

# VRF Planungs-Checkliste

Leitfaden für Ihre sichere VRF-Planung

---



# VRF-Systeme

VRF-Systeme können nicht nur kühlen, sondern bieten sich in vielen Fällen auch als **monovalente Wärmepumpe zum Heizen** an. Über viele Jahre wurden bereits zahlreiche Projekte ohne zusätzliches Öl- oder Gasheizsystem erfolgreich umgesetzt. Auch hinsichtlich **EnEV** und **EEWärmeG** sind VRF-Systeme eine gute Lösung.

## Invertertechnologie

Eine stufenlose Leistungsregelung und variabler Kältemittelmassenstrom durch invertergeregelter Verdichter sind Kernmerkmale eines modernen VRF-Systems. Damit ist eine bessere Leistungsanpassung an die jeweils geforderte Kühlleistung möglich. Die Anlaufströme sinken extrem im Vergleich zu EIN/AUS-Kompressoren und die Systemeffizienz wird erheblich gesteigert. Die Einspritzventile sind in den Inneneinheiten integriert.

## 2-Leiter-System:

Es werden eine Sauggas- und eine Flüssigkeitsleitung verlegt. In dieser Variante kann man **entweder** kühlen oder heizen (nicht beides gleichzeitig). Befindet sich die Anlage im Kühlmodus und man möchte heizen, muss diese erst komplett ausgeschaltet werden. Eine Umschaltung während des Betriebes ist **nicht** möglich.

## 3-Leiter-System:

Zusätzlich zur Sauggas- und Flüssigkeitsleitung wird eine dritte Leitung verlegt. Hierdurch ist es möglich **gleichzeitig** zu heizen und zu kühlen. Die jeweilige Verteilung der Wärme/Kälte wird über die Verteilerboxen realisiert.

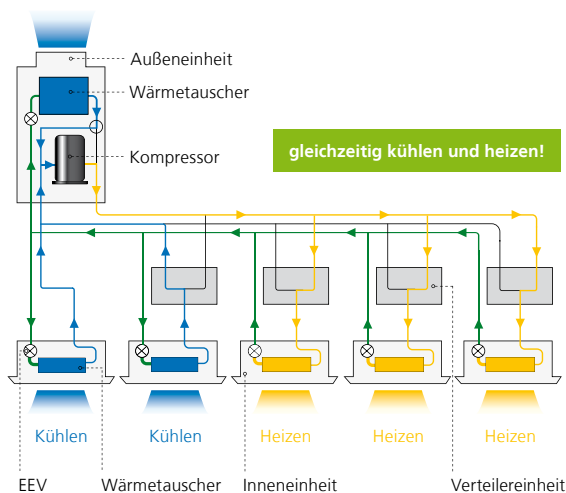


Abb.: Wärmerückgewinnung mit 3-Leiter-System

## Herstellervorgaben beachten

VRF-Systeme sind sehr spezielle, optimierte Verbundanlagen. Allgemeine Rohrberechnungen, Ölhebebögen usw. dürfen nicht angewendet werden.

Halten Sie sich an die maximalen Leitungslängen, Höhendifferenzen und Durchmesser, die im Handbuch bzw. der Planungssoftware angegeben sind.

Die Verteilung des Kältemittels erfolgt über Y-Verteiler. Wir verwenden keine T-Stücke, da sich in den Rohrleitungen ein Flüssigkeits-Gas-Gemisch befindet. T-Stücke würden eine gleichmäßige Aufteilung des Kältemittels verhindern und die Effizienz des Gesamtsystems erheblich reduzieren.

Bitte Leistungskorrekturen je Systemauslastung und Leitungslängen nicht vergessen!

## System mit DX-Kit für externe Wärmetauscher z. B. im Luftkanal:

Direkt an ein Lüftungsgerät mit Wärmetauscher als Direktverdampfer oder Verflüssiger kann die Außeneinheit über das DX-Kit (Elektrobox und E-Ventil) angeschlossen werden. Leistungen bis 25 kW sind mit einem Kit möglich, bei großen Leistungen werden in sich verzahnte Wärmetauscher mit mehreren Kreisen verwendet. Eine verbesserte Leistungsregelung im Teillastbereich bietet ein Kaskadenmodul.

