KI-generiert

Kompressor- oder Peltier-Technologie

Welche Kühltechnologie passt zur Prüfanwendung

Temperaturprüfschränke, Klimaprüfschränke und Konstantklimaschränke erfüllen sehr unterschiedliche Aufgaben. Einige Prüfungen verlangen tiefe Temperaturen, hohe Wärmelasten oder schnelle Temperaturwechsel. Andere laufen über Wochen oder Monate bei einem nahezu konstanten Sollwert.

Dafür kommen vor allem zwei Kühlprinzipien zum Einsatz: die Kompressorkühlung und die Peltierkühlung. Beide entziehen dem Prüfraum Wärme. Sie unterscheiden sich jedoch deutlich im Temperaturbereich, verfügbarer Kühlleistung, Regelverhalten und Wartungsbedarf.

PRAXIS-TIPP

DAS WICHTIGSTE VORAB

Die Wahl der Kühltechnologie sollte nicht nur vom gewünschten Temperaturbereich abhängen. Entscheidend sind auch die Wärmelast des Prüflings, die gewünschte Temperaturdynamik, die Dauer der Prüfung sowie die Umgebungsbedingungen am Aufstellort.

Gerade bei Peltier-Systemen beeinflusst die Temperaturdifferenz zwischen Prüfraum und Umgebung die verfügbare Kühlleistung. Prüfanforderungen und Aufstellbedingungen sollten deshalb immer gemeinsam betrachtet werden.

Technologien im direkten Vergleich

Je nach Prüfaufgabe spielen Kompressor- und Peltiertechnologie unterschiedliche Stärken aus.

Kompressorkühlung - Leistungsstark und dynamisch	Peltierkühlung - Präzise und konstant
große Temperaturbereiche	moderate Temperaturbereiche
schnelle Temperaturwechsel	hohe Temperaturstabilität
hohe Wärmekompensation	geringe bis moderate Wärmekompensation
Kältemittel erforderlich	ohne Kältemittel

WKM erklärt einfach

HIGHLIGHTS

WIE FUNKTIONIERT EINE KOMPRESSORKÜHLUNG?

WIE FUNKTIONIERT EINE PELTIERKÜHLUNG?

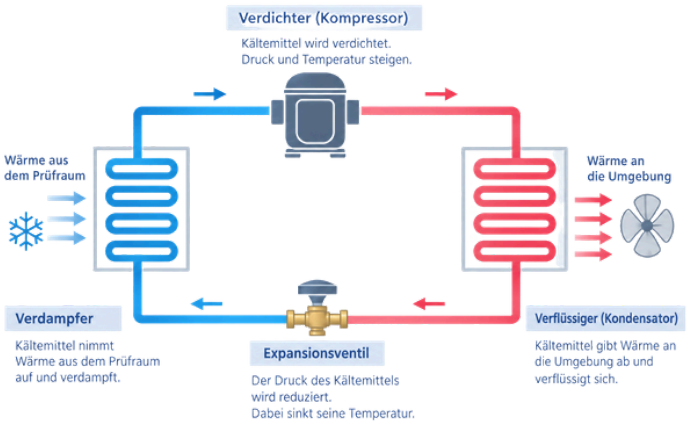
WANN IST WELCHE KÜHLUNG SINNVOLL?

KOMPRESSORKÜHLUNG UND DIE F-GAS VERORDNUNG

AUSWAHLHILFE FÜR DIE PRAXIS

Kompressorkühlung

Die Kompressorkühlung arbeitet mit einem geschlossenen Kältemittelkreislauf. Das Prinzip ist aus Kühlschränken und Klimaanlagen bekannt: Wärme wird im Prüfraum aufgenommen und anschließend an die Umgebung oder an ein Kühlwassersystem abgegeben.



Wann ist die Kompressorkühlung sinnvoll?

- wenn sehr tiefe Temperaturen erforderlich sind,
- wenn der Prüfplan schnelle Temperaturwechsel vorgibt,
- wenn aktive Prüflinge viel Wärme in den Prüfraum eintragen,
- wenn ein großer Temperaturbereich oder eine hohe Leistungsreserve benötigt wird.

Kompressorgekühlte Temperatur- und Klimaprüfschränke erreichen je nach Ausführung Gesamtbereiche von beispielsweise −70 °C bis +180 °C. Die tiefen Temperaturen werden durch das Kältesystem erzeugt, die positiven Temperaturen in der Regel durch eine separate Heizung.

Die erreichbaren Temperaturen, Temperaturänderungsraten und Kühlleistungen sind gerätespezifisch. Sie können nicht pauschal auf jede kompressorgekühlte Anlage übertragen werden.

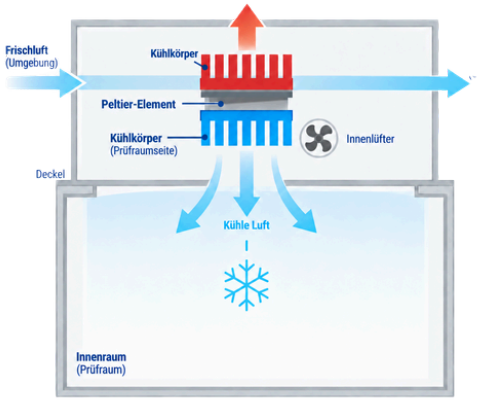
So funktioniert der Kältemittelkreislauf

- **Verdichten:** Der Verdichter komprimiert das gasförmige Kältemittel. Druck und Temperatur steigen.
- **Verflüssigen:** Im Verflüssiger gibt das Kältemittel Wärme ab und wird flüssig.
- **Entspannen:** Am Expansionsorgan sinken Druck und Temperatur des Kältemittels.
- **Verdampfen:** Im Verdampfer nimmt das Kältemittel Wärme aus dem Prüfraum auf. Danach beginnt der Kreislauf erneut.

Peltierkühlung

Die Peltierkühlung nutzt den thermoelektrischen Effekt. Fließt Gleichstrom durch ein Peltier-Element, wird Wärme von einer Seite zur anderen transportiert. Eine Seite nimmt Wärme auf, während die gegenüberliegende Seite sie wieder abgibt. Das technische Prinzip ermöglicht durch eine Umkehrung der Stromrichtung grundsätzlich auch eine Umkehrung des Wärmetransports.

Das Peltier-Element selbst besitzt keine beweglichen Teile und benötigt für die Kühlung kein Kältemittel. Ein vollständiges Gerät kann jedoch weiterhin Lüfter, Sensoren und gegebenenfalls Komponenten für die Befeuchtung enthalten. „Wartungsfrei" wäre deshalb für das Gesamtsystem keine belastbare Aussage.



Wann ist die Peltierkühlung sinnvoll?

- bei konstanten Sollwerten innerhalb eines moderaten Temperaturbereichs,
- bei Langzeit- und Stabilitätsprüfungen,
- bei geringer bis moderater Wärmelast,
- wenn je nach Geräteausführung (bspw. mit Feuchteregelung) ein geräuscharmer und vibrationsarmer Betrieb gefordert ist,
- wenn für das Kühlprinzip kein Kältemittelkreislauf eingesetzt werden soll.

Bei kleinen Temperaturdifferenzen und geringen Wärmelasten kann die Peltierkühlung in einem günstigen Betriebsbereich arbeiten. Mit zunehmender Temperaturdifferenz steigt der Aufwand für den Wärmetransport deutlich.

Eine pauschale Aussage, welche Technologie weniger Energie benötigt, ist daher nicht möglich. Verglichen werden sollten immer die Verbrauchsdaten des konkreten Geräts bei dem vorgesehenen Sollwert, der tatsächlichen Umgebungstemperatur und der geplanten Beladung.

Aufstellbedingungen und Abwärme

Beide Kühltechnologien führen die aus dem Prüfraum aufgenommene Wärme und die eingesetzte elektrische Energie als Abwärme an den Aufstellraum oder an ein Kühlwassersystem ab. Kann diese Wärme nicht zuverlässig abgeführt werden, sinkt die verfügbare Kühlleistung.

Bei Peltiergeräten ist die Temperaturdifferenz zwischen Prüfraum und Umgebung besonders wichtig. Je größer diese Differenz wird, desto geringer ist in der Regel die nutzbare Kühlleistung.

Auch kompressorgekühlte Anlagen können bei zu hoher Raumtemperatur, unzureichender Belüftung oder ungeeigneter Kühlwasserversorgung ihre spezifizierten Leistungsdaten nicht erreichen.

