

Regelanlagen für bivalente Wärmepumpenanlagen

Autor(en): **Rinck, T.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **75 (1984)**

Heft 4

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-904361>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Regelanlagen für bivalente Wärmepumpenanlagen

T. Rinck

Die Regelung einer bivalenten Wärmepumpenheizungsanlage muss folgende Forderungen erfüllen:

- Zeitweiser Parallelbetrieb mit dem zweiten Wärmeerzeuger, damit eine möglichst klein dimensionierte Wärmepumpe mit geringen Investitionskosten optimal ausgenutzt werden kann.
- Die Modultechnik - mehrere kleine Wärmepumpen - ermöglicht grosse Stückzahlen und eine optimale Anpassung an den geforderten Wärmebedarf.
- Vereinfachung der Regelanlage, um die Bedienungs- und Betriebssicherheit der Anlage zu erhöhen.

Werden diese Forderungen erfüllt, so kann eine Wärmepumpe, die lediglich auf 50% des max. Gebäudewärmebedarfes ausgelegt ist, etwa 85% der Jahresheizarbeit übernehmen (bezogen auf den Raum Essen, BRD).

La régulation d'une installation de chauffage biénergie à pompe à chaleur doit satisfaire aux conditions suivantes:

- Fonctionnement intermittent en parallèle avec le second générateur de chaleur, afin de permettre l'utilisation optimale d'une pompe à chaleur de petite capacité et de faibles coûts d'investissement.
- La technique modulaire - plusieurs petites pompes à chaleur - permet de grandes séries et une adaptation optimale aux besoins thermiques.
- Simplification du système de régulation en vue d'accroître la sécurité d'emploi et de service de l'installation.

Lorsque ces conditions sont satisfaites, la pompe à chaleur, dimensionnée simplement pour 50% des besoins thermiques max. du bâtiment, fournit 85% environ de l'énergie annuelle de chauffage (dans la région de Essen, RFA).

Adresse des Auteurs

Thomas Rinck, Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk, Abt. Anwendungstechnik, Postfach 103165, D-4300 Essen 1

1. Einleitung

Die Wärmepumpe als Heizaggregat in Ergänzung zu einem bestehenden oder zu errichtenden Heizkessel hat sich in den vergangenen Jahren auf dem deutschen und internationalen Markt immer mehr durchgesetzt. Allein in Deutschland sind zurzeit etwa 70 000 dieser Anlagen hauptsächlich in Ein- und Zweifamilienhäusern - aber auch in grösseren Gebäuden - zur vollen Zufriedenheit der Benutzer in Betrieb.

Die Wärmequelle Luft wird am häufigsten verwendet, da nur sie - im Gegensatz zu Grundwasser und Erdreich - überall und uneingeschränkt zur Verfügung steht.

Die bivalente Anlagenkonzeption - eine Wärmepumpe in Verbindung mit einem zweiten unabhängigen, brennstoffbefeueren Wärmeerzeuger - wird in überwiegendem Masse eingesetzt, da so trotz der begrenzten Vorlauftemperatur der Wärmepumpe von etwa +55°C nahezu jedes Wärmeverteilungssystem mit der Wärmepumpe kombiniert werden kann. Darüber hinaus ergeben sich für den Energieversorger durch die bivalente Betriebsweise besondere Vorteile, die einen günstigen Strompreis ermöglichen.

Die monovalente Betriebsweise - die Wärmepumpe versorgt als alleiniger Wärmelieferant das Gebäude ganzjährig mit Wärme - ist und wird auch in Zukunft nur auf wenige Anwendungsgebiete beschränkt bleiben, da für sie ein Niedertemperaturheizsystem in Verbindung mit einer ganzjährig günstigen Wärmequellentemperatur Voraussetzung ist. Für den Energielieferanten ergibt sich das Problem, dass auch an den laststarken Tagen im Winter Strom geliefert werden muss, was zwangsläufig zu einer Verstärkung in der Stromerzeugung und Stromfortleitung führt. Der sich daraus ergebende Strompreis wäre auch bei Einsatz einer Wärmepumpe für den Heizbetrieb nicht mehr konkurrenzfähig.