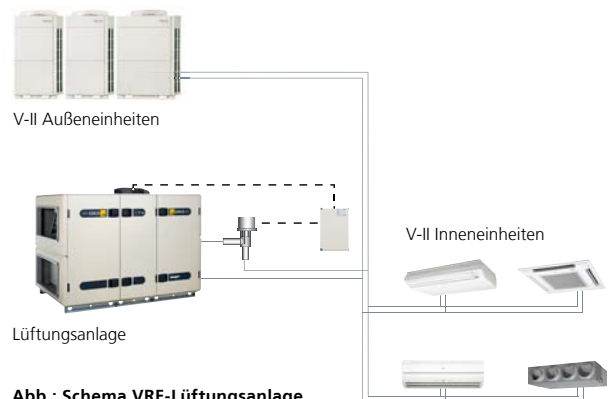


Abb.: Schema VRF-Lüftungsanlage

Eine Kombination mit Wassermodulen zur Erzeugung von Kalt- oder Warmwasser für Fancoils, Fußbodenheizungen, Kühldecken oder anderem sind natürlich auch möglich.

# Die Stärken von VRF-Systemen

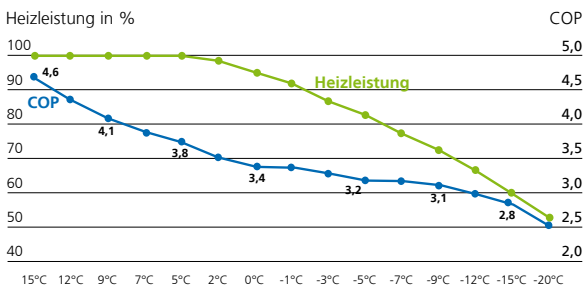
VRF-Systeme sind wirkungsvolle Luft-Wärmepumpen und nutzen kostenlose Energie, die in der Außenluft vorhanden ist – selbst bei sehr niedrigen Außentemperaturen! Ein VRF-System ist damit eine vollwertige und effiziente Heizungsanlage. Die Luftheizung wärmt sehr schnell und komfortabel, verhindert starke Luftschichtungen und ist dabei noch sehr günstig in den Betriebskosten.

Herkömmliche Heizungssysteme können komplett eingespart werden, d. h. Brenner, Tank, Kamin und zusätzliche Heizkörper können entfallen.

## Hohe Heizleistung, überzeugender Wirkungsgrad

Das VRF-Komplettsystem V-II von Fujitsu erreicht selbst bei niedrigen Außentemperaturen im Winter noch die erforderliche Heizleistung.

Um die Wunschtemperatur zu halten, sind selbst bei Außentemperaturen von -15 °C nur ca. 50 % der Anlagen-Heizleistung erforderlich. Das VRF-System V-II bietet bei -15 °C sogar noch 60 % und hat somit immer ausreichend Leistung für Ihre Wohlfühltemperatur. Bei wärmeren Außentemperaturen steigt neben der Kapazität auch die Effizienz. Dies wiederum wirkt sich positiv auf die Betriebskosten aus.

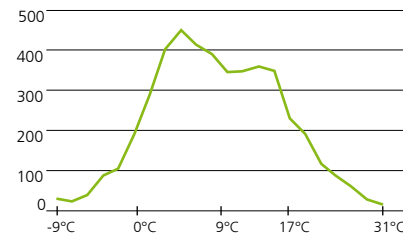


Selbst bei Temperaturen um den Gefrierpunkt sind noch COP-Werte von ca. 3,4 möglich, d. h. mit 1 kW Strom werden 3,4 kW Wärme erzeugt. Ein toller Wert! Durch die Jahresverteilung der Außentemperaturen sind Jahresarbeitszahlen des VRF-Systems von 3,64 und mehr möglich. Damit senken Sie auf jeden Fall Ihre Heizkosten!

## Häufigkeit der Außentemperaturen

Meistens liegen die Temperaturen im Winter über dem Gefrierpunkt, also in einem idealen Betriebsbereich für Wärmepumpen. Die Grafik zeigt die Häufigkeit der auftretenden Temperaturen im Jahresverlauf. Zu sehen ist also, dass Temperaturen unter 0 °C nur zu einem sehr geringen Anteil vorkommen. Außerdem treten diese Temperaturen meist nachts auf, wenn der Heizbedarf durch die Nachtabsenkung sowieso reduziert ist. Entsprechend gut ist deshalb der Wirkungsgrad einer Luft-Wärmepumpe.

