebnis als Leistungsdiagramm. Für jede Außentemperatur, die in den Langzeitwetterdaten des Ortes anzutreffen sind, wird die Gebäudeheizkennlinie berechnet. Der Normpunkt ist markiert. Die Wärmepumpenleistung wird als Kennfeld abgebildet – zwischen der maximalen und minimalen Leistung und unter Berücksichtigung der Vorlauftemperatur, die sich bei der jeweiligen Außentemperatur ergibt.

Die obere Linie in Bild 24 ergibt sich bei maximaler Kompressorbelastung (hier angenommen mit 60 % der Kompressornennleistung von 8,0 kW). Auf ihr liegt der Bivalenzpunkt („BIV“) als Schnittpunkt mit der Gebäudeheizkennlinie. Ist es kälter, muss ein zweiter Erzeuger einspringen. Liegt der Bivalenzpunkt rechnerisch bei oder unterhalb der minimalen Außentemperatur, ist monovalenter Betrieb gegeben.

Die untere Linie in Bild 24 ergibt sich bei minimaler Kompressorbelastung. Auf ihr liegt der Inverterpunkt („INV“), ebenfalls als Schnittpunkt mit der Gebäudeheizkennlinie. Ist es wärmer, muss die Wärmepumpe takten, weil sie nicht tiefer modulieren kann (hier angenommen mit 10 % der Kompressornennleistung von 8,0 kW).

Bild 25 zeigt denselben Zusammenhang, jedoch unter Berücksichtigung der Häufigkeit des jeweiligen Vorkommens der Temperaturen, vgl. auch Abschnitt 5.4. Die sehr geringen Außentemperaturen sind selten. Unterhalb des Bivalenzpunktes bricht die Wärmepumpenleistung erkennbar ein – das ist zu tolerieren, weil es nicht häufig auftritt. Oberhalb (rechts) des Inverterpunktes ergibt sich Taktbetrieb (gestrichelte senkrechte Gerade).

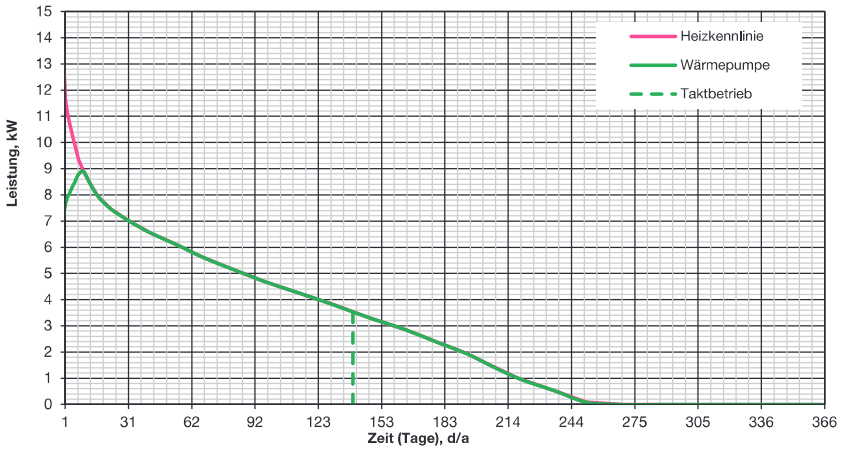

Bild 25. Ausgabe der Jahresdauerlinie in der „Energieanalyse" – Version Bestand

Bivalenz- und Inverterpunkte			
Bivalenz-		-4,3	°C
punkt		9,0	kW
	darunter	9	d/a
Inverter-		7,5	°C
punkt		3,54	kW
	darüber	115	d/a

Heizstableistung bzw. Leistung Spitzenlasterzeuger		
Leistung 2. Erzeuger	5,3	kW
Heizlast gesamt	12,6	kW

Deckungsanteile				
Wärmepumpe	stetig	76,6%		
	taktend	21,7%	=	98,3%
Spitzenlast				1,7%

Heizzeit		
	255	d/a

COPs	ideal	mit Betriebs-korrekturen
System gesamt	3,02	2,65
Wärmepumpe gesamt	3,13	2,73
Wärmepumpe - stetiger Betrieb	2,81	2,53
Wärmepumpe - Taktbetrieb	5,20	3,74

Bild 26. Ergebnisse der Wärmepumpenplanung in der „Energieanalyse" – Version Bestand

Bild 26 fasst die Erkenntnisse tabellarisch zusammen. Bivalenz- und Inverterpunkt werden aufgeführt. Für beide Punkte werden Zeitangaben gemacht, die über die Häufigkeit des Vorkommens informieren. So müsste, unter Verwendung des Klimas der letzten 15 Jahre, der 2. Erzeuger durchschnittlich nur an 9 Tagen pro Heizperiode eingesetzt werden. An 115 Tagen muss die Wärmepumpe takten. Die Länge der Heizzeit insgesamt beträgt 255 Tage pro Jahr.