Für die Regelung einer bivalenten Heizungsanlage ergeben sich folgende Forderungen, die über die üblichen heizungstechnischen Regelaufgaben hinausgehen:

- Regelung der Vor- oder Rücklauftemperatur in Abhängigkeit von der Aussentemperatur bei Betrieb der Wärmepumpe bzw. des zweiten Wärmeerzeugers.
- Bivalenzregelung: Um- oder Zuschaltung des zweiten Wärmeerzeugers in Abhängigkeit von der geforderten Heizleistung bzw. nach elektrizitätswirtschaftlichen Gesichtspunkten.
- Dynamische Veränderung der Vorlauftemperatur bei Betrieb der Wärmepumpe.
- Vereinfachung der Regelanlage.

Die drei letzten Punkte sollen nachfolgend näher erläutert werden, da die Erfahrung der letzten Jahre gezeigt hat, dass besonders hier noch eine Reihe von Verbesserungsmöglichkeiten besteht.

2. Bivalenzregelung

Bei bivalent-alternativ betriebenen Heizungsanlagen ist die Wärmepumpe meist auf etwa 50% des maximalen Gebäudewärmebedarfes dimensioniert (Fig. 1). Die Wärmepumpe ist so lange in Betrieb, wie sie in der Lage ist, den geforderten Wärmebedarf allein zu

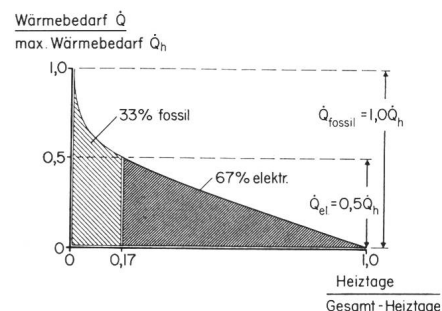


Fig. 1 Bivalente Wärmebedarfsdeckung im Alternativbetrieb (Jahresdauerlinie für Raum Essen)

decken. Zu der Klimazone I ($t_{a \min} -12^\circ\text{C}$) entspricht dies etwa einer Aussentemperatur von $+1,5^\circ\text{C}$. Wird diese Temperatur unterschritten, so wird die Wärmepumpe abgeschaltet, und der zweite Wärmeerzeuger übernimmt an den wenigen restlichen kalten Tagen im Jahr die Deckung des Wärmebedarfes. Mit dieser Betriebsweise ist es möglich, etwa 67% der Jahresheizarbeit mit der Wärmepumpe zu decken. Die restlichen 33% der Jahresheizarbeit werden vom Heizkessel übernommen.

Das nachgeschaltete Wärmeverteilungssystem braucht in der Regel nicht verändert zu werden, da bei dieser Umschalttemperatur Vorlauftemperaturen von 45 bis 55°C ausreichend sind. Um darüber hinaus mit einer gleich gross dimensionierten Wärmepumpe einen noch grösseren Anteil der Jahresheizarbeit übernehmen zu können, sollte es möglich sein, die Wärmepumpe zeitweise mit dem zweiten Wärmeerzeuger gemeinsam arbeiten zu lassen – also teilweise parallel.

Diese bivalent-teilparallele Betriebsweise – oder auch Mischbetrieb – unterscheidet sich von der bivalent-alternativen Betriebsweise insofern, als ab einer bestimmten Aussentemperatur der zweite Wärmeerzeuger unterstützend zugeschaltet wird, so dass beide zeitlich parallel arbeiten (Fig. 2).

