

Dezentral – maßgeschneidert – nutzungsflexibel

Gebäudeklimatisierung mit VRF-Multisplittechnik

Der Wert einer Immobilie hängt immer stärker von der Eigenschaft ab, flexibel auf neue Nutzungsbedingungen reagieren zu können. Wesentlicher Faktor dafür ist ein leicht anpassungsfähiges Klimasystem. Der Beitrag zeigt auf, welche Rolle Multisplitsysteme mit variablem Kältestrom dabei haben können.

Zeitgemäße RLТ-Anlagenkonzepte müssen sich optimal auf die vielfältigen Anforderungen moderner Büro- und Geschäftsgebäude, Hotels usw. wie Nutzungsänderungen, Miet- und Mieterwechsel, Gebäudemanagement, Einzelraumregelung etc. anpassen lassen. Hierbei ist künftig insbesondere der Nutzbarkeit bzw. Variabilität eines Gebäudes, einzelner Bereiche oder Räume ein wesentlich höherer Stellenwert beizumessen. Das bedeutet, die Funktionssicherheit der Flächen möglichst uneingeschränkt zu gewährleisten. Der Begriff Nutzbarkeit muss deshalb weiter gefasst werden und neben den zu gewährleistenden Hygiene- und Behaglichkeitskriterien auch die Vielfalt der technischen und technologischen Randbedingungen stärker berücksichtigen. Beide Aspekte unterliegen fortschreitenden kurzfristigen und langfristigen Änderungen. Diese können beispielsweise begründet sein in den

Warum heißt es eigentlich VRF und VRV-Systeme?

VRF steht für Variable Refrigerant Flow, also: variabler Kältemittelstrom oder fabriksbezogen auch VRV Variable Refrigerant Volume, variables Kältemittelvolumen. Bei diesen Systemen wird der Kältemittelstrom im Verdichter abhängig von der angeforderten Leistung variabel geregelt. Damit wird eine effiziente Leistungsregelung ermöglicht.

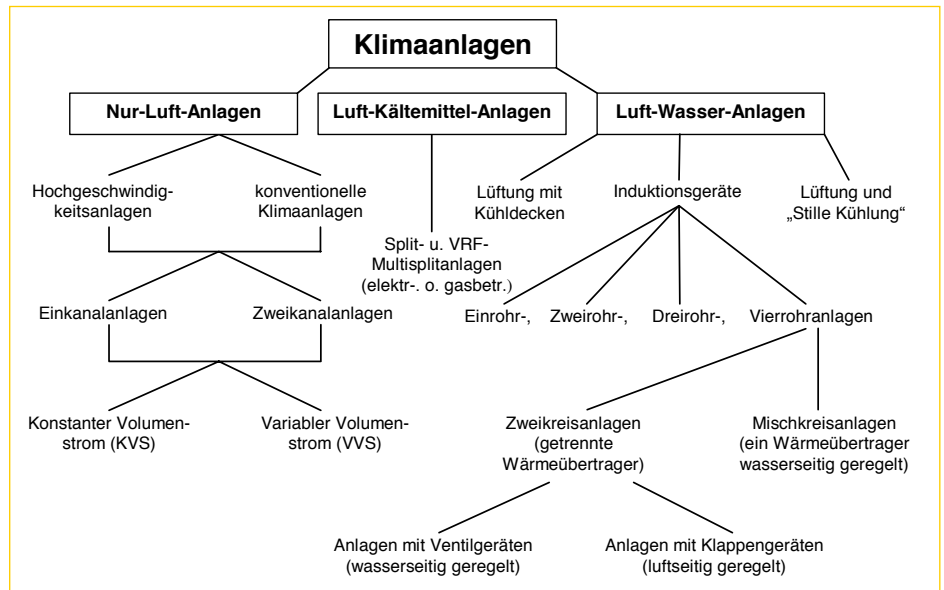


Bild 1 Einteilung der RLТ-Anlagen gemäß dem Taschenbuch Recknagel-Sprenger-Schramek [3]

sich verändernden Nutzungsbedingungen eines Gebäudes und in einem Gebäude (während der gesamten Lebensdauer) und den daraus resultierenden klimatechnischen Forderungen,

- in den veränderlichen sommerlichen Außenklimabedingungen,
- in den veränderlichen Ansprüchen der Nutzer hinsichtlich der thermischen, hygienischen, visuellen und akustischen Behaglichkeit, wobei
- fehlende, unzureichende oder mangelhafte Informationen im Planungsprozess zwischen Auftraggeber, Planer, Architekt und Nutzer einzukalkulieren sind.

