DANTHERMGROUP



Whitepaper
Industrielle Entfeuchtung

Entfeuchtung in der Praxis:
Die richtige Lösung verstehen, vergleichen und auswählen

Dantherm Group
–Spezialisten für
Klimatechnik mit
über ***60 Jahren***
Branchenerfahrung

Inhaltsverzeichnis

Die Inhalte dieses Leitfadens sind interaktiv. Jeder anklickbare Link leitet Sie zur entsprechenden Seite oder Website weiter und ermöglicht so eine einfache Navigation und ein nahtloses Leseerlebnis.

1. Warum die Luftfeuchtigkeit eine Rolle spielt **3**

Die Folgen einer zu hohen Luftfeuchtigkeit 3

Die Physik der Luftfeuchtigkeit: absolute und relative Luftfeuchtigkeit 5

2. Kondensations- oder Adsorptions-entfeuchtung **6**

2.1 Kondensationsentfeuchter 6

2.2 Adsorptionsentfeuchter 7

2.3 Vergleichstabelle 8

3. EU-F-Gas-Verordnung: Auswirkungen auf Kondensationsentfeuchter **9**

3.1 Der Rechtsrahmen 9

3.2 Wichtige Meilensteine 9

3.3 Warum R407C betroffen ist 9

3.4 Der Umstieg auf R454C **9**

4. Praxisbeispiele **10**

5. Weitere Einsatzbereiche und Anwendungen **12**

6. Leitfaden zur Auswahl einer geeigneten Entfeuchtungslösung **15**

Schritt 1 – Definition der Betriebsumgebung und der betrieblichen Herausforderung 15

Schritt 2 – Ermittlung der Feuchtigkeitsanforderungen 15

Schritt 3 – Feuchtigkeitslast und Luftstrom berücksichtigen 15

Schritt 4 – Achten Sie auf das Kondensatmanagement 16

1. Warum die Luftfeuchtigkeit eine Rolle spielt

Die Feuchtigkeitsregulierung ist einer der wichtigsten und zugleich am häufigsten vernachlässigten Aspekte bei der Aufrechterhaltung eines gesunden, funktionsfähigen Gebäudes. Schimmel, Korrosion, Hygienemängel, Geräteschäden und Verstöße gegen gesetzliche Vorschriften sind allesamt direkte Folgen unkontrollierter Feuchtigkeit. Jeder dieser Punkte lässt sich in Betriebskosten und Risiken für die Geschäftskontinuität beziffern.

Dieses Whitepaper richtet sich an Facility-Manager und Entscheidungsträger, die verstehen müssen, wie Entfeuchtung funktioniert, worin sich die beiden wichtigsten Technologien unterscheiden und wie sie mithilfe einer strukturierten Methodik die richtige Lösung für ihren spezifischen Kontext auswählen können. Es behandelt zudem die europäische F-Gas-Verordnung – ein zunehmend wichtiger Faktor für alle, die kältemittelbasierte Anlagen planen oder ersetzen.

Die Folgen einer zu hohen Luftfeuchtigkeit

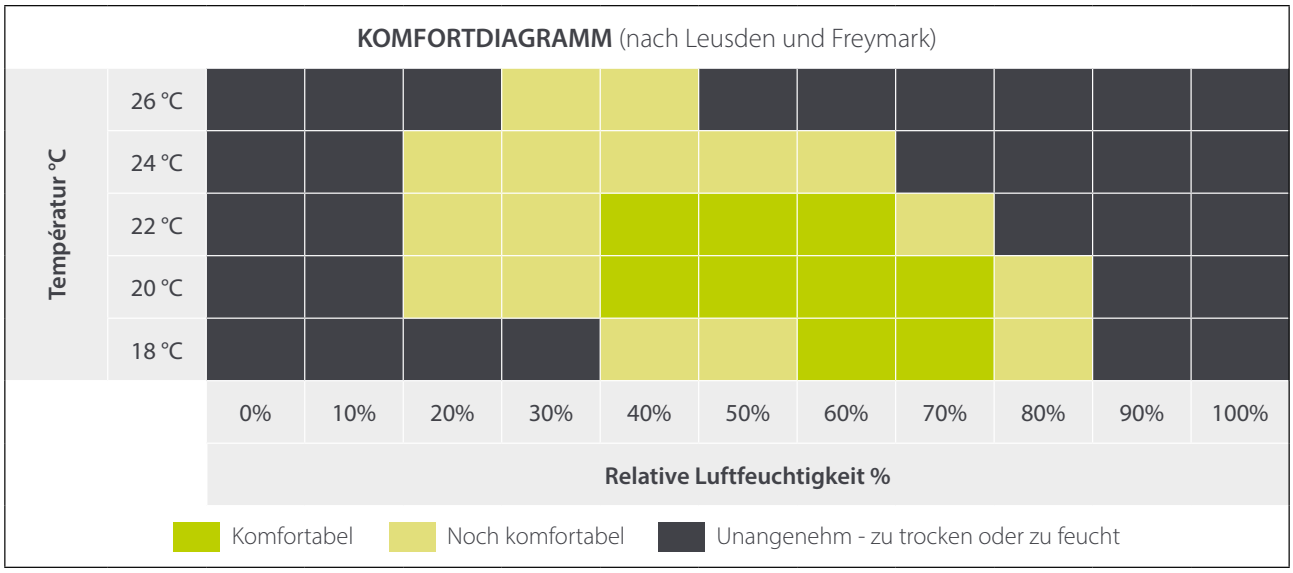
Ein ideales Raumklima hängt von zwei miteinander verbundenen Faktoren ab: Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit (r. F.). Außerhalb des als angenehm geltenden Bereichs von 40–60 % r. F. reichen die Folgen weit über bloßes Unbehagen hinaus:

- Schimmelbildung setzt bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von über 70 % ein.
- Metallkorrosion kann bereits bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60 % oder in besonderen Fällen – wie bei vergoldeten Materialien (45 %) oder in Kombination mit Meersalz – sogar noch früher einsetzen.
- In der Lebensmittel- und Pharmaindustrie, in denen gekühlte Umgebungsbedingungen herrschen, ist die Überwachung des Taupunkts unerlässlich, da Kondensation sowohl Hygiene- als auch Compliance-Risiken birgt.
- Baustoffe wie Holz, Gipskartonplatten und Dämmstoffe nehmen Feuchtigkeit auf und werden dadurch langfristig geschädigt.

Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz

Für die Luftfeuchtigkeit an Arbeitsplätzen gibt es keine einheitliche spezifische EU-Regelung. In vielen Ländern bestehen jedoch nationale Vorschriften. Darüber hinaus sind Arbeitgeber gemäß der Richtlinie 89/391/EWG – der sogenannten Rahmenrichtlinie über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit – grundsätzlich verpflichtet, Mindeststandards für Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten zu gewährleisten. Dazu gehören natürlich auch sichere Luftfeuchtigkeitswerte, da Schimmelbefall in Gebäuden zu Gesundheitsproblemen wie Atemwegsbeschwerden und Allergien führen kann. Schimmel gedeiht in feuchten Umgebungen und verbreitet sich über Sporen.

Die Occupational Safety and Health Administration (OSHA) des US-Arbeitsministeriums empfiehlt eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 20 und 60 %.



Grundprinzip

Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen als kalte Luft. Wenn die Temperatur sinkt, entspricht dieselbe absolute Menge an Wasserdampf einer höheren relativen Luftfeuchtigkeit, und das Kondensationsrisiko steigt entsprechend an. Ein unbeheiztes Lagergebäude kann im Winter beispielsweise eine kritisch hohe relative Luftfeuchtigkeit aufweisen, obwohl sich die Luft subjektiv trocken anfühlt. Daher bedeutet eine effektive Entfeuchtung nicht einfach, eine feste Menge Wasser aus der Luft zu entfernen, sondern die relative Luftfeuchtigkeit zu regulieren.

Die Physik der Luftfeuchtigkeit: absolute und relative Luftfeuchtigkeit

Luft hat eine begrenzte Kapazität, Wasserdampf aufzunehmen. Die maximale Menge, die sie bei einer bestimmten Temperatur aufnehmen kann, wird als Sättigungspunkt oder Taupunkt bezeichnet. Der tatsächliche Wasserdampfgehalt, ausgedrückt als Anteil dieses Maximums, ist die relative Luftfeuchtigkeit (r. F.). Ein praktische Beispiel:

Da das Feuchtigkeitsverhältnis (g/kg trockener Luft) beim Erwärmen der Luft konstant bleibt (ohne Zugabe oder Entzug von Feuchtigkeit), dehnt sich die Luft aus und die absolute Feuchte (g/m^3) nimmt leicht ab. Luft, die bei 5 °C 5,4 g/m^3 Wasser enthält, weist eine relative Luftfeuchtigkeit von etwa 80 % auf, was unter geeigneten Bedingungen ausreicht, um Schimmelbildung und Korrosion zu begünstigen. Nach dem Erwärmen derselben Luft auf 25 °C sinkt ihre absolute Feuchte auf etwa 5,0 g/m^3, da dieselbe Menge Wasserdampf nun ein größeres Volumen einnimmt. Die relative Feuchte sinkt auf etwa 22–23 %, was im Allgemeinen zu niedrig ist, um Schimmelwachstum zu begünstigen. Die Menge an Wasserdampf pro Kilogramm trockener Luft bleibt dabei unverändert. Geändert haben sich lediglich Temperatur und Volumen der Luft.

Diese Unterscheidung ist von grundlegender Bedeutung. Feuchtigkeitsschäden – Schimmel, Fäulnis, Rost – werden ausschließlich durch die relative Luftfeuchtigkeit verursacht, nicht durch die absolute Wassermenge in der Luft. Es ist außerdem zu beachten, dass das Beheizen eines Raumes zwar die relative Luftfeuchtigkeit senkt, der vorhandene Wasserdampf jedoch weiterhin an kalten Oberflächen wie Rohrleitungen oder ungedämmten Bereichen kondensieren kann. Daher ist es unerlässlich, die Taupunkttemperatur im Zusammenhang mit den Oberflächentemperaturen zu verstehen. Die technische Entfeuchtung bekämpft die Ursache direkt.



2. Kondensations- oder Adsorptions-entfeuchtung

In der professionellen Luftentfeuchtung kommen hauptsächlich zwei Technologien zum Einsatz: Kondensationsentfeuchter (auf Kältemittelbasis) und Adsorptionsentfeuchter. Beide basieren auf unterschiedlichen physikalischen Prinzipien und eignen sich jeweils für bestimmte Anwendungen und Umgebungsbedingungen. Die Wahl der falschen Technologie kann – selbst bei korrekt dimensionierten Geräten – zu unzureichender Leistung, überhöhten Betriebskosten oder wiederholten Ausfällen führen.

2.1 Kondensationsentfeuchter

Kondensationsentfeuchter – auch als Kältemittel- oder Kompressorentfeuchter bezeichnet – arbeiten nach dem gleichen thermodynamischen Prinzip wie ein Haushaltskühlschrank. Feuchte Raumluft wird über einen kalten Verdampfer geführt und dabei unter ihren Taupunkt abgekühlt. Die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit kondensiert zu Wassertröpfchen, die entweder in einem Auffangbehälter gesammelt oder über einen permanenten Kondensatablauf abgeführt werden. Die nun trockene Luft wird anschließend über die warme Kondensatorspule geleitet, leicht erwärmt und wieder in den Raum zurückgeführt.

Diese Technologie bietet bei moderaten Temperaturen (etwa 15–35 °C) eine hervorragende Energieeffizienz und Entfeuchtungsleistung und ist daher die erste Wahl für gewerbliche und leicht industrielle Umgebungen, die beheizt oder teilbeheizt sind.