Die Wärmepumpe kann dann so lange in Betrieb bleiben, bis

- die Rücklauftemperatur des Wärmeverteilungssystems den Wert von etwa $+50^\circ\text{C}$ nicht überschritten hat
- die Stromzufuhr durch das Energieversorgungssystem aufgrund begrenzter Kapazitäten noch nicht unterbrochen ist.

In der Praxis sieht diese Betriebsweise so aus, dass ab einer Aussentemperatur, bei der die Wärmepumpe nicht mehr in der Lage ist, den Wärmebedarf allein zu decken, der Ergän-

zungswärmeerzeuger unterstützend zur Deckung der fehlenden Heizleistung hinzugeschaltet wird. Die Wärmepumpe arbeitet dann parallel mit dem Ergänzungswärmeerzeuger so lange, wie die Rücklauftemperatur des Wärmeverteilungssystems etwa $+50^\circ\text{C}$ nicht überschreitet.

Bei bestehenden Heizungsanlagen mit grosszügig dimensionierten Radiatoren wird erfahrungsgemäss diese Rücklauftemperatur erst bei einer Aussentemperatur von etwa -2 bis -5°C erreicht. Bei Niedertemperaturheizungen (Fussbodenheizung, Gebläsekonvektoren) wird diese Rücklauftemperatur erst bei noch niedrigeren Aussentemperaturen erreicht. Dadurch wird die Wärmepumpe so lange wie möglich und der Heizkessel so kurz wie nötig betrieben.

Diese gemischte Betriebsweise ist nur dann möglich, wenn die Stromversorgung aufgrund der Netzbelastung vom Elektrizitätsversorgungsunternehmen noch nicht unterbrochen ist.

Der Anteil der Wärmepumpe an der Jahresheizarbeit kann durch diese Betriebsweise auf etwa 85% (Klimazone I) angehoben werden. Die restlichen 15% werden vom zweiten Wärmeerzeuger erbracht.

Mit dieser Betriebsweise sind Vorteile verbunden, die das Gesamtergebnis der Anlage günstig beeinflussen:

- Es ist möglich, mit einer möglichst kleinen Wärmepumpenleistung, d.h. geringer Investition, einen sehr grossen Anteil an der Jahresheizarbeit zu übernehmen.

Eine bewusst grösser dimensionierte Wärmepumpe in bivalent-alternativer Betriebsweise, die etwa 70% des maximalen Gebäudewärmebedarfes abdeckt, kommt zwar auf den gleichen Anteil an der Jahresheizarbeit, erfordert aber eine wesentlich höhere Investition, die das wirtschaftliche Ergebnis sehr ungünstig beeinflusst. Darüber hinaus steigt der elektrische Leistungsbedarf pro Wärmepumpe, so dass insgesamt gesehen weniger Anlagen bei gleichem Leistungsbedarf versorgt werden können.

- Der für die Wärmepumpe erforderliche Heizwasserdurchfluss ist bei einer kleineren Anlage sehr einfach auf das Wärmeverteilungssystem abzustimmen. Bei einer gross dimensionierten Wärmepumpe, die im Alternativbetrieb bis zu einer Aussentemperatur von etwa -4°C den Wärmebedarf allein decken kann, liegt der notwendige Heiz-

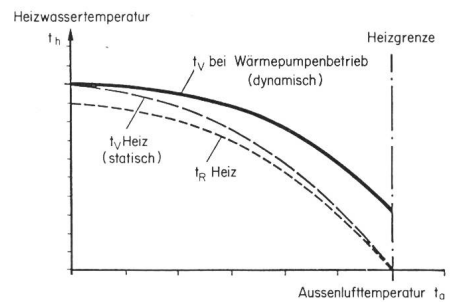


Fig. 3 Temperaturverlauf des Heizwassers in Abhängigkeit von der Aussentemperatur bei Wärmepumpenbetrieb

wasserdurchfluss häufig über dem für das Wärmeverteilungssystem maximal zulässigen Durchfluss. Dies würde eine zusätzliche Entkoppelung der Wärmepumpe vom Wärmeverteilungssystem mittels eines Speichers erfordern, der wiederum zusätzliche Investitionen und einen gewissen Energiemehrverbrauch verursacht.

3. Dynamische Temperaturveränderung

Für die Übertragung der Wärmepumpenheizleistung an das Wärmeverteilungssystem sind die Grössen

- durchströmende Wassermenge und
- Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf

von besonderer Bedeutung.

Während des normalen Heizbetriebes bleibt die durchströmende Wassermenge konstant, wohingegen sich die Temperaturdifferenz in Abhängigkeit von der Wärmequellentemperatur und in Abhängigkeit von der geforderten Heizleistung verändert.

Figur 3 zeigt den Verlauf der Vor- und Rücklauftemperatur einer üblichen Heizungsanlage über der Aussentemperatur. Im Auslegungspunkt der Wärmepumpe ist die von der Wärmepumpe erzeugte Vorlauftemperatur identisch mit der vom System geforderten Vorlauftemperatur. Mit fallendem Wärmebedarf und damit sinkender Vorlauftemperatur steigt die Heizleistung der Wärmepumpe aus physikalischen Gründen an. Da jedoch die durch das System strömende Wassermenge konstant bleibt, steigt in diesem Betriebszustand die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf der Wärmepumpe an. Dadurch ergibt sich für die jeweiligen Betriebsphasen der Wärmepumpe eine neue Vorlauftemperaturkennlinie, die über der eigentlich notwendigen Kennlinie der Anlage liegt. Diese neue Kennlinie muss

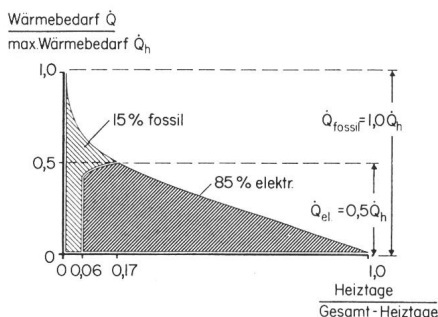


Fig. 2 Bivalente Wärmebedarfsdeckung im Mischbetrieb (Jahresdauerlinie für Raum Essen)

Jahresarbeitszahl
Wärmepumpe

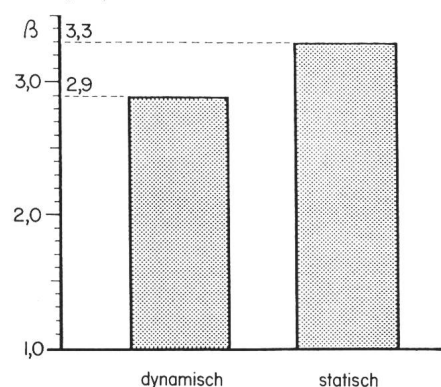


Fig. 4 Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe mit Berücksichtigung der statischen und dynamischen Temperaturveränderung

zur Ermittlung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe herangezogen werden, da nur sie die wahren Betriebszustände der Wärmepumpe während einer Heizperiode widerspiegelt. Wie gross dieser Einfluss sein kann, zeigt Figur 4.

Mit den Leistungsdaten einer optimierten Wärmepumpe wurde die Jahresarbeitszahl anhand der üblichen Vorlauftemperaturkennlinie einer Heizungsanlage «statisch» berechnet. Unter diesen Umständen wäre eine Jahresarbeitszahl von 3,3 erreichbar. Wird jedoch die dynamische Veränderung der Vorlauftemperatur beim Betrieb der Wärmepumpe berücksichtigt, werden also die tatsächlichen Betriebszustände erfasst, so fällt die Jahresarbeitszahl auf 2,9 ab, d.h. um 12%.