Der Heizstab für den Auslegungspunkt, das heißt die Fehlleistung bei minimal –12 °C, liegt bei 5,3 kW. Es kann selbstverständlich auch ein anderer Erzeuger zum Einsatz kommen. Der Leistungsanteil des Spitzenlasterzeugers beträgt 42 % der Nettoheizlast (5,3 kW von 12,6 kW). Entsprechend hat die Wärmepumpe einen Leistungsanteil von 58 % der Nettoheizlast.

Wird das Flächenintegral unter der Kurve nach Bild 25 gebildet, ergeben sich die Deckungsanteile für die Wärmepumpe von 98,3 % und für den Spitzenlasterzeuger von 1,7 %. Die Werte decken sich sehr gut mit denen aus der VDI 4650 [9]. Für einen parallelen Betrieb mit Luft als Wärmequelle und einem Leistungsanteil der Wärmepumpe von 60 % werden 98 % Deckungsanteil angegeben. Eine gewisse Unschärfe besteht allerdings durch die Brutto- und Nettoheizlastabweichung, siehe auch Abschnitt 5.3.

Die Gesamteffizienz der Wärmepumpe wird mit einer Jahresarbeitszahl von 2,73 bestimmt. Dieser Wert enthält die Abschläge für den Realbetrieb und das Takten. Wird der Spitzenlasterzeuger als Heizstab mitbilanziert (mit einer Arbeitszahl von 1,0) ist das Gesamtsystem entsprechend schlechter. Es hat dann eine Systemarbeitszahl von 2,65.

Tabelle 2. Variantenvergleich Bestand – Bestand mit Temperaturoptimierung

	Variante „Bestand“	Variante „Bestand mit Vorlauftemperaturoptimierung“
Vorlauftemperatur (bei –12 °C)	65 °C	60 °C
Bivalenzpunkt	–4,3 °C	–5,0 °C
Leistung der Wärmepumpe (bei –12 °C)	7,3 kW	7,7 kW
Leistung des Heizstabes (bei –12 °C)	5,3 kW	4,9 kW
Deckungsanteil Spitzenlasterzeuger	1,7 %	1,4 %
Inverterpunkt	7,5 °C	7,1 °C
Tage im Taktbetrieb	115 d/a	121 d/a
JAZ nur Wärmepumpe	2,73	2,92
JAZ gesamt	2,65	2,85

3.4.4 Vorlauftemperaturoptimierung

Wird die Vorlauftemperatur im Bestand um 5 K auf dann 60 °C abgesenkt, verbessert sich die Situation. Die Bedingungen für die Absenkung (Überprüfung der Heizflächen mit dem Tool „Optimus“) sind in Abschnitt 4.3 beschrieben.
Tabelle 2 zeigt die neuen Ergebnisse tabellarisch im Vergleich zu den alten. Da die Wärmepumpe aufgrund der geringeren Vorlauftemperatur auch am kältesten Tag eine höhere Effizienz aufweist, steigt ihre Leistung. Damit sinkt der Bivalenzpunkt und auch die erforderliche Heizstableistung.
Der Inverterpunkt verschiebt sich ebenfalls. Es fallen 6 Tage mehr im Taktbetrieb an. Das verschlechtert zwar die Betriebsbedingungen, aber insgesamt überwiegen die Vorteile. Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe verbessert sich (günstigere Systemtemperatur), die des Systems auch (geringerer direkt elektrischer Nachheizbedarf).