Diese Punkte sollten vor der Aufstellung geklärt sein:

- zulässiger Bereich der Raumtemperatur und Luftfeuchte laut Hersteller,
- erforderliche Wandabstände und freie Zu- und Abluftwege,
- Abwärme der Anlage und zusätzliche Wärmelasten im Raum,
- Eigenwärme des Prüflings,
- Häufigkeit und Dauer von Türöffnungen,
- bei wassergekühlten Anlagen: Kühlwasserqualität, Temperatur, Druck und erforderliche Durchflussmenge.

Werden die Aufstellbedingungen nicht eingehalten, können Sollwerte später erreicht werden, Temperaturänderungsraten sinken oder die vorgesehenen Prüfbedingungen außerhalb der Gerätespezifikation liegen.

Kompressorkühlung und F-Gase-Verordnung

Die Verordnung (EU) 2024/573 regelt den Umgang mit fluorierten Treibhausgasen. Enthält eine Anlage fluorierte Kältemittel, können sich für den Betreiber unter anderem Pflichten zur Emissionsvermeidung, Dichtheitskontrolle, Dokumentation und Rückgewinnung ergeben. Bestimmte Arbeiten dürfen nur durch zertifizierte oder entsprechend qualifizierte Personen ausgeführt werden.

Welche Pflichten tatsächlich gelten, hängt unter anderem vom verwendeten Kältemittel, seiner Füllmenge, dem Treibhauspotenzial und der Bauart der Anlage ab. Eine pauschale Aussage allein aufgrund der Kompressortechnologie ist deshalb nicht möglich. Das konkret eingesetzte Gerät und seine Kennzeichnung müssen geprüft werden.

Natürliche Kältemittel wie CO_2 oder Kohlenwasserstoffe sind keine fluorierten Treibhausgase und fallen daher nicht aufgrund des Kältemittels unter die F-Gase-Verordnung. Die jeweiligen Sicherheits-, Betriebs- und Herstelleranforderungen bleiben davon unberührt.

Welche Änderungen die Verordnung (EU) 2024/573 für Umweltsimulationsanlagen mit sich bringt, welche Übergangsfristen gelten und was Betreiber beachten sollten, erklären wir ausführlich in unserem Beitrag Neuer Zeitplan für die F-Gas-Verordnung 2024/573.

Auswahlhilfe für die Praxis

Die folgende Übersicht zeigt typische Tendenzen. Sie ersetzt keine gerätespezifische Auslegung, da auch Prüfraumgröße, Beladung, Feuchtebereich, Aufstellbedingungen und Herstellerdaten die Auswahl beeinflussen.

Anforderung	Tendenz
Sehr tiefe Temperaturen oder großer Temperaturbereich	**Kompressor**
Schnelle Temperaturwechsel	**Kompressor**
Hohe Eigenwärme des Prüflings	**Kompressor**
Konstanter Sollwert bei moderatem Temperaturabstand zur Umgebung	**Peltier häufig vorteilhaft**
Langzeit- oder Stabilitätsprüfung mit geringer Wärmelast	**Peltier häufig vorteilhaft**
Kühlprinzip ohne Kältemittel	**Peltier**

Fazit

Keine der beiden Technologien ist grundsätzlich besser. Kompressorgekühlte Systeme bieten vor allem bei tiefen Temperaturen, schnellen Temperaturwechseln und hohen Wärmelasten eine große Leistungsreserve. Peltiergekühlte Systeme spielen ihre Stärken insbesondere bei konstanten Langzeitprüfungen, moderaten Temperaturbereichen und geringen Wärmelasten aus.

Für die Auswahl sollten mindestens Temperatur- und Feuchtebereich, Temperaturänderungsrate, Prüfraumgröße, Eigenwärme des Prüflings, Umgebungstemperatur und geplanter Dauerbetrieb gemeinsam betrachtet werden. Erst daraus ergibt sich, welche Technik die Prüfanforderung zuverlässig und wirtschaftlich erfüllt.

Unterstützung durch WKM

WKM unterstützt bei der technischen Einordnung und Auswahl von Temperatur-, Klima- und Konstantklima-Prüfanlagen. Grundlage sind die Prüfanforderung, die Eigenschaften des Prüflings und die Bedingungen am Aufstellort.

Mehr Informationen über unsere Temperatur-, Klima- und Konstantklima-Prüfanlagen finden Sie auf unserer Website.

Sie benötigen weitere Informationen?
Dann melden Sie sich gern bei uns.

Sie erreichen uns telefonisch unter +49 5145 28666 10
oder per E-Mail unter info@wkm-michel.de.