Dieser negative Einfluss, der rechnerisch recht gering erscheint, wird im praktischen Heizbetrieb durch verschiedene Benutzergewohnheiten noch verstärkt. Bedingt durch das gestiegene Energiebewusstsein werden in den sogenannten Übergangsmonaten (April/Mai, September/Oktober) einzelne Heizflächen abgesperrt, zumal die inneren und äusseren Wärmegevinne meist ausreichen, um die Räume auf einer abgesenkten Temperatur zu halten. Durch diese «künstliche» Reduzierung des Wärmebedarfes bzw. der durchströmenden Wassermenge wird der Effekt des dynamischen Temperaturanstieges verstärkt, so dass die Wärmepumpe in diesen Zeiten mit höheren Vorlauftemperaturen als eigentlich notwendig betrieben wird.

Um diesen Einfluss in Grenzen zu halten, ist es günstiger, die Wärmepumpe nicht zu gross zu dimensionieren und stets für eine ausreichende durchströmende Wassermenge zu sorgen.

4. Regelung der Heizleistung

Die Regelung der Wärmepumpenheizleistung in Abhängigkeit von der Aussentemperatur erfolgt meist durch Ein- und Ausschalten der Wärmepumpe. Dieses Verfahren hat sich in der Vergangenheit sehr bewährt, und es wird auch in Zukunft eine der gebräuchlichsten Regelungsarten bleiben.

Verdichterschäden, verursacht durch zu häufiges Takten, sind bislang nicht bekannt geworden, da die normale Radiatorheizungsanlage über so grosse Trägheiten verfügt, dass durchschnittlich nur 3–4 Schaltungen pro Stunde erfolgen.

Um eine weitergehende Anpassung der Wärmepumpenheizleistung an den Wärmebedarf vornehmen zu können, ist in den letzten Jahren der Begriff der Leistungsregelung auch für Wärmepumpenanlagen im Einfamilienhausbereich ins Gespräch gekommen. Man verspricht sich durch diese Massnahme eine deutliche Verbesserung der Jahresarbeitszahl.

Für die technische Umsetzung gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Ventilabhebung innerhalb des Verdichters; nur möglich bei offenen und halbhermetischen Verdichtern.
- Polumschaltbare Antriebsmotoren für offene und halbhermetische Verdichter. Bislang nur üblich bei offenen Verdichtern, da der vergrösserte Antriebsmotor in keine Seriengehäuse passt.
- Elektronische Drehzahlregelung; nur in Versuchsobjekten bekannt, da neben den technischen Problemen (Wirkungsgrad) die Kostenfrage noch nicht geklärt ist.
- Modultechnik; mehrere für sich getrennte Wärmepumpen, die wasserseitig parallel geschaltet werden und in Abhängigkeit von der geforderten Heizleistung geschaltet werden.
- Zwei Verdichter innerhalb eines Wärmepumpenkreislaufes, die in Abhängigkeit von der geforderten Heizleistung geschaltet werden.

Die ersten drei Möglichkeiten werden auch in Zukunft nur einen begrenzten Anwendungsbereich erlangen, da die damit verbundenen Nachteile wie Wirkungsgradeinbussen und Kosten für diesen Anwendungsfall zu erheblich sind.

Im Gegensatz dazu bietet die Modultechnik für den Hersteller und für den Benutzer Vorteile:

- Für den Wärmepumpen-Hersteller ist es möglich, die Typenvielfalt seines Programmes deutlich zu straffen, um damit pro Gerät wesentlich grössere Stückzahlen herstellen zu können. Gleichzeitig verbessert sich dadurch das Lagerhaltungs- und Kundendienstproblem deutlich. Der Nachteil, dass die spezifischen Kosten pro kW-Heizleistung höher sind als bei grösseren Leistungseinheiten, kann damit aufgehoben werden.
- Für den Heizungsbauer ist es einfacher, die erforderliche Wärmepumpenheizleistung dem Gebäudewärmebedarf anzupassen, indem ein oder mehrere Geräte gemeinsam eingesetzt werden.
- Der nachteilige Effekt der dynamischen Temperaturerhöhung bei ansteigender Aussentemperatur kann grösstenteils vermieden werden, da die Wärmepumpenheizleistung gleichzeitig reduziert werden kann. Die erreichbare Jahresarbeitszahl bleibt günstig.