Ein Klimasystem, das auf diese realen Praxisbedingungen sehr gut ausgerichtet werden kann, ist die VRF-Multisplittechnik (Variable Refrigerant Flow, variabler Kältemittelstrom):

- Es erlaubt dem Architekten eine weitgehende harmonische Eingliederung der Anlagenkomponenten in die Gebäudegestaltung.
- Es ist für den Planer ein sehr gutes RLТ-System unter raumlufttechnischen Aspekten, beispielsweise zur Gewährleistung thermischer Behaglichkeitsanforderungen, um

auf veränderliche Nutzungsbedingungen in unterschiedlichen Räumen eines Gebäudes eingehen zu können.

- Es bietet einem Vermieter die Möglichkeit, Räume variabel vermieten zu können.

Universelles System zum Heizen und Kühlen

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Pfeiffenberger, Vorsitzender des Fachinstituts Gebäude-Klima e. V. äußerte sich in einem Statement zur Bedeutung von VRF-Systemen für die Klimatisierung wie folgt: „Der Platzbedarf der Systeme ist der geringste von allen vergleichbaren Klimatisierungssystemen, sogar noch geringer als der Platzbedarf bei Luft-Wasser-Systemen. VRF-Multisplitanlagen lassen sich leicht nachrüsten. Sie weisen eine hohe Leistungsdichte auf, so dass Aufheizungen und Abkühlungen in kurzer Zeit möglich sind.“

Die Systeme gestatten eine interne Wärmeverschiebung im Gebäude. Ein Teil der angeschlossenen dezentralen Inneneinheiten kann zum Heizen, ein anderer Teil gleichzeitig zum Kühlen verwendet werden. Die Außeneinheit verknüpft hierbei die Energieströme und führt

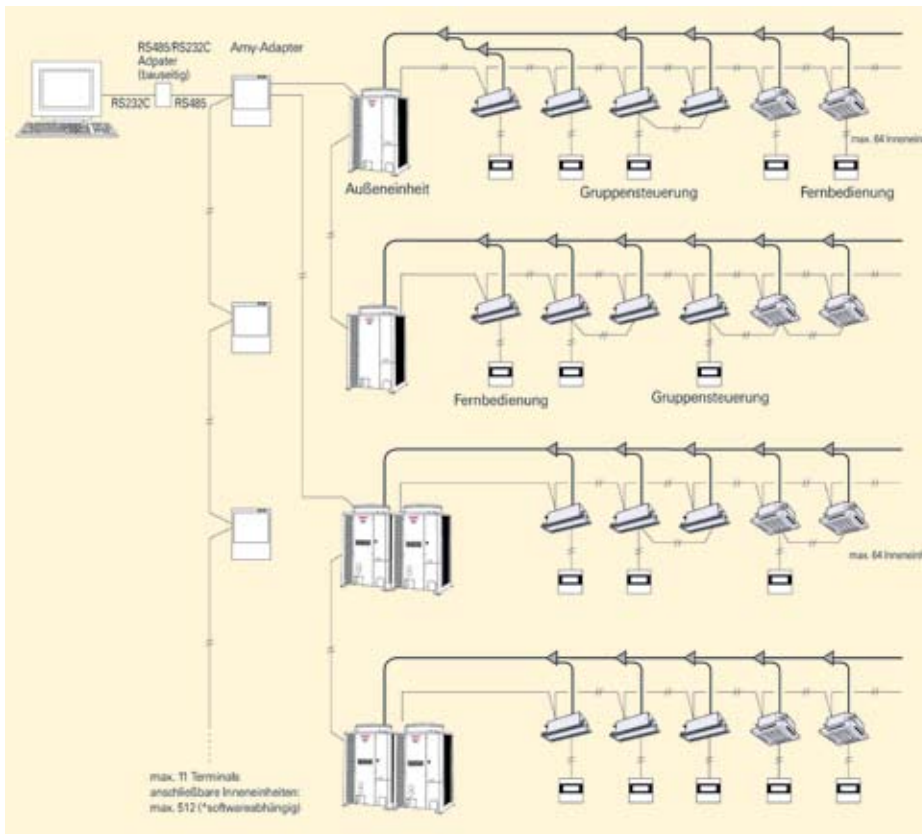


Bild 2 Regelungstechnische Kopplung mehrerer Kältekreise zu einem VRF-System großer Leistung

dem System nur die zum Antrieb notwendige Energie zu. Die Entfeuchtungsfunktion als wesentliches Qualitätsmerkmal einer Klimaanlage im Sommer ist beinhaltet; auch Befeuchtungseinrichtungen lassen sich leicht nachrüsten. Die individuelle Bedienbarkeit bzw. Beeinflussbarkeit durch Fernsteuerung vom Arbeitsplatz aus schafft Komfort für den Nutzer. Es dürfte wohl die leichte individuelle Einstellbarkeit sein, die die extrem hohen Zufriedenheitsraten der Systembenutzer verursacht. Die zunehmende Verwendung des Kältemittels R410A verkleinert die Apparate und den Energieverbrauch nochmals.“