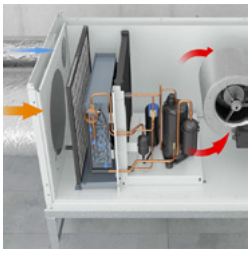
Abtausysteme

Bei niedrigen Umgebungstemperaturen kann der Verdampfer Temperaturen unter Null erreichen. Dadurch kann sich Eis bilden, das den Luftstrom über den Verdampfer zunehmend behindert. Würde diese Vereisung nicht beseitigt, könnte der Entfeuchter letztendlich nicht mehr ordnungsgemäß arbeiten. Alle gewerblichen Kondensationsentfeuchter verfügen deshalb über einen Abtaumechanismus. Das Abtauen ist jedoch kein vollständig verlustfreier Prozess.

Während eines Abtauvorgangs wird der Luftstrom vorübergehend reduziert und die aktive Entfeuchtung unterbrochen. Wenn das angesammelte Eis schmilzt, wird die darin enthaltene Feuchtigkeit wieder in den Luftstrom abgegeben, was bedeutet, dass der Luftentfeuchter kurzzeitig etwas Feuchtigkeit in den Raum zurückgibt, bevor er den normalen Betrieb wieder aufnimmt. Dies ist ein normaler und unvermeidbarer Teil des Abtauvorgangs, bedeutet jedoch, dass die Gesamtentfeuchtungsleistung mit sinkenden Umgebungstemperaturen abnimmt – je kälter die Umgebung, desto häufiger und länger muss das Gerät abtauen, und desto größer sind die Auswirkungen auf die Nettoleistung. Die Art des eingebauten Abtaumechanismus bestimmt, wie stark diese Auswirkungen sind und somit, wie gut sich ein Gerät für kältere Umgebungen eignet.

- **Abtauung durch Luftzirkulation:** Der Kompressor schaltet sich aus, und warme Raumluft wird genutzt, um das Eis auf natürliche Weise zu schmelzen. Dies ist eine einfache und effektive Methode, solange die Umgebungstemperaturen konstant über etwa 15 °C liegen. Unterhalb dieser Schwelle werden die Abtauphasen im Verhältnis zur Betriebszeit unverhältnismäßig lang, und die Entfeuchtungsleistung nimmt so stark ab, dass das Gerät der Feuchtigkeitsbelastung nicht mehr gewachsen ist.
- **Heißgas-Abtauung:** Heißes Kältemittelgas wird über ein internes Ventil direkt zum Verdampfer geleitet, wodurch das Eis innerhalb von Minuten entfernt wird, anstatt durch passive Lufterwärmung. Da die Abtauzyklen deutlich kürzer sind, werden Störungen des Luftstroms und die Rückführung von Feuchtigkeit in den Raum minimiert, und die Gesamtleistung bleibt deutlich besser erhalten. Dadurch kann der Luftentfeuchter auch bei Temperaturen unter 15 °C betrieben werden.





Der Aufbau eines Kondensationsentfeuchters von links nach rechts: Ansaugluft, einschließlich optionaler Frischluftzufuhr, über Luftkanäle, Filter, Verdampferregister (Kälteregister), Expansionsventil, Kondensator, Kompressor und Gebläse.

Auswahlrichtlinie

Wenn die Raumtemperatur dauerhaft über 15–18 °C liegt, ist ein Modell mit Luftumwälz-Abtauung kostengünstig und effizient. Für Umgebungen unter 15 °C oder solche, die saisonaler Kälte ausgesetzt sind, sollten Sie ein Gerät mit Heißgas-Abtauung wählen. Bei Temperaturen über etwa 18 °C liefern beide Systeme eine vergleichbare Leistung. Bei Umgebungstemperaturen unter 10 °C sollten Sie in jedem Fall einen Adsorptionsentfeuchter wählen.

2.2 Adsorptionsentfeuchter

Adsorptionsentfeuchter nutzen ein völlig anderes Prinzip. Anstatt die Luft zu kühlen, um Feuchtigkeit zu kondensieren, leiten sie diese durch ein langsam rotierendes Rad, das mit einem hygroskopischen Material (in der Regel Silikagel) imprägniert ist und Wasserdampf aus dem Prozessluftstrom adsorbiert. Ein separater, auf hohe Temperatur erhitzter Regenerationsluftstrom führt dann die gebundene Feuchtigkeit aus dem Adsorptionsrad und leitet sie über einen Kanal nach außen ab.

Diese Technologie bietet gegenüber der Kältetechnik mehrere wesentliche Vorteile:

- Effektiver Betrieb bei Minustemperaturen – die Leistung wird durch kalte Umgebungsbedingungen nicht beeinträchtigt
- Fähigkeit, extrem niedrige Taupunkte zu erreichen, die deutlich unter denen von Kältemittelsystemen liegen
- Keine Kondensatsammlung – die Feuchtigkeit wird als warmer Dampf über einen Abluftkanal abgeleitet (einige Adsorptionsentfeuchter verwenden luftgekühlte Kondensatoren, um den Wasserdampf zu verflüssigen, sodass das entstehende Wasser abgeleitet werden kann)
- Konstante Leistung, da die Trockenmitteltechnologie weitaus weniger von der Lufttemperatur abhängig ist als Kondensationsentfeuchter