Bei dieser Technik muss jedoch der Leistungsanteil der Hilfsantriebe – Ventilatoren, Pumpen usw. – bei reduzierter Wärmepumpenheizleistung ebenfalls reduziert werden, sofern dies technisch und wirtschaftlich vertretbar ist. In ungünstigen Fällen kann andernfalls der Anteil der Hilfsantriebe in den sog. Übergangsmonaten mit reduziertem Wärmebedarf bis auf 35% der Gesamtanschlussleistung ansteigen und die Vorteile der Leistungsanpassung auf die Jahresarbeitszahl mehr als aufzehren!

5. Vereinfachung der Regelanlage

Die technische Entwicklung der vergangenen Jahre, besonders auf dem Gebiet der Elektronik, hat eine Vielzahl von Verbesserungen und neuen Möglichkeiten hervorgebracht. Dies ist natürlich seitens der Hersteller von Regelgeräten genutzt worden, da sinnvolle Technik zur Verbesserung des Nutzungsgrades, vor allem in Heizungs- und Klimaanlage, besonders hilfreich ist.

Mittlerweile werden für Heizungsanlagen programmierbare, vollelektronische Regelgeräte angeboten, die alle nur erdenklichen Möglichkeiten der individuellen Bedienung bieten. Neben den normalen Regelaufgaben, wie Veränderung der Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von der Aussen-

temperatur, können zusätzlich spezielle Heizprogramme für Tages-, Monats- oder gar Jahresbetrieb vorge wählt werden. Natürlich ist es auch möglich, im Heizkeller die Tageszeit und das Datum von der Heizungsregelung zu erfahren. Inwieweit diese Vollständigkeit wirklich notwendig ist bzw. vom Benutzer der Anlage akzeptiert werden kann, soll dahingestellt bleiben.

Durch die Kombination der Heizungsanlage mit einer Wärmepumpe kommen neben der eigentlichen Regelaufgabe und der bivalenten Umschaltung noch weitere wärmepumpeninterne Aufgaben wie Begrenzung der Schalzhäufigkeit, Abtauung und Drucküberwachung hinzu, die für den sicheren Betrieb notwendig sind.

Wegen der günstigen Bedingungen, die sich durch die modernen elektronischen Bausteine ergeben, besteht die Gefahr, dass die Vielfältigkeit der Regelanlage, auch unter Berücksichtigung des fortwährend grösser werdenden Erfahrungsschatzes, immer mehr ausgebaut wird. Dies kann soweit führen, dass die dann insgesamt gestellten Aufgaben nur noch durch einen sogenannten Mikroprozessor bewältigt werden können.

Es sei an dieser Stelle davor gewarnt, diesen Weg so konsequent zu verfolgen, denn die Güte einer Regelanlage wird letztendlich nicht durch ihre Anzahl unterschiedlicher Programme bestimmt, sondern vielmehr durch einfache Bedienbarkeit und gute Zugänglichkeit für den Heizungsbauer im Störfall und vor allem durch hohe Betriebssicherheit.

Was nützt eine Regelung, mit der nahezu alle Möglichkeiten eines optimierten Heizbetriebes genutzt werden können, wenn dies aber nicht erfolgt, weil der Benutzer die Komplexität der Anlage nicht überblicken kann, zumal seine Heizgewohnheiten einen weit grösseren Einfluss auf den Energieverbrauch seiner Heizung haben als eine Regelanlage?

Die Regelanlage gehört wie die Heizung selbst zur Grundausstattung

eines jeden Gebäudes. Die Erwartungen, die an sie gestellt werden, sind deshalb von grundsätzlicher, fundamentaler Art und unterliegen nicht – wie beispielsweise in der Unterhaltungselektronik – dem heutigen Trend nach möglichst kompletter und sichtbarer Technik.

Auch der Heizungsbauer wird manches Mal vor Verständnisprobleme gestellt, wenn er zu einer Anlage gerufen wird, deren Regelanlage nicht mehr richtig funktioniert. Häufig bleibt ihm nichts anderes übrig, als den Fachmann für die Elektronik zu rufen, da die einzelnen Abläufe im Gerät einfach nicht mehr nachvollziehbar sind.

Einerseits gibt es bereits mit der klassischen, im Prinzip recht einfachen Heizungstechnik Probleme beim Einbau der Wärmepumpe. Andererseits wird vom selben Heizungsbauer erwartet, dass er mit einer Regelanlage zurechtkommt, die er kaum verstehen kann und die von ihm nicht beeinflusst werden kann. Es sollte deshalb darauf hingewirkt werden, diese Geräte nur so kompliziert wie nötig, aber so einfach wie möglich zu gestalten.

Es müsste zu jedem Zeitpunkt die Möglichkeit bestehen, den einen oder anderen Wärmeerzeuger von Hand in Betrieb zu nehmen, um im Störfall ohne fremde Hilfe eine Grundbeheizung des Gebäudes vorzunehmen, vor allem weil dieser Fall erfahrungsgemäss immer dann eintritt, wenn keine fremde Hilfe erreichbar ist.

6. Zusammenfassung

Umfragen bei Betreibern von Wärmepumpenanlagen haben in der Bundesrepublik ergeben, dass etwa 80 bis 90% aller Befragten mit ihrer Kaufentscheidung zufrieden sind und dass die Erwartungen hinsichtlich der Energiekosten erfüllt worden sind.

Dies macht deutlich, dass die Wärmepumpe als Heizgerät bereits nach einer recht kurzen Einführungszeit von etwa sechs Jahren vom Endverbraucher akzeptiert worden ist, und

zwar unabhängig davon, dass es in den Anfangsjahren die üblichen Startprobleme gegeben hat.

Heute wird eine im hohen Masse ausgereifte Wärmepumpentechnik angeboten, die einen sicheren und wirtschaftlichen Heizbetrieb gewährleistet.

In Verbindung mit einer nach den neuesten Erkenntnissen abgestimmten Regelanlage liesse sich dieses Ergebnis noch verbessern, so dass bei einer gewissen Reduzierung der Investitionskosten eine weitere Verbesserung der Wirtschaftlichkeit möglich ist.

- Die Regelanlage sollte einen zeitweiligen Parallelbetrieb von Wärmepumpe und zweitem Wärmeerzeuger ermöglichen, um eine knapp dimensionierte Wärmepumpe mit günstigen Investitionskosten optimal ausnutzen zu können. Lange Laufzeiten schaden nicht!
- Bei Anwendung der Modultechnik kann mit einer begrenzten Typenanzahl durch Kombination einzelner Wärmepumpen eine optimale Anpassung der Wärmepumpenheizleistung an den Gebäudewärmebedarf vorgenommen werden. Damit ist gleichzeitig eine Leistungsabstufung der Heizleistung bei fallendem Wärmebedarf möglich.
- Die Regelanlage sollte durch Beschränkung auf die notwendigsten Funktionen vereinfacht werden, damit Überschaubarkeit und Betriebssicherheit gewährleistet sind.

Die Voraussetzungen für zusätzliche Kostenreduzierungen für die Errichtung und für eine Verbesserung des Betriebsergebnisses der Wärmepumpenanlage sind gegeben. So sollte die Wärmepumpe in den kommenden Jahren noch schneller als bisher ihren Marktanteil vergrössern.

Literatur

- [1] T. Rinck: Betriebsverhalten und Betriebsergebnisse von bivalenten Wärmepumpen, Vortrag zum Seminar des BSHK, März 1982.