Mehr als eine Alternative

Die „dezentrale“ VRF-Technik, die als erste bereits Anfang der 90er Jahre Akzente in Sachen dezentraler Klimatisierung in Deutschland gesetzt hat (außenwandnahe, dezentrale Luft-Wasser-Systeme kamen erst später auf), ist eine in den letzten Jahren immer mehr bei Sanierungen, Umnutzungen und auch bei Neubauten zur Anwendung kommende, technisch anspruchsvolle Lösung. Sie ist gleichwertig zu den zentralen und anderen dezentralen raumluftechnischen Anlagenlösungen zu sehen. Jedes RLT-System hat unter entsprechender Berücksichtigung der

Lüftung & Klima

jeweiligen Randbedingungen und ökonomischen Aspekte wie Investitionskosten oder/und Betriebskosten seine Einsatzberechtigung und kann dann auch energetisch und ökonomisch günstig betrieben werden ([1] und [2]). Deswegen ist es sehr zu begrüßen, dass im neuesten Recknagel-Sprenger-Schramek [3] die Klassifikation der RLT-Anlagen um die Kategorie „Luft-Kältemittel-Anlagen“ ergänzt wurde (Bild 1). Mit dieser Darstellung kann der Planer eine Einordnung der unterschiedlichen Systeme der „Klimatisierung“ vornehmen.

Effiziente Technik

Mit der VRF-Technik ist es gelungen, analog zur Massenstromregelung bei der Heizung und der Volumenstromregelung in der Lüftung, den Massenstrom des Kältemittels an die jeweiligen Heiz- bzw. Kühllasten energetisch effizient anzupassen. Mit einem Kältekreis können so beispielsweise bis zu 135 kW Kühl- bzw. 150 kW Heizleistung bereitgestellt werden und damit bis zu 42 Räume einzeln regelbar individuell klimatisiert werden. Bei Anforderung größerer Leistungen werden mehrere Kältekreise über BUS-Systeme regelungstechnisch zu einer Gesamt-Versorgungseinheit zusammengeschaltet (Bild 2). Gesamtleistungen von mehr als 500 kW sind gegenwärtig kein Problem und sowohl international als auch in Deutschland erfolgreich realisiert worden. Das Bild 3 zeigt bei-

spielhaft die Einsatzbreite der VRF-Anlagen in unterschiedlichen Gebäudetypen und von kleinen bis zu sehr großen Heiz- und Kühlleistungen.

Trotz solch großer möglicher Gesamtleistungen bleibt das VRF-Klimasystem aufgrund seiner dezentralen Struktur äußerst flexibel und reaktionsschnell. Es erscheint als kaum zutreffend, wenn der Unterschied zwischen (dezentralen) Luft-Kältemittel-Anlagen einerseits und Luft-Wasser-Anlagen oder anderen andererseits anhand der Anlagengröße bzw. Anlagenkapazität bewertet wird. Wie eingangs ausgeführt, sollte vielmehr die Nutzbarkeit eines Gebäudes die Art der zu planenden bzw. zu realisierenden RLT-Anlage bestimmen.

Bewährte Konzepte

Es hat sich in den vergangenen Jahren gezeigt und wird auch fachlich positiv eingeschätzt, dass mit dezentralen Luft-Kältemittel-Anlagen anspruchsvolle „große Lösungen“ zur Zufriedenheit der Nutzer und Betreiber realisiert werden können. Die zu beobachtende gegenwärtige Unsicherheit mancher Planer, zum Teil hervorgerufen durch unterschiedlich in ihren Aussagen und Ergebnissen zu bewertende Fachpublikationen, kann nur durch eine fundierte Vorstellung des Systems ausgeräumt werden [5]. Der „einfache“ Aufwandsaufbau der VRF-Technik darf allerdings nicht dazu verleiten, an der Planungsqualität zu

sparen. Hier sind eindeutig Fachkenntnisse erforderlich. Beispielsweise beim Einsatz der Inneneinheiten sind sowohl im Decken- als auch Wandbereich die gleichen Planungskriterien hinsichtlich der Raumströmung und der Anordnung der Zuluftdurchlässe im Heiz- und Kühlfall wie bei allen anderen RLT-Anlagen zu beachten. Zwar ist die Koordination der Ver- und Entsorgungsleitungen mit den anderen Gewerken im Allgemeinen einfach, im zu klimatisierenden Raum überwindet aber auch die VRF-Technik die physikalischen Gesetzmäßigkeiten nicht. Beispielsweise führten Beleuchtungskörper in Form von Versperrungen im Deckenbereich fast zwangsläufig zu unbehaglichen Zugserscheinungen (Bild 4).

Systemvorteile auf einen Blick

Die folgende thesenhafte Beschreibung der dezentralen Klimatisierung mittels Luft-Kältemittel-Anlagen soll als Anregung zur Beschäftigung mit diesem System dienen und auf markante Vorteile aufmerksam machen.

- Die Heiz- und Kühllasten werden direkt (über umweltfreundliche, ungiftige und nichtbrennbare Kältemittel, Ozonschädigungspotenzial ODP=0) durch im zu klimatisierenden Raum installierte lufttechnische Geräte (Inneneinheiten) abgeführt.
- Sowohl die Lastabführung als auch die Heiz- und Kühlenergiebereitstellung sind de-

Hochschule für Technik und Wirtschaft, Dresden

Nachrüstung eines VRF-Multisplitsystems, bestehend aus zwei Außeneinheiten (Dachaufstellung) und sechs Inneneinheiten als Unterdeckengeräte, 35 kW Heizleistung (bei -15°C), 45 kW Kühlleistung, klimatisierte Fläche ca. 120 m², Rechner- und Seminarräume und Kühlung von zwei Aufzugsmaschinenräumen



Umwelt-Forschungszentrum, Leipzig

Nachrüstung eines VRF-Multisplitsystems, bestehend aus zwei Außeneinheiten (Innenaufstellung) und neun Inneneinheiten als Hinterwand- und Deckenkassettengeräte, 35 kW Heizleistung (bei -15°C), 45 kW Kühlleistung, klimatisierte Fläche ca. 650 m², Büro- und Tagungsräume



Geschäfts- und Einkaufszentrum Mittelstandsmeile, Chemnitz

VRF-Multisplitsystem in einem Neubau, mit 40 Außeneinheiten (Dachaufstellung), 271 Inneneinheiten als Zwischendecken-, Unterdecken-, Deckenkassetten- und Wärmerückgewinnungsgeräte einschließlich Transport von 45 800 m³/h Außenluft, 748 kW Heizleistung (bei -15°C), 1133 kW Kühlleistung einschließlich Außenluftaufbereitung, klimatisierte Fläche: 11 000 m², Büros, Läden und Gaststätten



Bild 3 Nachrüstung und Neubau von VRF-Systemen in unterschiedlichen Gebäudetypen



Bild 4 Einsatz von Unterdeckengeräten in einem Seminarraum (links die falsche und rechts die richtige Anordnung)

zentral strukturiert. Die durchgängige dezentrale Bauweise garantiert Flexibilität bei der Umnutzung der klimatisierten Flächen.

- Eine Anlage deckt drei thermodynamische Luftbehandlungsfunktionen ab: Heizen, Kühlen, Entfeuchten.
- Die Inneneinheiten können um standardisierte Filter- und Luftbehandlungskonzepte ergänzt werden.
- Die Nutzung der Luft-/Luft-Wärmepumpe als Heizkomponente führt zu einer signifikanten Primärenergieeinsparung und Reduzierung der Schadstoffemissionen.
- Es wird eine hohe Energieeffizienz erreicht, da Energietransport und -übertragung nur mit einem Wärmeträger erfolgen.
- Eine hohe Betriebssicherheit wird durch den modularen Aufbau, optimierte Baugruppen und Komponenten sowie einen spezialisierten Anlagenbau erreicht.
- Der Systemausbau kann im Neubau parallel zum Vermietungsstand erfolgen, ohne bereits installierte Anlagenbestandteile zu beeinflussen.
- Die Anlagen bestehen aus Inneneinheiten (Wärmeübertragereinheiten) und elektrisch oder gasmotorisch angetriebenen Außeneinheiten (Wärmeübertrager/Kompressoreinheiten).
- Eine Außeneinheit kann bis zu 42 Inneneinheiten versorgen.
- Der Energietransport zwischen Innen- und Außeneinheiten erfolgt über Kältemittelleitungen kleinen Durchmessers; große (auf die Kühl- oder Heizlast dimensionierte) Luftkanäle sind nicht erforderlich.
- Es sind Ausführung als 2- und 3-Rohrsysteme (zeitgleiche Bereitstellung von Heiz- und Kühlleistung) mit Gesamtrohrnetzen von 300 bis 780m Länge je Außeneinheit möglich.
- Große Versorgungsleistungen werden durch die regelungstechnische Verknüpfung

einzelner, schnell reagierender Kältekreise bzw. Außeneinheiten einfach realisiert.