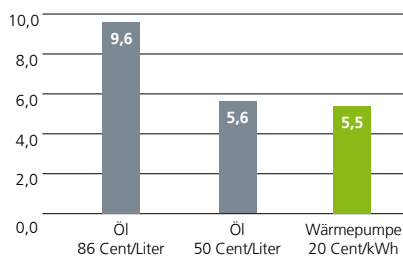
Häufigkeitsverteilung der Außentemperatur nach TRY (in Std./Jahr bei °C)



## Günstige Betriebskosten

Die untenstehende Grafik zeigt die Kosten pro kWh Heizleistung im Vergleich zwischen einer Ölheizung und einem Fujitsu VRF-System. Da der Ölpreis starken Schwankungen unterliegt, wurden verschiedene Preise angenommen und verglichen. Bei einem Ölpreis von 86 Cent pro Liter kostet eine kWh Heizleistung 9,6 Cent, mit einer Fujitsu VRF-Wärmepumpe lediglich 5,5 Cent. Selbst bei einem Tiefstpreis von 50 Cent pro Liter Heizöl konnte das VRF-System bei den Betriebskosten günstiger abschneiden. Als durchschnittlicher Strompreis wurden 20 Cent pro kWh angesetzt.

Betriebskosten in Cent pro kWh Heizleistung



# Checkliste für Ihre sichere VRF-Planung

Diese Planungs-Checkliste weist auf **häufig gestellte Fragen** hin und bietet **kurze Antworten** zur allgemeinen Orientierung. Die dargestellten Checklistenpunkte erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit bzw. Aktualität und sind bei der Planung entsprechend zu überprüfen.

Für detaillierte Antworten wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Swegon VRF-Spezialisten, der Ihnen gerne mit weitergehenden Informationen zur Seite steht.

Nr.	Maßnahme	geprüft
1	Bus-Leitungen	<input type="checkbox"/>
2	Serverraum und VRF	<input type="checkbox"/>
3	Max. Kältemittelmenge, DIN EN 378	<input type="checkbox"/>
4	Umweltschutzwanne	<input type="checkbox"/>
5	Kondensatleitungen	<input type="checkbox"/>
6	Reparaturschalter an der Außeneinheit	<input type="checkbox"/>
7	Befestigung der Außeneinheit	<input type="checkbox"/>
8	Allstromsensitiver FI-Schutzschalter	<input type="checkbox"/>
9	Blitzschutz	<input type="checkbox"/>
10	Wartung und Aufstellungsort	<input type="checkbox"/>

# Erklärungen zur Checkliste

## 1 Bus-Leitungen

Die Kommunikation zwischen Innen- und Außeneinheiten erfolgt mittels Bus-Leitung. Diese ist bei Fujitsu nonpolar, Verdrahtungsfehler werden somit vermieden. Bitte achten Sie auf die richtige Spezifikation des Kabels (LON Kat. 4 oder höher), z. B. UTY-WM-Bus von Swegon. Nicht geeignete oder ungeschirmte Kabel führen zu Fehlfunktionen der Anlage, bis hin zu Verdichterschäden. Achten Sie auf ausreichend Abstand zu Störgrößen wie Starkstromkabeln.

Bei Fujitsu können Service- und Diagnosegeräte überall im Bus-System angeschlossen werden, das ist besonders bei schlechtem Wetter komfortabel und sicher.

Außerdem können Sternpunkte gesetzt werden, wodurch Kabellängen reduziert werden.

## 2 Serverraum und VRF

Bei 3-Leiter-Systemen kann ggfs. die Abwärme des Servers im Winter als Heizenergie genutzt werden.

Eine sorgfältige Prüfung der Machbarkeit ist unabdingbar!

- **Mindestleistung:** Die dauerhaft genutzte Mindestleistung, darf einen definierten Wert nicht unterschreiten. Vorsicht also, wenn im Winter nur ein einzelner Serverraum an einem VRF-System betrieben wird.
- **Redundanz:** immer ein weiteres, unabhängiges Split-Gerät als Redundanz vorsehen, um die Betriebssicherheit zu erhöhen.
- **Zulässige Außentemperaturen** bei Master-Slave-Systemen beachten.

## 3 Max. Kältemittelkonzentration: DIN EN 378

Im Falle einer Leckage dürfen maximal Kältemittelkonzentrationen in Räumen, in denen sich dauerhaft Personen aufhalten, nicht überschritten werden. Bei **R410a** darf, nach einer Undichtigkeit, die Kältemittelkonzentration im Raum nicht mehr als **0,44 kg/m<sup>3</sup>** betragen.

Beispiel Hotelklimatisierung: Rechengrundlage ist das kleinste Hotelzimmer (inkl. Bad, wenn ein Lüftungsgitter in der Tür vorhanden ist) :

$$23 \text{ m}^2 \times 2,7 \text{ m Höhe} = 62,1 \text{ m}^3$$
$$62,1 \text{ m}^3 \times 0,44 \text{ kg/m}^3 = \text{max. } 27,32 \text{ kg}$$

In diesem Fall darf die Füllmenge des VRF-Systems, ohne zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen, nicht mehr als 27,32 kg R410a betragen.