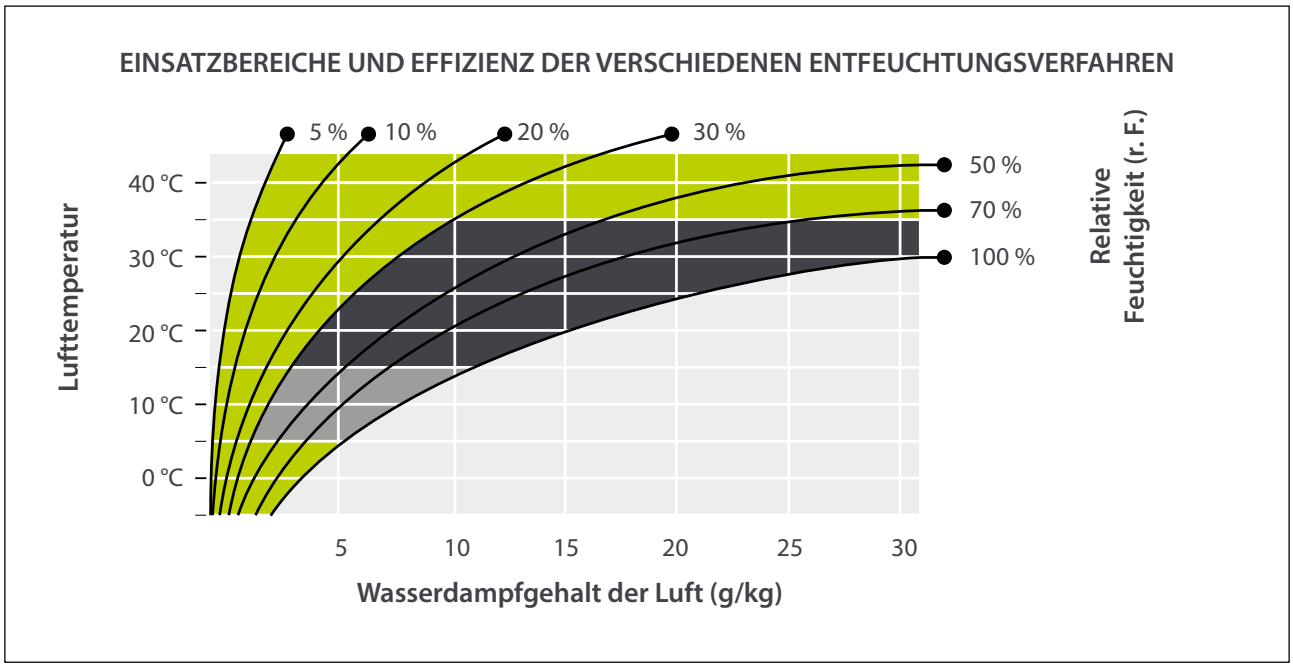
Wichtiger Hinweis für Planer: Industrielle Adsorptionsentfeuchter führen Feuchtigkeit in Form von warmem Wasserdampf ab. Sie erfordern einen Anschluss an die Außenluft und verfügen über keine integrierten Kondensatbehälter. In den Installationsplänen muss der Abluftweg für die Regenerationsluft berücksichtigt werden.



Der TTR 13500-Adsorptionsentfeuchter mit Blick auf das rotierende Adsorptionsrad.

2.3 Vergleichstabelle

Faktor	Kondensation	Adsorption
Betriebstemperatur	15–35 °C	–20–40 °C
Leistung bei niedrigen Temperaturen	Unter 15 °C eingeschränkt; Vereisungsgefahr	Hervorragend; keine Vereisung
Minimal erreichbare relative Luftfeuchtigkeit	40 % relative Luftfeuchtigkeit	<10 % r. F. möglich
Energieeffizienz	Hoch bei moderaten Temperaturen	Geringer; Regenerationswärme erforderlich
Kondensatabfuhr	Interner Tank oder Kondensatablauf	Abführung des Dampfes über ein Rohrleitungssystem erforderlich
Typische Anwendungsbereiche	Lagerhallen, Schwimmbäder, Gewerbegebäude, Bauwesen	Kühlhäuser, Pharmabranche, Lebensmittelverarbeitung, chemische Industrie, unbeheizte Lagerräume



Die Trockenmitteltechnologie funktioniert in einem breiten Temperaturbereich, insbesondere wenn der Sollzustand eine niedrigere Taupunkttemperatur aufweist (10–15 °C oder weniger)

Kondensationsentfeuchter mit Luftumwälzung/Heißgasabtauung

Kondensationsentfeuchter mit Heißgasabtauung arbeiten theoretisch bei Temperaturen unter 15 °C, wenn auch mit geringer Leistung. In diesem Temperaturbereich wären Adsorptionsentfeuchter die bessere Wahl.

3. EU-F-Gas-Verordnung: Auswirkungen auf Kondensationsentfeuchter

Die europäische Umweltgesetzgebung verändert die Rahmenbedingungen für die Kondensationstechnologie grundlegend. Das Verständnis dieser regulatorischen Veränderungen ist für jeden wichtig, der eine Neuinstallation plant, Ersatzgeräte auswählt oder den langfristigen Lebenszyklus einer bestehenden Entfeuchtungsanlage verwaltet.

3.1 Der Rechtsrahmen

Die im März 2024 in Kraft getretene Verordnung (EU) 2024/573 ersetzt die bisherige F-Gas-Verordnung (EU) Nr. 517/2014. Ihr übergeordnetes Ziel ist es, die Emissionen fluorierter Treibhausgase (F-Gase) bis 2050 um etwa 98 % gegenüber dem Niveau von 2015 zu senken. Dies soll durch zwei Mechanismen erreicht werden: eine schrittweise Reduzierung der auf dem EU-Markt verfügbaren Gesamtmenge an HFKW sowie sektorspezifische Verbote für das Inverkehrbringen von Anlagen, die Kältemittel mit hohem Treibhauspotenzial (GWP) verwenden.

3.2 Wichtige Meilensteine

Zeitraum	Regulatorische Maßnahme
März 2024	Die Verordnung (EU) 2024/573 tritt in Kraft und ersetzt die Verordnung 517/2014.
2025	Beschränkungen für Kältemittel mit einem GWP > 750 gelten für neue Gerätekategorien.
2027–2030	Schrittweise und erhebliche Reduzierung der auf dem EU-Markt verfügbaren HFKW-Quoten.
2050	Zielhorizont für die nahezu vollständige Abschaffung synthetischer HFKW. Natürliche Kältemittel werden zur Norm.

3.3 Warum R407C betroffen ist

R407C ist heute das am häufigsten verwendete Kältemittel in gewerblichen Luftentfeuchtern. Sein Treibhauspotenzial (GWP) beträgt 1.774, was bedeutet, dass ein Kilogramm, das in die Atmosphäre freigesetzt wird, die gleiche Erwärmungswirkung hat wie 1.774 Kilogramm CO_2. Die F-Gas-Verordnung zielt genau darauf ab, diese Art von Emissionen zu beseitigen.

Natürliche Kältemittel – Propan (R290), Ammoniak (R717) und Kohlendioxid (R744) – weisen ein vernachlässigbares oder gar kein GWP auf, doch jedes von ihnen unterliegt praktischen Einschränkungen, die ihren flächendeckenden Einsatz begrenzen: Propan ist hochentzündlich, Ammoniak ist bei Konzentrationen über einigen hundert ppm giftig, und Kohlendioxid erfordert Betriebsdrücke von bis zu 150 bar, was weit über den für HFKW-Systeme typischen 15–25 bar liegt.

3.4 Der Umstieg auf R454C

Angesichts dieser praktischen Einschränkungen findet derzeit ein Übergang von R407C zum ebenfalls synthetischen Kältemittel R454C statt.

R454C weist jedoch bei erhöhten Temperaturen eine geringfügige Verringerung des thermodynamischen Wirkungsgrads auf und ist zudem leicht entflammbar, was jedoch für die meisten Anwendungen keine wesentlichen Auswirkungen hat. R454C hat ein Treibhauspotenzial (GWP) von 148, was mehr als 90% unter dem von R407C liegt, und entspricht somit vollständig der Verordnung (EU) 2024/573 und ist auf absehbare Zeit einsetzbar.

Bestehende Anlagen, die mit R407C befüllt sind, dürfen jedoch weiterbetrieben werden, solange sie funktionsfähig bleiben. Da R407C jedoch ein GWP von über 750 aufweist, wäre reines R407C nach 2032 für Wartungsarbeiten nicht mehr zulässig. Es darf dann nur noch zurückgewonnenes oder recyceltes R407C verwendet werden. Das bedeutet, dass ein im Jahr 2026 gekauftes R407C-Gerät wahrscheinlich noch jahrzehntelang betrieben werden kann.

4. Praxisbeispiele

Die folgenden Praxisbeispiele zeigen, wie unterschiedliche Anforderungen und Einsatzbedingungen die Wahl der passenden professionellen Entfeuchtungstechnologie bestimmen.

Weinproduktion und Kellerlagerung

Valpolicella, Italien



Herausforderung

Die Region Valpolicella ist eines der weltweit renommiertesten Weinanbaugebiete. Hier werden Trauben traditionell vor dem Pressen auf belüfteten Holzgittern über mehrere Monate getrocknet. Eine kontrollierte Luftfeuchtigkeit ist entscheidend: Zu viel fördert Fäulnis, zu wenig lässt die Trauben vorzeitig austrocknen. Die unterirdischen Keller und Höhlen mit Steinwänden, begrenzter Belüftung und schwankenden Temperaturen machten eine stabile Regelung allein durch Heizung unmöglich

Lösung und Ergebnis

Kondensationsentfeuchter wurden aufgrund ihrer Fähigkeit ausgewählt, in geschlossenen Umgebungen mit begrenzter Belüftung eine kontinuierliche, automatisierte Luftstromregelung aufrechtzuerhalten. Die Technologie ermöglichte ein gleichmäßiges, präzises Feuchtigkeitsmanagement sowohl in der Produktions- als auch in der Lagerphase und sicherte so die Qualitätsmerkmale des Weins.

Zur vollständigen Case Study >

Reinraum für die Pharmaindustrie

Insud Pharma, Spanien



Herausforderung

Insud Pharma, ein weltweit tätiger Pharmahersteller, benötigt in seinen spanischen Produktionsstätten eine strenge Umgebungskontrolle. Reinräume mit HEPA-H14-Filterung müssen eine Temperatur von 18 °C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von nur 3 % aufrechterhalten, um die FDA- und EMA-Standards zu erfüllen – eine absolute Luftfeuchtigkeit von 0,38 g/kg. Erschwerend kamen hohe Luftdurchsatzmengen von 11.000 m^3/h und erhebliche Druckverluste in den Laminarströmungs-Filtersystemen hinzu.

Lösung und Ergebnis

Die Adsorptions-Trocknungstechnologie war die einzige geeignete Lösung, da Kältemittelsysteme derart niedrige Taupunkte nicht erreichen können. Hocheffiziente EC-Ventilatoren mit automatischem Druckausgleich hielten den Luftstrom trotz steigenden Filterwiderstands konstant. Die Dampfreaktivierung senkte den Stromverbrauch. Die pharmazeutischen Vorschriften erfordern eine kontinuierliche, nachprüfbare Regelung. Die Adsorptions-Trocknungstechnologie hat dies gewährleistet.

Zur vollständigen Case Study >

Wasserschadensanierung

Devon Hills Holiday Park, Großbritannien



Herausforderung

Ein Großbrand im September 2022 zerstörte etwa 50 % des Daches eines 800 Quadratmeter großen, zweistöckigen Freizeitkomplexes. Durch die Löscharbeiten drang in beiden Stockwerken in großem Umfang Wasser ein. Die Sanierungsarbeiten begannen unter winterlichen Bedingungen, wobei die kalten Umgebungstemperaturen die Verdunstung der Feuchtigkeit verlangsamten und die beträchtliche Größe des Geländes die Herausforderung zusätzlich erschwerte.

Lösung und Ergebnis

Es wurden industrielle Adsorptionsentfeuchter mit hoher Kapazität eingesetzt – die einzig geeignete Wahl angesichts der winterlichen Betriebstemperaturen, bei denen Kondensationstechnologie nicht effektiv hätte arbeiten können. Die Adsorptionsgeräte entzogen während der kälteren Monate kontinuierlich Feuchtigkeit und verhinderten so Schimmelbildung und bauliche Schäden.

Zur vollständigen Case Study >

Hygienekontrolle in der Lebensmittelproduktion

MareDeus Food Solutions, Spanien



Herausforderung

MareDeus ist ein führender Hersteller von verpacktem Fisch, dessen Produktionsanlagen nach jeder Schicht gründlich mit Hochdruckdampf gereinigt werden, wodurch die Umgebung mit Feuchtigkeit gesättigt wird. Die HACCP-Vorschriften verbieten strikt jegliche Kondensation auf Oberflächen in Lebensmittelproduktionsbereichen. Herkömmliche Entfeuchtungsanlagen erwiesen sich als unzureichend, was zu dichtem Nebel und Kondensation entlang der gesamten Produktionskette führte.

Lösung und Ergebnis

Die Adsorptions-Trocknungstechnologie ermöglichte eine Feuchtigkeitsentfernung von 492 kg pro 24 Stunden bei einem Luftdurchsatz von 4.300 m^3/h und einem Betriebstemperaturbereich bis -20 °C. Nach der Installation verzeichnete MareDeus: die vollständige Beseitigung von Nebel und Oberflächenkondensat; reduzierte Abtauzyklen an den Kühlanlagen; verbesserte Hygienewerte; sowie messbare Produktivitätssteigerungen.

Zur vollständigen Case Study >

5. Weitere Einsatzbereiche und Anwendungen

Aufgrund der außergewöhnlichen Leistungsfähigkeit der Adsorptionstechnologie kommt sie in einer Vielzahl spezialisierter Branchen zum Einsatz, darunter in der Lebensmittelproduktion, der Pharmaindustrie, der Elektronikindustrie, der Verteidigungsindustrie, der Versorgungswirtschaft, der chemischen Industrie, der Automobilindustrie und der Konservierung und Archivierung.

Lebensmittelindustrie

In der Lebensmittelindustrie gibt es zahlreiche feuchtigkeitsbedingte Herausforderungen, die eine präzise Kontrolle der Luftfeuchtigkeit erfordern:

- Hygienemaßnahmen zur Minimierung mikrobiologischer Kontaminationen und zur Gewährleistung der Einhaltung von Lebensmittelsicherheitsvorschriften:
  - Verhinderung von Kondensation und Eisbildung unterhalb des Gefrierpunkts
  - Eindämmung von Schimmel- und Pilzbefall
- Unabhängigkeit von Klima und Wetter, um Folgendes zu gewährleisten:
  - Gleichbleibende Produktqualität
  - Optimale Produktionsleistung
  - Effiziente Trocknungszeiten
  - Verlängerte Haltbarkeit
- Minimierung von Ausfallzeiten, beispielsweise nach der Reinigung oder während des Abtauvorgangs

Beschichtung

Ein relevantes Beispiel sowohl für die Lebensmittel- als auch für die Pharmabranche ist die Beschichtung von Pralinen oder Tabletten mit Zucker oder künstlichen Süßstoffen. Dabei handelt es sich um einen schichtweisen Trocknungsprozess, bei dem die Entfeuchtung die Wasserverdunstung nach jeder Beschichtung beschleunigt, sodass die nächste Schicht aus flüssigem Zucker schneller aufgetragen werden kann. Dies erhöht nicht nur die Produktionskapazität, sondern gewährleistet auch die Gleichmäßigkeit und Härte des Endprodukts und verringert das Auftreten klebriger Überzüge. Die Adsorptionstechnologie ermöglicht es, diesen Trocknungsprozess bei möglichst niedriger Temperatur durchzuführen.

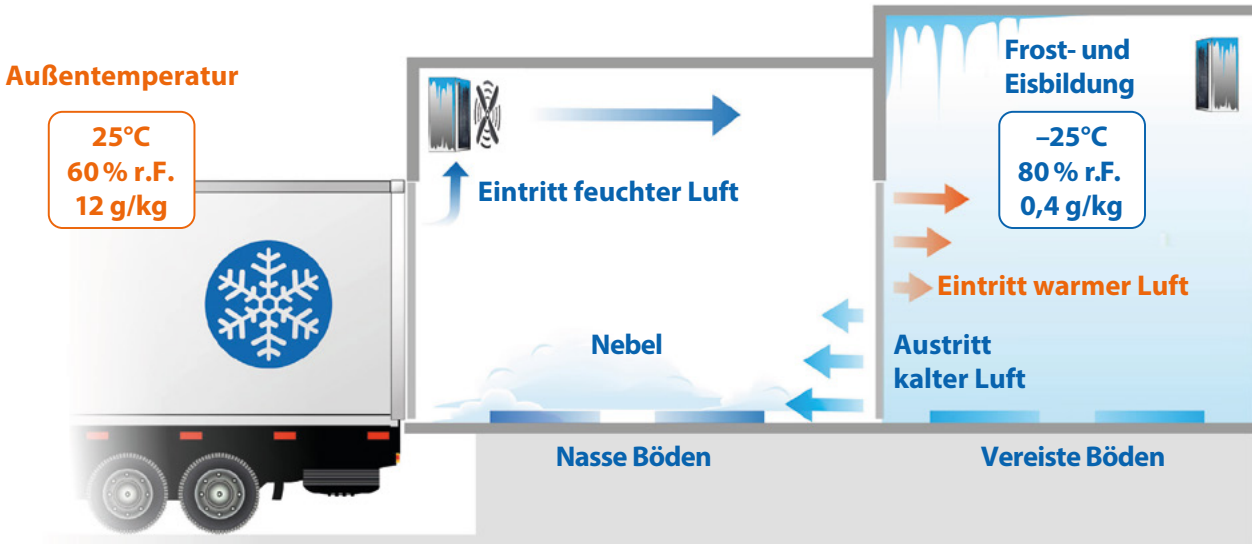




Kühlhaus

An den Laderampen von Kühlhäusern kann warme, feuchte Auuft in das Lager gelangen und zu Frost- und Eisbildung führen, während entweichende Kaltluft draußen Nebel und nasse Böden verursachen kann. An der Laderampe kann Kondenswasser auf die Produkte tropfen. Im Inneren des Kühlhauses kann sich angesammeltes Eis auf die Produkte und den Boden fallen, und am Verdampfer kann sich Frost ansammeln. Ein Luftentfeuchter an der Laderampe kann dazu beitragen:

- Nebel und Kondenswasser zu verhindern
- nasse und rutschige Böden zu vermeiden
- den Feuchteeintrag in den Tiefkühlbereich zu reduzieren und dadurch Eisbildung zu verhindern



Pharmaindustrie

Im Pharmasektor unterstützt die Entfeuchtung unter anderem:

- Einhaltung der GMP-Vorgaben
- Aufrechterhaltung konstanter Bedingungen das ganze Jahr über
- Gewährleistung einer präzisen Dosierung
- Optimierung der Granulierung
- Erleichterung eines gleichmäßigen Pulverflusses
- Vermeidung von Maschinenverstopfungen und damit weniger Reinigungs- und Stillstandszeiten
- Steigerung der Produktivität
- Abfallminimierung
- Aufrechterhaltung hygienischer Bedingungen bei reduziertem Mikroorganismenwachstum

Eine präzise Feuchtigkeitsregelung ist insbesondere bei der Herstellung von Gelatinekapseln und der Verpackung von Tabletten von entscheidender Bedeutung. Kontrollierte Feuchtigkeit trägt dazu bei, sterile Umgebungsbedingungen zu erhalten und die Haltbarkeit der Produkte zu verlängern.



Weitere Branchen

In militärischen Einrichtungen ist die Feuchtigkeitsregulierung unerlässlich, um die Zersetzung von Materialien und Munition zu verhindern.

In Windkraftanlagen und Brückenelementen sorgt die Adsorptionsentfeuchtung für ein geschütztes Innenklima, unabhängig von den Außentemperaturen, um Korrosion zu verhindern.

Bei der Herstellung von Verbundglas darf die hygroskopische Polyvinylbutyral (PVB)-Folie zwischen den Scheiben keine Feuchtigkeit aufnehmen. Während der PVB-Verarbeitung muss die Temperatur zwischen 18 °C und 23 °C gehalten werden, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 23–28 % und einem PVB-Wassergehalt von 0,4–0,6 %.

Die Archivierung von Papierdokumenten, Fotografien, Zellulosefilmen, Mikrofilmen und altem Pergament erfordert absolut stabile Temperatur- und Feuchtigkeitswerte.

Wasserversorgungsunternehmen benötigen eine Feuchtigkeitsregelung, um Kondensation zu vermeiden, wenn warme Außenluft auf kalte Rohrleitungen trifft. Andernfalls können Korrosion und langfristig sogar Rohrbrüche entstehen. Entscheidend ist dabei die Taupunkttemperatur an der Oberfläche.



Der Trotec-Pyrometer-Taupunktscanner BP25 misst die Lufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit, die Oberflächentemperatur (Messbereich: -50 °C bis +260 °C) und die Taupunkttemperatur (Messbereich: -30 °C bis +100 °C).

All diesen Anwendungsbereichen ist die Anforderung einer präzisen, stabilen Feuchtigkeitsregelung gemeinsam, oft innerhalb enger Toleranzen und unabhängig von Temperaturschwankungen. Durch die Entkopplung der latenten Last (Feuchtigkeit) von der sensiblen Last (Temperatur) sorgt die Adsorptionsentfeuchtung für die erforderliche Stabilität. Sie gewährleistet eine konstante relative Luftfeuchtigkeit unabhängig von äußeren Bedingungen und schützt empfindliche Materialien, Bauwerke und Produktionsprozesse, bei denen bereits geringe Schwankungen zu Schäden, Korrosion oder Produktfehlern führen können.





6. Leitfaden zur Auswahl einer geeigneten Entfeuchtungslösung

Die Auswahl der geeigneten Entfeuchtungstechnologie und der richtigen Geräteleistung erfordert eine strukturierte Bewertung der Einsatzumgebung. Die folgenden vier Schritte fassen die wichtigsten Überlegungen zusammen und ordnen sie den verfügbaren Hauptproduktkategorien zu.

Schritt 1 – Definition der Betriebsumgebung und der betrieblichen Herausforderung

Vor der Auswahl einer Entfeuchtungstechnologie ist es unerlässlich, nicht nur die Umgebungsbedingungen am Standort zu verstehen, sondern auch die zugrunde liegende betriebliche Herausforderung, die den Bedarf an Feuchtigkeitsregelung begründet.

In vielen Projekten ist übermäßige Luftfeuchtigkeit die Hauptursache für umfassendere Probleme in den Bereichen Betrieb, Qualität, Compliance oder Produktivität. Ein klares Verständnis dieser Herausforderungen ist entscheidend für die Auswahl der richtigen Technologie, die korrekte Dimensionierung der Anlagen und die Festlegung realistischer Feuchtigkeitsziele.

Eine fundierte Bewertung umfasst in der Regel die folgenden Fragen:

- Welche Produkte, Materialien oder Prozesse müssen geschützt werden?
- Verursacht die Luftfeuchtigkeit Schimmelbildung, Korrosion oder Kondensation?
- Gibt es Anforderungen hinsichtlich Hygiene, HACCP, FDA oder GMP?
- Beeinflusst Feuchtigkeit die Produktqualität, die Haltbarkeit oder die Unversehrtheit der Verpackung?
- Gibt es betriebliche Probleme wie Anlagenausfälle, Wartungskosten (z. B. durch Störungen), Frost, rutschige Böden oder Beschwerden der Mitarbeiter?
- Besteht das Ziel darin, Sachwerte zu schützen, die Produktionsstabilität zu verbessern oder die Trocknung nach einem Wasserschaden zu beschleunigen?
- Wird der Bereich dauerhaft genutzt, temperiert oder dem Eindringen von Außenluft ausgesetzt?

Erst wenn die betriebliche Herausforderung klar identifiziert wurde, sollten die Umgebungsbedingungen bewertet werden.

Die wichtigste Umgebungsvariable ist der Temperaturbereich, in dem der Luftentfeuchter betrieben wird. Dieser bestimmt vor allen anderen Überlegungen, welche Technologie geeignet ist.

Schritt 2 – Ermittlung der Feuchtigkeitsanforderungen

Nicht alle Anwendungen erfordern denselben Zielfeuchtigkeitsgrad:

- 40–60 % r. F.: Standardkomfort und Materialschutz (Gewerbegebäude, Lagerhallen, Freizeiteinrichtungen)
- 30–40 % r. F.: erweiterter Konservierungsschutz (Archive, Museen, Elektronikfertigung)
- < 20 % r. F. oder sehr niedriger Taupunkt: Pharmazie, Chemie, Kühlhäuser – ausschließlich Adsorptionstechnologie

Manchmal ist die Luftfeuchtigkeit nicht der einzige Datenpunkt, den Sie benötigen. Oberflächentemperatur und Taupunkttemperatur können ebenso entscheidend sein.

Schritt 3 – Feuchtigkeitslast und Luftstrom berücksichtigen

Die Entfeuchtungsleistung muss auf die Feuchtigkeitslast im Raum abgestimmt sein. Ein zu kleines Gerät führt zu anhaltend hoher Luftfeuchtigkeit; ein zu großes Gerät erhöht die Anschaffungs- und Betriebskosten unnötig.

Zu den wichtigsten Faktoren gehören:

- Das Raumvolumen (m^3)
- Die Anzahl der Personen oder Prozesse, die Feuchtigkeit erzeugen
- Die Häufigkeit und Intensität feuchtigkeitserzeugender Aktivitäten (Dampfreinigung, Nassprozesse, Produktlagerung)
- Die Luftaustauschrate mit der Außenluft (beispielsweise häufiges Öffnen von Türen)

Schritt 4 – Achten Sie auf das Kondensatmanagement

Dieser Aspekt wird bei der Planung oft übersehen und führt später zu Einschränkungen bei der Installation:

- Kondensationsentfeuchter erzeugen flüssiges Kondensat. Es sollte entweder ein geeigneter Ablauf mit natürlichem Gefälle vorgesehen oder die manuelle Entleerung eines Auffangbehälters eingeplant werden.
- Adsorptionsentfeuchter leiten Feuchtigkeit als warmen Dampf über einen Kanalanschluss ab. Der Abluftweg für die Regenerationsluft muss von Anfang an in die Installationsplanung einbezogen werden.
- Einige Adsorptionsentfeuchter sind mit einem luftgekühlten Kondensator ausgestattet, der Wasser erzeugt, anstatt feuchte Luft abzuführen. Eine praktische Lösung, wenn Sie die Adsorptionskapazität nutzen möchten, aber auf die Verrohrung verzichten wollen.

Die Dantherm Group verfügt über mehr als 60 Jahre Erfahrung in der Entwicklung und Herstellung von Klimalösungen für Wohn-, Industrie- und Gewerbebereiche. Unser Portfolio umfasst kondensations- und adsorptionsbasierte Systeme, die weltweit im Bauwesen, bei der Wasserschadensanierung, in Schwimmbädern und in großen Industrieanlagen zum Einsatz kommen.

Wenden Sie sich an die Dantherm Group, wenn Sie Unterstützung bei der Bewertung und Dimensionierung von Trocknungslösungen benötigen.

Dantherm Group
–Spezialisten für Klimatechnik mit über ***60 Jahren*** Branchenerfahrung



DANTHERMGROUP

DÄNEMARK
Dantherm Denmark A/S
DK-7800 Skive
+45 96 14 37 00
sales.dk@danthermgroup.com

DEUTSCHLAND
Trotec GmbH
52525 Heinsberg
+49 2452 962-0
sales.de@danthermgroup.com

22844 Norderstedt
+49 40 526 8790
sales.de@danthermgroup.com

FRANKREICH
Dantherm Group SAS
69694 Vénissieux Cedex
+33 4 78 47 11 11

67850 Herrlisheim
+33 3 90 29 48 18
sales.fr@danthermgroup.com

SPANIEN
Dantherm Group SP SAU
28108 Alcobendas, Madrid
+34 91 661 45 00

46980 Paterna, Valencia
+34 961 524 866
sales.es@danthermgroup.com

GROSSBRITANNIEN
Dantherm Group Ltd
Maldon CM9 4XD
+44 (0)1621 856611
sales.uk@danthermgroup.com

ITALIEN
Dantherm Group S.p.A.
37010 Pastrengo (VR)
+39 045 6770533
sales.it@danthermgroup.com

POLEN
Dantherm Group Sp. z o.o.
60-003 Poznań
+48 61 65 44 000
sales.pl@danthermgroup.com

NORWEGEN
Dantherm Group AS
3138 Skallestad
+47 33 35 16 00
sales.no@danthermgroup.com

SCHWEDEN
Dantherm Group AB
602 13 Norrköping
+46 (0)11 19 30 40
sales.se@danthermgroup.com

SCHWEIZ
Dantherm Group AG
CH-5405 Baden Dättwil
+41 43 500 00 50
sales.ch@danthermgroup.com

BENELUX
Dantherm Group B.V.
3011 AN Rotterdam
sales.benelux@danthermgroup.com

Händler:

05-2026

AUF DEM LAUFENDEN BLEIBEN

FOLGEN SIE UNS AUF:

danthermgroup.com