- Die dezentrale Anordnung der Außeneinheiten (Bereitstellung der Heiz- und Kühlleistung) führt zur Optimierung und Minimierung der Leitungswege zu den Inneneinheiten.
- Die Außenluft wird entweder dezentral oder zentral aufbereitet und über kleine Luftkanalquerschnitte verteilt.
- Komfortable Bedienungs- und Gebäudeklima-Managementsysteme gehören zum Anlagen-Know-how.
- Die Einzelraumregelung und Energie-Einzelraumabrechnung für jede Inneneinheit sind Standardausrüstung.

VRF-Multisplitsysteme für die Gebäudeklimatisierung gewinnen auch in Deutschland an Bedeutung. Das äußert sich unter anderem in schon zahlreichen ausgeführten Anlagen, aber auch durch die Präsenz in Fachzeitschriften, Fachbüchern und einem gut nachgefragten Schrifttum (beispielsweise [3] bis [10]). Es gibt jedoch auch viel Unkenntnis zu diesem System. Schulungen, Veröffentlichungen wie [4] und [5] und Vorlesungen und Konsultationen bei der Ausbildung von TGA-Ingenieuren und ausführenden Handwerkern, aber auch Architekten und Bauingenieuren, sollten vielfältiger genutzt werden. Begrüßenswert ist, dass im Taschenbuch Recknagel-Sprenger-Schramek eine Eingliederung in die Systematisierung der Klimatisierungssysteme erfolgt ist und somit die Chance gegeben ist, dass dieses System als eine Bereicherung der Lösungen zur Gewährleistung behaglicher Raumklimabedingungen gesehen wird. Dies insbesondere unter den Aspekten der Modernisierung und Variabilität der Nutzung von Räumen und Gebäuden.

Literatur

- [1] Stahl, M.: Bitte kein Kampf um Klima-Systeme. Karlsruhe: Promotor Verlags- und Förderungsgesellschaft, CCI 5/2005
- [2] Albers, K.-J.: Mehr Schaden als Nutzen. Karlsruhe: Promotor Verlags- und Förderungsgesellschaft, CCI 7/2005
- [3] Recknagel-Sprenger-Schramek: Taschenbuch für Heizung+Klimatechnik. 72. Auflage 05/06. München: Oldenbourg Industrieverlag 2005, S. 1093-1110
- [4] Trogisch, Achim: Planungshilfen Lüftungstechnik. 1. Auflage. Heidelberg: C. F. Müller 2003
- [5] Iselt, Peter; Arndt, Ulrich: Die andere Klimatechnik. 2. Auflage. Heidelberg: C. F. Müller 2002
- [6] Zeller, Achim: VRF-Klimasysteme – Ein neues System für die Zukunft? Stuttgart: Gentner Verlag, KK 2-2001
- [7] Däbler, V. und Brauneis, C.: Kühle Banker; Klimatisierung des Verwaltungsgebäudes einer Großbank. Gütersloh: Bauverlag, KKA 3-2005
- [8] Iselt, Peter: Planung von Multi-Splitanlagen. Gütersloh: Bertelsmann Fachzeitschriften, TAB 10-1997
- [9] Baldzun, Uwe; Hetmank, Jens; Kretschmer, Gottfried: Neue Chemnitzer City mit Multisplitsystemen klimatisiert. Gütersloh: Bauverlag, TAB 9/2003
- [10] Arndt, Ulrich: Die komfortable Luftbehandlung und Luftführung mittels VRF-Multisplittechnik. Heidelberg: C. F. Müller, KI 6-2004



Prof. Dr.-Ing. **Achim Trogisch** lehrt an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH) im Fachbereich Maschinenbau/Verfahrenstechnik auf dem Gebiet TGA.

Telefon (03 51) 4 62 27 89, Telefax (03 51) 4 62 21 90, E-Mail: trogisch@mw.htw-dresden.de



Dr.-Ing. **Ulrich Arndt**, Alfred Kaut GmbH & Co., Niederlassung Dresden, Telefon (03 51) 2 54 73 20, Telefax (03 51) 2 54 73 15, E-Mail: uarndt@kaut.de
www.kaut.de