Oft ist es sowieso vorteilhaft die Klimatisierung auf mehrere Kältekreisläufe aufzuteilen, wodurch zusätzlich die Ausfallsicherheit erhöht wird. Ist eine Aufteilung nicht sinnvoll möglich, dann müssen, bei Überschreitung der berechneten maximalen Füllmenge, Sicherheitsmaßnahmen, wie z. B. Gaswarngeräte, eingeplant werden.

Hierbei ist unter anderem auf Folgendes zu achten:

- Das Alarmsystem muss sowohl hörbar als auch sichtbar warnen. Es muss innerhalb des Raumes bei Verwendung in einem Personen-Aufenthaltsbereichs warnen. Weitere Hinweise für Hotelbetriebe. (DIN EN 378-3, 7.3)
- Die Anordnung der Detektoren ist in Abhängigkeit des jeweiligen Kältemittels zu wählen und muss an den Stellen erfolgen, an denen sich das Kältemittel nach der Leckage sammelt. (DIN EN 378-3, 8.2). (Hinweis: R410a ist schwerer als Luft).
- Jeder geeignete Detektor darf verwendet werden und muss bei dem für das Kältemittel oder die Sauerstoffkonzentration vorgegebenen Wert ein elektrisches Signal abgeben, das die Absperrventile, das Alarmsystem oder die mechanische Lüftung aktiviert... (DIN EN 378-3, 8.5)

#### 4 Umweltschutzwanne

Da bei einer Undichte der Außeneinheit auch Öl austreten kann, müssen Sicherheitsmaßnahmen, wie z. B. eine Umweltschutzwanne vorgesehen werden.

Gerade durch den Grundsatz „Austretende Stoffe müssen zurückgehalten werden“ ist der Betreiber verpflichtet, ein Rückhaltevolumen zu schaffen. Ein Ausschalten der Anlage durch eine Niederdruckeinrichtung ist demnach nicht ausreichend, da diese erst auslöst, nachdem das Öl-Kältemittelgemisch ausgetreten ist. Selbst im ausgeschalteten Zustand kann noch Öl mit Kältemittel aus dem Klimasystem austreten. Eine Meldekette, die über die Leckage informiert, erfüllt nicht die Anforderung „Austretende Stoffe müssen zurückgehalten werden“.

Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (**VAWs**):

##### §3 Anforderungen

„... Anlagen müssen so beschaffen sein und so betrieben werden, dass wassergefährdende Stoffe nicht austreten können...“

„... austretende wassergefährdende Stoffe müssen schnell und zuverlässig erkannt, zurückgehalten sowie ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder beseitigt werden. Die Anlagen müssen mit einem dichten und beständigen Auffangraum ausgerüstet werden, ...“

Als anerkannte Rückhaltemaßnahme können Umweltschutzwannen mit eingebautem Ölabscheider verwendet werden. Diese finden Sie auch in unserem Lieferprogramm.

Auch im Wasserhaushaltsgesetz (**WHG**) gibt es entsprechende Regelungen:

##### §1 Grundsatz

„(2) Jedermann ist verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten...“

§ 22 Haftung für Änderungen der Wasserbeschaffenheit  
Sinngemäß: Wer in ein Gewässer Stoffe einbringt oder einleitet und dadurch die Wasserbeschaffenheit nachteilig verändert, ist zum Ersatz des daraus entstehenden Schadens verpflichtet.

#### 5 Kondensatleitungen

An den Inneneinheiten fällt im Kühlfall Kondensatwasser an. Hierfür müssen Kondensatleitungen vorgesehen werden. Wenn möglich, kann das Wasser drucklos, mit ausreichend Gefälle und Querschnitt abgeführt werden. Andernfalls einzelne Kondensatpumpen oder einen Sammelbehälter mit Zentralpumpe vorsehen.

Auf Wartungsmöglichkeit und Geruchsentkopplung mit Abwasser achten (Siphon). Bitte auch auf die Vorgaben der VDI 6022 achten.

Die Kondensatmenge ist nicht unerheblich, bei einem 7 kW Gerät ist mit bis zu 2,5 l/h zu rechnen.

Bei Kassetten- und „Slim“-Zwischendeckenmodellen sind bereits serienmäßig Kondensatpumpen mit einer Förderhöhe von 700 mm und mehr eingebaut.

Im **Heizbetrieb** fällt **auch an der Außeneinheit** Kondensatwasser an. Stellen Sie den ordnungsgemäßen Ablauf sicher! Planen Sie eine Begleitheizung für den Frostfall ein, um einen zuverlässigen Kondensatablauf zu gewährleisten. Beachten Sie dies bitte auch beim Einsatz von Umweltschutzwannen. Geeignete Heizungen finden Sie in unserem Lieferprogramm.