3.4.5 Gebäudeverbesserung und Vorlauftemperaturoptimierung

Werden die Verbesserungsmaßnahmen an der Gebäudehülle durchgeführt, verläuft die Leistungskennlinie des Gebäudes flacher. Da hierfür keine Messdaten verfügbar sind, muss an dieser Stelle auf eine andere Möglichkeit zurückgegriffen werden, den zukünftigen Kennwert H zu bestimmen. An dieser Stelle wird die „Standardbilanz“ des modernisierten Gebäudes genutzt (Abschnitt 2.4, Bild 7).
Der „Fingerabdruck“ des bilanzierten Standard-MFH liegt bei $h = 1{,}48\ W/m^2\,K$ nach der Modernisierung und mit Qualitätssicherungsmaßnahmen. Dieser Wert wird auf das Beispiel-MFH in Braunschweig übertragen. Damit ergeben sich anhand der beheizten Fläche A_{EB} eine Steigung und eine Nettoheizlast von:

$$H = h \cdot A_{EB} = 1{,}48\ W/m^2\,K \cdot 241 m^2 = 357\ W/K$$
$$= 0{,}357\ kW/K$$

$$\dot{Q}_{netto} = 0{,}357\ kW/K \cdot (15 - (-12))\ K = 9{,}6\ kW$$

Das Gebäude hat eine Heizlast von 9,6 kW (netto) bei der minimalen Außentemperatur am Standort (–12 °C). Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass die Vorlauftemperatur aufgrund der getätigten Dämmmaßnahmen auf dann 55 °C abgesenkt werden kann.
Bild 27 zeigt das neue Leistungsdiagramm mit der bisherigen Wärmepumpe. Sowohl der Bivalenzpunkt als auch der Inverterpunkt sinken. Das bedeutet, dass eine geringere Leistung für den Spitzenlasterzeuger benötigt wird und dessen Deckungsanteil im Verlauf eines Jahres sinkt. Im Gegenzug steigt aber auch der Zeitanteil, in dem die Wärmepumpe im Taktbetrieb ist, was auch Bild 28 zeigt.
Tabelle 3 fasst die Ergebnisse zusammen. Nach der Gebäudemodernisierung ist die identische Wärmepumpe in Relation zum Gebäude größer dimensioniert.
Hinsichtlich der Effizienz treten mehrere Effekte gleichzeitig auf:
- der Zeitanteil mit Taktbetrieb nimmt deutlich zu und verschlechtert die Effizienz der Wärmepumpe in dieser Zeit,
- die abgesenkte Vortauftemperatur verbessert jedoch insgesamt die Wärmepumpeneffizienz,
- die geringere Gebäudeleistung verschiebt den Bivalenzpunkt nach unten und vermindert damit den Spitzenlastanteil fast auf null.

Die positiven Effekte überwiegen, sodass nach der Gebäudeverbesserung sich eine Jahresarbeitszahl des Systems inklusive einer elektrischen Nachheizung von etwa 3,2 einstellt.

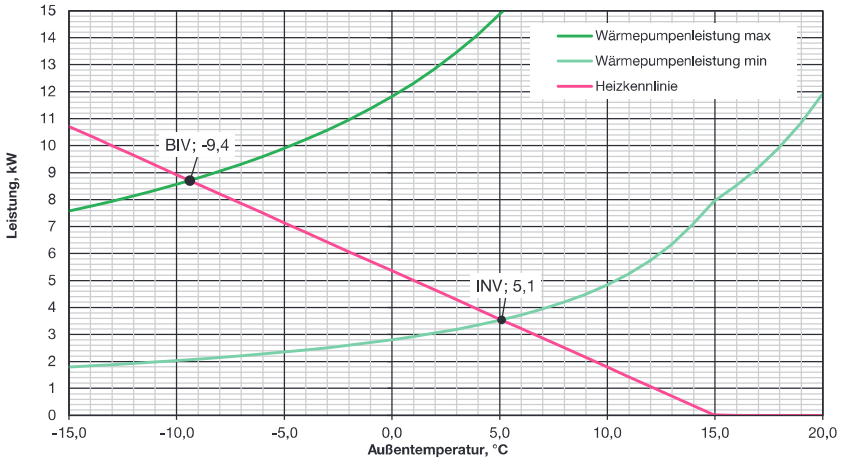

Bild 27. Ausgabe der Leistungskennlinien in der „Energieanalyse" – Version Modernisierung

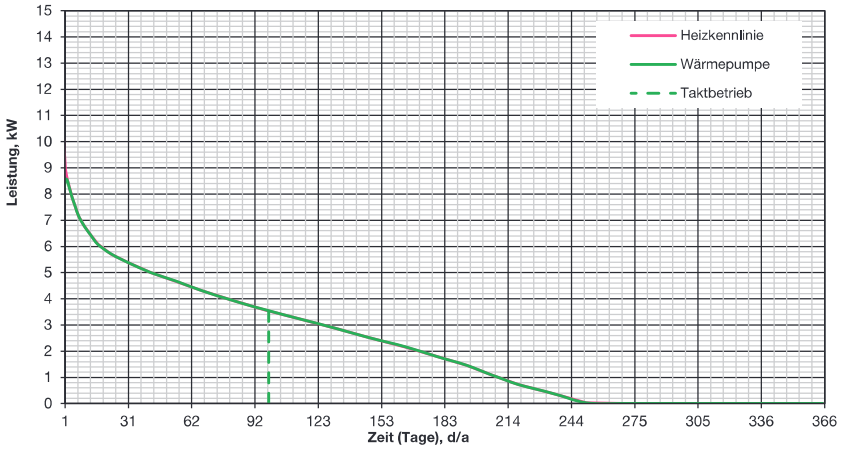

Bild 28. Ausgabe der Jahresdauerlinie in der „Energieanalyse" – Version Modernisierung

Tabelle 3. Variantenvergleich Bestand – Modernisierung

	Variante „Bestand"	Variante „Modernisierung"
Steigung H	0,463 W/K	0,357 kW/K
Heizlast (bei –12 °C)	12,6 kW	9,6 kW
Vorlauftemperatur (bei –12 °C)	65 °C	55 °C
Bivalenzpunkt	–4,3 °C	–9,4 °C
Leistung der Wärmepumpe (bei –12 °C)	7,3 kW	8,2 kW
Leistung des Heizstabes (bei –12 °C)	5,3 kW	1,5 kW
Deckungsanteil Spitzenlasterzeuger	1,7 %	0,2 %
Inverterpunkt	7,5 °C	5,1 °C
Tage im Taktbetrieb	115 d/a	154 d/a
JAZ nur Wärmepumpe	2,73	3,18
JAZ gesamt	2,65	3,16

3.4.6 Einsatz einer kleineren Wärmepumpe

Eine nächstkleinere Wärmepumpe soll im Bestand und nach der Modernisierung gleichermaßen untersucht werden. Bei recht ähnlichen Effizienzen hat die kleinere Wärmepumpe nur eine maximale Kompressorleistung von 3,5 kW (statt 8 kW).
Die Bilder 29 und 30 zeigen die Leistungskennlinie und Jahresdauerlinie für den Bestand. Sie sind vergleichbar mit denen aus Abschnitt 3.4.3. Wegen der geringeren Leistung der Wärmepumpe als vorher verschieben sich sowohl Bivalenz- als auch Inverterpunkt zu höheren Temperaturen. Eine weitere Auswertung folgt mit Tabelle 4.
Die Bilder 31 und 32 (Kombination aus Gebäudeverbesserung und Wahl der kleineren Wärmepumpe) sind vergleichbar mit den Grafiken aus Abschnitt 3.4.5. Die Auswirkungen der geringeren Wärmepumpenleistung sind grundsätzlich vergleichbar mit denen im Bestand: Bivalenz- und Inverterpunkt sind bei höheren Temperaturen zu finden als vorher. Einen Vergleich aller Varianten liefert Tabelle 4.
Die Verringerung der Wärmepumpenleistung führt zu den Auswirkungen, die bereits in Abschnitt 3.4.5 angerissen wurden. Sie sollen an dieser Stelle noch einmal aufgegriffen werden.
Bei ansonsten gleichen Randdaten verschiebt sich jeweils der Bivalenzpunkt zu höheren Außentemperaturen mit geringerer Wärmepumpenleistung. Gleichermaßen steigt die Leistungsanforderung an den zweiten Erzeuger (Heizstab) und sein Deckungsanteil nimmt zu. Zudem verschiebt sich aber auch der Inverterpunkt nach oben. Das Takten der kleineren Wärmepumpe im selben Gebäude beginnt später und der Zeitanteil im Taktbetrieb sinkt entsprechend. Das betrifft beide Gebäudeniveaus gleichermaßen.

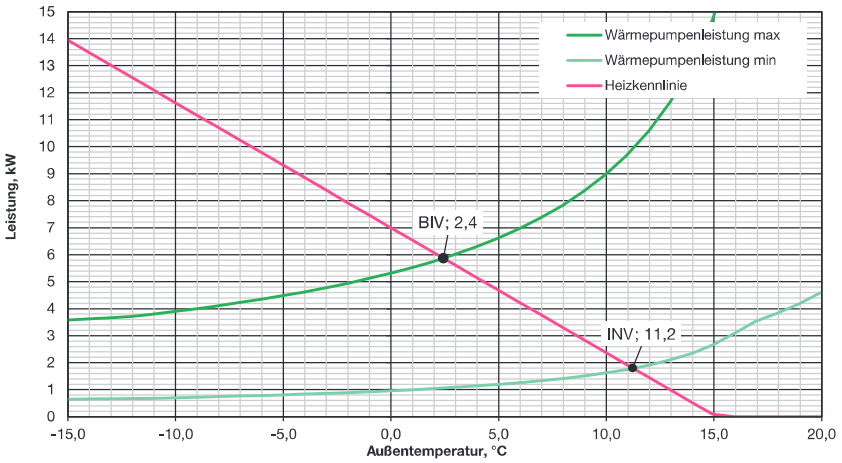

Bild 29. Ausgabe der Leistungskennlinien in der „Energieanalyse“ – Version Bestand mit kleinerer Wärmepumpe

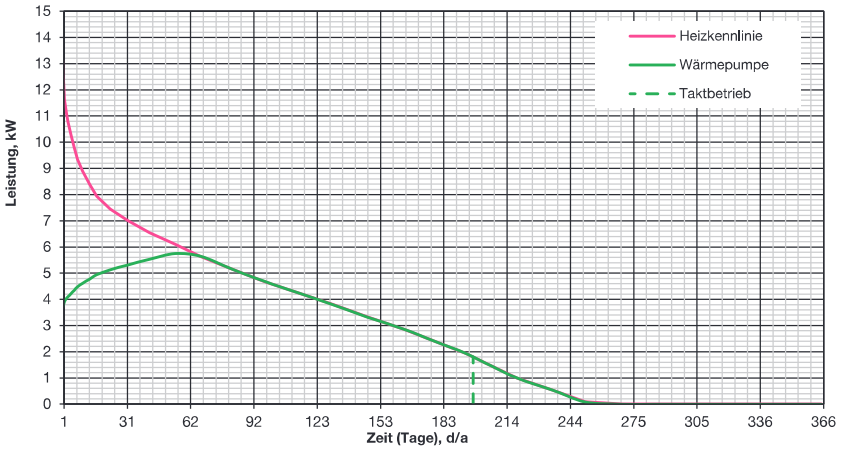

Bild 30. Ausgabe der Jahresdauerlinie in der „Energieanalyse“ – Version Bestand mit kleinerer Wärmepumpe

Die messtechnische Überprüfung der Einhaltung von Mindestanforderungen im Gebäude erfolgt nach DIN 4109-4 [8] die wiederum auf das „Kurzmessverfahren" der DIN ISO 10052 [9] verweist. Das „Standardverfahren" der DIN EN ISO 16032 [10], das auch in EN 12354-5 genannt wird, erscheint grundsätzlich besser geeignet, wird aber in DIN 4109 momentan nicht aufgeführt.
Sind verschiedene Betriebszustände einer GTA möglich (z. B. unterschiedliche Regelungsstufen bei einem Lüftungsgerät), ist grundsätzlich der lauteste Betriebszustand für die Beurteilung heranzuziehen.

2.2 Stand der Nachweisführung

Verfahren für rechnerische Nachweise zur Erfüllung der Anforderungen des Schallschutzes sind in der DIN 4109-2 [11] gegeben. Im Abschnitt 4.5 werden die von GTA in schutzbedürftige Räume übertragenen Geräusche behandelt.
Im ersten Abschnitt 4.5.1 Allgemeines der Fassung von Januar 2018 steht: *„Für die Berechnung der von gebäudetechnischen Anlagen in schutzbedürftige Räume übertragenen Geräusche liegen zurzeit noch keine normungsfähigen Verfahren vor. Mit DIN EN 12354-5 ist eine Grundlage gegeben, auf der die zukünftigen Berechnungsverfahren nach DIN 4109 entwickelt werden sollen. Die in DIN EN 12354-5 genannten Prognosemodelle können als Orientierung für die Beschaffung von Daten und für die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Prognose von Schallpegeln herangezogen werden. Hinweise zur schalltechnischen Planung und Ausführung gebäudetechnischer Anlagen finden sich in DIN 4109-36:2016-07."*
Nach DIN 4109 ist also ein rechnerischer Nachweis für GTA aktuell nicht möglich. Der Nachweis zur Einhaltung von Schallschutzanforderungen kann folglich nur durch (Abnahme-)Messungen nach DIN 4109-4 bzw. DIN ISO 10052 im bereits ausgeführten Zustand erbracht werden. Lediglich für „Sanitärtechnische Anlagen" kann nach DIN 4109-36:2016-07 Abschnitt 6.4.4 [12] ein Nachweis ohne bauakustische Messungen durch Verwendung von sogenannten „Musterinstallationswänden", die nicht direkt an schutzbedürftige Räume angrenzen (diagonale Übertragung), erbracht werden. Diese Möglichkeit steht im Widerspruch zu den Ausführungen in Abschnitt 6.1 Allgemeine Hinweise zur Durchführung von Nachweisen *„Sowohl bei der Planung und Ausführung als auch beim schalltechnischen Nachweis ist dabei stets das Zusammenwirken der Sanitärinstallation und der Installationswand zu berücksichtigen, da die resultierenden Installationsgeräusche von beiden Bereichen beeinflusst werden."*
In DIN 4109-2, Abschnitt 4.5.3, wird in einer Anmerkung darauf hingewiesen, dass zwar aktuell keine Berechnungsverfahren eingeführt sind, mit den vorhandenen Verfahren zur Luftschalldämmung aber der Schalldruck im Aufstellraum oder in einem fremden Raum „abgeschätzt" werden kann. Voraussetzung ist, dass Angaben zum Luftschallleistungspegel der Anlage und zur äquivalenten Schallabsorptionsfläche im Aufstellraum vorhanden sind. In DIN 4109-36:2016-07, Anhang A, sind beispielhaft A-bewertete Schallleistungspegel verschiedener Gerätetypen (u. a. Wärmeversorgungsanlagen, Lüftungsanlagen) angegeben. Die „Abschätzung" soll anhand „üblicher Berechnungsverfahren" erfolgen, die jedoch nicht näher erläutert werden. In Abschnitt 5 dieses Beitrages wird ausgeführt, dass im Gegensatz zur Abschätzung mit Einzahlwerten entsprechend der DIN EN 12354-5 eine Berechnung der Luft- und Körperschallübertragung von GTA nur frequenzabhängig erfolgt.
Weiterhin wird in der DIN 4109-36 angemerkt: *„Durch Körperschallerzeugung der Anlagen verursachte Geräuscheinwirkungen werden dabei nicht berücksichtigt."*
Da die Körperschallübertragung häufig maßgeblich ist, wie später in Abschnitt 6 gezeigt wird, sind die aktuell verfügbaren Planungsmethoden der DIN 4109 somit unvollständig.

2.3 Zukünftiges Verfahren

Die DIN 4109 verweist also bereits in der aktuell gültigen Fassung von 2018 auf die Verfahren der DIN EN 12354 und explizit auf den Teil 5. Dieser behandelt unter dem Titel *„Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 5: Installationsgeräusche"* die Schallübertragung im Gebäude bis zum resultierenden Schalldruckpegel im Empfangsraum. Für die Anwendung sind sowohl Eingangsdaten des Gebäudes als auch der GTA erforderlich.
Die DIN EN 12354-5:2009-10 [2] wurde in den vergangenen Jahren grundlegend überarbeitet und mittlerweile durch DIN EN 12354-5:2023-08 ersetzt. Teile der Fassung aus 2009 sind in die 2017 erschienene DIN EN 15657:2017-10 *„Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden: Messung des Körperschalls von haustechnischen Anlagen im Prüfstand für alle Installationsbedingungen"* übernommen worden. DIN EN 15657: 2017-10 war dann die Grundlage für die Überarbeitung der DIN EN 14366:2005-02 [13] *„Messung der Geräusche von Abwasserinstallationen im Prüfstand"*, die in der Neufassung DIN EN 14366-1:2023 [14] erschien.
So wurde zwischenzeitlich auf europäischer Ebene eine klare Trennung von

1) der Normen zur messtechnischen Charakterisierung von GTA als Luft- und Körperschallquellen und
2) der Norm zur Berechnung der Luft- und Körperschallübertragung im Gebäude durchgeführt.

Inhaltlich wurde EN 12354-5 diesbezüglich überarbeitet, sodass die Anwendung nun für alle Baukonstruktionen möglich und nicht mehr auf den „Massivbau" beschränkt ist [15], wie in der Erstversion von 2009.