#### 6 Reparaturschalter an der Außeneinheit

Bei der Planung und Installation ist ein Reparaturschalter an der Außeneinheit mit geringen Kosten verbunden, im Servicefall dagegen sehr viel Geld wert.

Unabhängig davon gilt z. B. auch die **DIN EN378, Teil 3**:  
„Die Stromversorgung für eine Kälteanlage ist so einzurichten, dass sie unabhängig von der Stromversorgung für andere elektrische Betriebsmittel, insbesondere für Beleuchtungsanlagen, Lüftungssysteme, Alarm- und andere Sicherheitseinrichtungen, abgeschaltet werden kann.“

## 7 Befestigung der Außeneinheit

Auch wenn Außeneinheiten der Klimageräte aufgrund des Gewichts und tiefen Schwerpunkts relativ sicher stehen, sollte eine **sturmsichere Befestigung** vorgesehen werden. Dämmsockel oder Dachkonsolen bieten einen sicheren Stand durch größere Grundfläche und hohem Eigengewicht. Alternativ können spezielle Bodenkonsolen (1 m) quer zur Geräteachse montiert werden, um die Kippstabilität zu erhöhen.

Um Vibrationen zu dämpfen, sind drehende Teile generell werkseitig mit Schwingungsdämpfern versehen. Bei sehr sensiblen Einsatzbereichen kann eine Montage der Außeneinheit auf Pufferelementen trotzdem sinnvoll sein.

## 8 Allstromsensitiver FI-Schutzschalter

Bei Inverter-Klimageräten immer einen allstromsensitiven FI-Schutzschalter vorsehen!

Der Einsatz ist bei Wechselrichtern und Frequenzumrichtern, welche im Bereich des Zwischenkreises mit Gleichrichtern arbeiten, wesentlich.

Herkömmliche Schutzschalter werden bei einem Erdschluss hinter der Gleichrichterbrücke durch den dann vorhandenen Gleichfehlerstrom vormagnetisiert und funktionsunfähig. Aus diesem Grund sind für die Anwendung der Schutzschalter in einem Stromkreis mit Gleichrichtern ausschließlich allstromsensitive FI-Schutzschalter zu verwenden. Sie können neben Wechselfehlerströmen auch glatte Gleichfehlerströme erfassen. Diese FI-Schutzschalter enthalten einen zweiten Summenstromwandler und eine Elektronikeinheit. Die Überwachung auf Gleichfehlerströme erfordert eine Stromversorgung und ist somit netzspannungsabhängig. Das Wechsel- bzw. pulsstromsensitive Schalterteil ist davon unabhängig.

Bitte beachten Sie auch die folgende Gesetzestextänderung zu FI-Schutzschaltern:

Die DIN VDE 0100-410:2007-06, Abschnitt 411.3.3 fordert seit dem 1. Juni 2007 einen Fehlerstromschutzschalter mit einem Bemessungsdifferenzstrom von maximal 30 mA für alle Steckdosenstromkreise, die Laien zugänglich sind. Dies gilt (bis auf wenige Ausnahmen) für Elektrobauteile, die im Freien mit 32 A bzw. innerhalb von Gebäuden mit 20 A abgesichert sind.

Die Übergangsfrist zur Erfüllung dieser Forderung ist seit 1. Februar 2009 abgelaufen.

## 9 Blitzschutz

Vor allem bei Montage auf Flachdächern nicht vergessen: Die Außeneinheit(en) und Kabeltrassen an das Blitzschutzsystem anschließen!

## 10 Wartung und Aufstellungsort

VRF-Systeme müssen, wie ein KFZ auch, gewartet werden. Die Wartung erhöht die Effizienz, Betriebssicherheit und Lebensdauer erheblich.

Die EG-VO 2037/2000 (**ChemOzonSchichtV**) und die EG-VO 842/2006 (**F-Gase Verordnung**) verpflichten den Betreiber von ortsfesten Anlagen mit einer Füllmenge von mehr als 3 kg Kältemittel (z. B. R410a) zu einer mindestens 1 x jährlichen Dichtheitskontrolle. Ab 30 kg Füllmenge alle 6 Monate.

Bitte achten Sie auf eine ausreichende Zugänglichkeit für die Wartung und Dichtheitsprüfung besonders bei der Außeneinheit. In mehreren Metern Höhe auf einer Leiter ist diese nicht sicher und zuverlässig durchführbar.

Firmenstempel: