

Dantherm[®]
CLIMATE SOLUTIONS



AUSWAHLHILFE FÜR
SCHWIMMBADENTFEUCHTER

DANTHERMGROUP



INHALT

	Seite
Warum sollte ein Schwimmbad entfeuchtet werden?	5
Die Vorgänge in der Luft verstehen	6
Die korrekte chemische Zusammensetzung des Wassers	10
Wählen Sie geeignete Materialien	11
Zwei Möglichkeiten zur Steuerung der Luftfeuchtigkeit	12
Für welche Art von Entfeuchter sollten Sie sich entscheiden?	15
Temperaturmanagement	16
Wie die Betriebsbedingungen zu ermitteln sind	18
Wie die Feuchtelast berechnet wird	20
Auswahl der Art des Entfeuchters	25
Wie ist der Entfeuchter zu dimensionieren?	36
Luftumwälzung	38
Luftverteilung	40
Regulierung der Luftvolumen	42
Schritt für Schritt – Wie richtig dimensioniert wird	43





1

WARUM SOLLTE EIN SCHWIMMBAD ENTFEUCHTET WERDEN?

An der Wasseroberfläche eines Schwimmbads und an den feuchten Kacheln rundherum verdunsten ständig große Mengen Wasser. Im Laufe eines einzigen Tages können mehrere Tausend Liter Wasser in einem Schwimmbad verdunsten.

Viel zu viele private und öffentliche Schwimmbäder mussten bereits geschlossen werden, da das Inventar, die Wände und das Gebäude selbst von Schimmel, Fäule und Korrosion in Mitleidenschaft gezogen wurden – weil nie ein geeignetes Entfeuchtungssystem eingebaut wurde. Feuchtigkeit an sich ist kritisch, und zugleich ist Chlor eine aggressive Substanz, die in Verbindung mit dem Kondensat Baustoffe stark angreift.

Durch die Entfeuchtung wird nicht nur das Gebäude geschützt, sondern sie trägt auch zum Komfort der Menschen bei, die sich darin aufhalten. Kein Besucher und kein Mitarbeiter findet den Aufenthalt in einem Schwimmbad mit übermäßiger Feuchtigkeit angenehm.

Ein Instrument zur Auswahl der richtigen Lösung

Um diese Probleme zu lösen, hat Dantherm diese Auswahlhilfe für die Entfeuchtung von Schwimmbädern verfasst. Ziel dieser Anleitung ist es, Konstrukteuren und Installateuren für die Auswahl eines geeigneten Schwimmbadentfeuchters ein Instrument an die Hand zu geben – unabhängig davon, ob das Gerät für ein kleineres Schwimmbad, ein Hotelschwimmbad oder eine öffentliche Schwimmhalle bestimmt ist.

Die Dimensionierung eines Schwimmbadentfeuchters ist keine genaue Wissenschaft und es gibt viele voneinander abhängige Faktoren, die einen Einfluss darauf haben. Wird in einem Bereich eine Veränderung vorgenommen, so werden dadurch häufig auch andere Bereiche beeinflusst. Das Thema Entfeuchtung muss gründlich durchdacht werden und erfordert vor allem einen guten Austausch zwischen dem Architekten und dem beratenden Ingenieur.

Eine gute Entfeuchtungslösung ist eine Gesamtlösung und deshalb bezieht sich diese Anleitung sowohl auf die Entfeuchtung als auch auf die Temperierung und die Belüftung.

Diese Auswahlhilfe fußt auf Dantherms umfassendem Fachwissen und vielen Jahren Erfahrung in der Entfeuchtung von Tausenden von Schwimmbädern.

Deshalb können wir Ihnen mit Überzeugung versichern, dass Sie auf der sicheren Seite sind, wenn Sie die Anweisungen dieser Anleitung befolgen.

2

DIE VORGÄNGE IN DER LUFT VERSTEHEN

Um die Vorgänge in der Luft zu verstehen, müssen Sie sich die Luft als eine Mischung aus trockener Luft und Wasserdampf vorstellen.

Wir bezeichnen diese Mischung als feuchte Luft. Luft dehnt sich aus, wenn sie erwärmt wird und zieht sich zusammen, wenn sie abkühlt. Wenn Luft erwärmt wurde, kann sie mehr Wasserdampf aufnehmen und wenn sie abkühlt, kann sie weniger Wasserdampf aufnehmen. Wenn sich Luft stark abkühlt, erreicht sie den Taupunkt. Das bedeutet, dass die Luft gesättigt ist und der Wasserdampf in Form von Wasser kondensiert.

Der Taupunkt ist ein wichtiger Begriff im Zusammenhang mit der Entfeuchtung von Schwimmbädern. Feuchte Luft wird an einer kalten Oberfläche kondensieren, wenn die Temperatur der

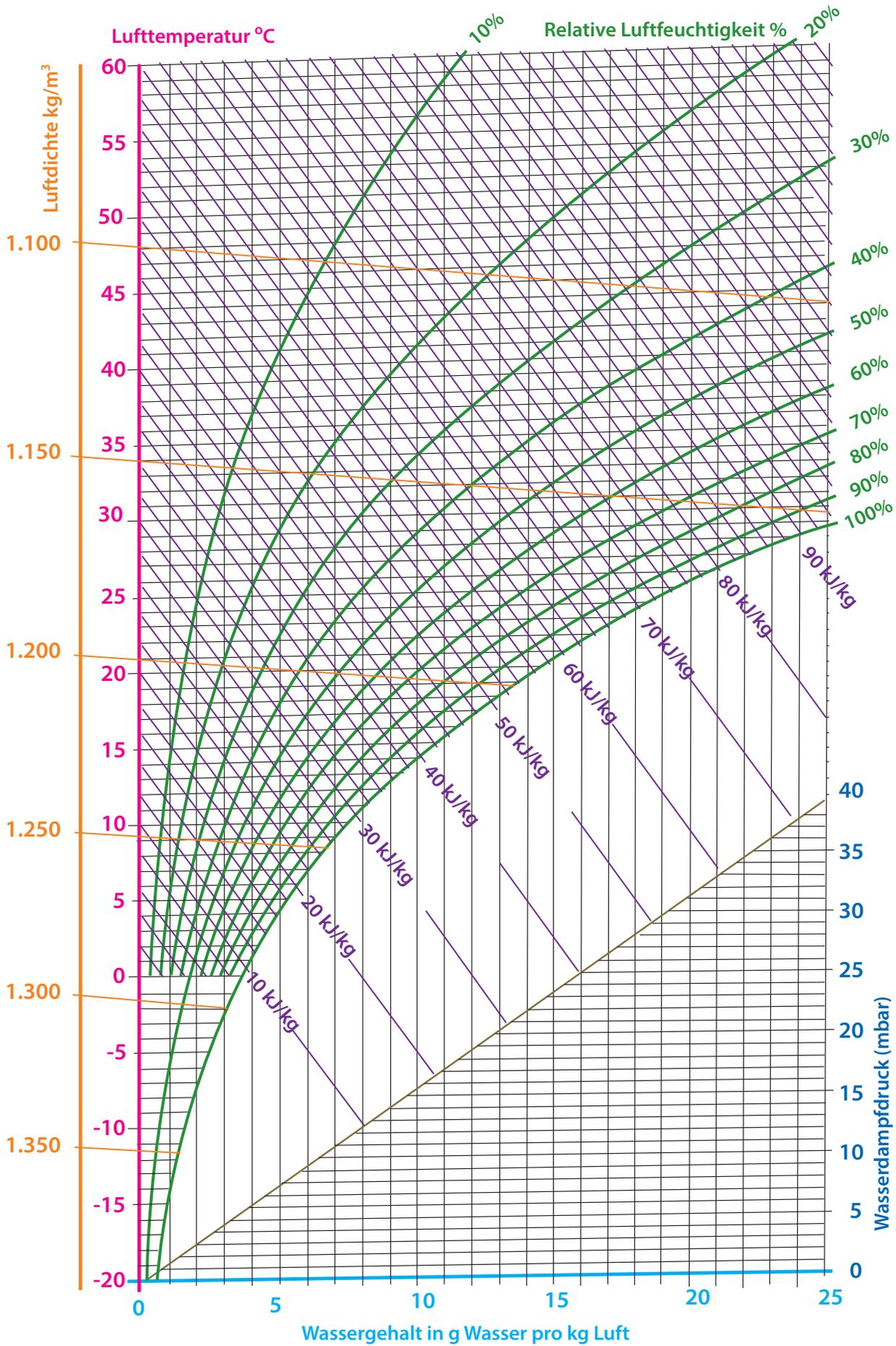
kalten Oberfläche unterhalb des Taupunkts liegt.

Die höchste relative Luftfeuchtigkeit, die bei einer gegebenen Raumtemperatur möglich ist, wird durch den Isolierungsgrad des Gebäudes, den Wassergehalt der Luft, die Temperatur der Außenluft und die Luftumwälzung im Raum bestimmt.

Wenn die Lufttemperatur in einem Schwimmbad beispielsweise 28 °C beträgt und die relative Luftfeuchtigkeit bei 60 % liegt, wird die Luft an der Wand kondensieren, wenn die Wandtemperatur unterhalb von 19,5 °C liegt.

Um das physikalische Wechselspiel in der Luft erklären und verstehen zu können, nutzen wir ein Mollier-Diagramm.

Die Luftdichte (ρ)	Die vertikale orange Achse ganz links außen. Die Luftdichte verändert sich entsprechend, wenn sich die Temperatur/relative Luftfeuchtigkeit verändert. Grundsätzlich ist Luft umso leichter, je höher die relative Luftfeuchtigkeit ist. Wir verwenden $\rho = 1,175 \text{ kg/m}^3$ Luft als Mittelwert der Luftdichte innerhalb und außerhalb von Gebäuden.
Lufttemperatur (t) Trockenkugel (t)	Die vertikale, rosafarbene Achse auf der linken Seite mit entsprechenden leicht geneigten Linien. Die Temperatur, die wir mit einem Standardthermometer in der Luft messen. Die Temperatur wird in °C angegeben.
Enthalpie (h)	Die violetten , diagonalen Linien. Die Enthalpie beschreibt den Wärmeinhalt der Luft und wird in kJ/kg Luft angegeben. Beginnt bei 0 °C = 0 kJ/kg.
Relative Luftfeuchtigkeit (rF)	Die grünen Kurven. Die relative Luftfeuchtigkeit wird in Prozent (%) angegeben und beschreibt den tatsächlichen Wasserdampfdruck der Luft im Vergleich zu dem Wasserdampfdruck, wenn die Luft gesättigt ist.
Wassergehalt (x)	Die horizontale, hellblaue Achse unten. Der Wassergehalt beschreibt die Menge an Wasser, die sich tatsächlich in der Luft befindet, und wird in g Wasser pro kg Luft angegeben.
Wasserdampfdruck (p)	Die vertikale, blaue Achse rechts. Der Wasserdampfdruck wird in mbar gemessen und abgelesen, um den Wasserdampfpartialdruck zu bestimmen.
	Die braune, diagonale Linie in der unteren Hälfte des Diagramms ist eine Hilfslinie, die zur Bestimmung des Wasserdampfpartialdrucks dient.

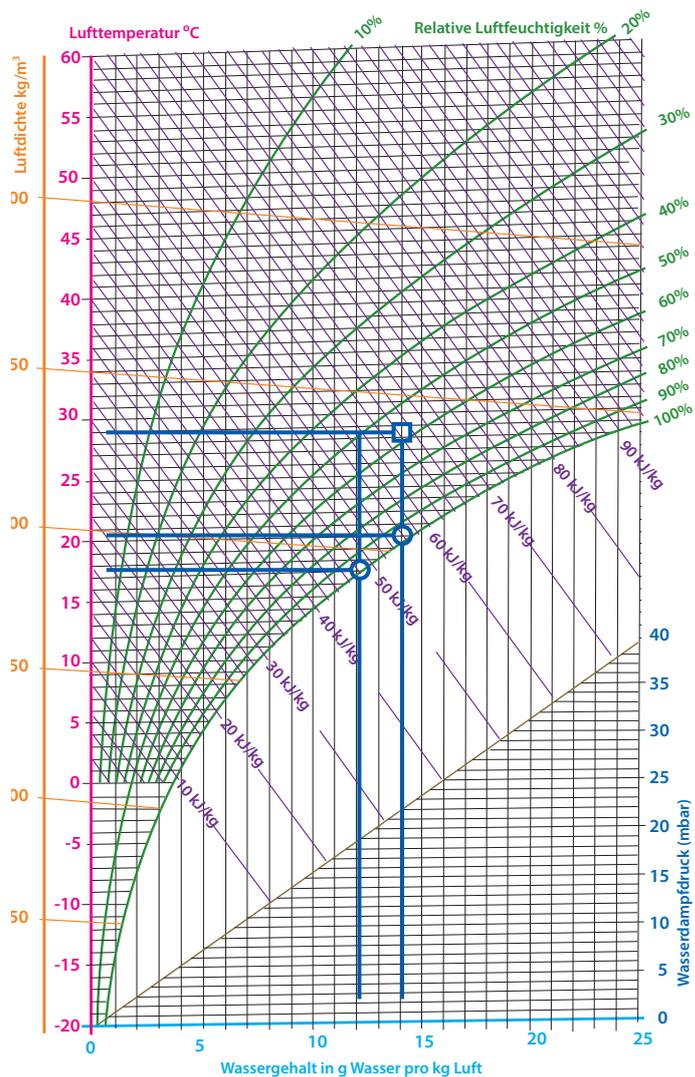


BEISPIEL: WIE DAS MOLLIER-DIAGRAMM ZU VERWENDEN IST

Im Mollier-Diagramm können Sie den Taupunkt und den Wassergehalt der Luft ablesen, wenn Sie die relative Luftfeuchtigkeit und die Lufttemperatur kennen. Der Punkt wird im Diagramm dargestellt und der Wassergehalt der Luft ist auf der X-Achse zu finden. Um den Taupunkt zu finden, bewegt man sich vertikal in dem Diagramm, bis man die 100 % rF-Kurve schneidet. Dann kann der Taupunkt auf der Y-Achse abgelesen werden.

Bei 28 °C und 60 % rF beträgt der Wassergehalt ca. 14 g Wasser pro kg Luft und der Taupunkt liegt bei ca. 19,5 °C. Dies bedeutet, dass sich Kondenswasser an Oberflächen in diesem Raum bilden wird, wenn deren Temperatur unter 19,5 °C liegt.

Wenn das Gebäude mangelhaft isoliert ist, kann es notwendig sein, die relative Luftfeuchtigkeit auf 50 % rF abzusenken. Der Wassergehalt wird auf 12 g Wasser/kg Luft absinken und der Taupunkt wird auf 16,5 °C absinken.





DIE KORREKTE CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG DES WASSERS

Die richtige Kombination an Chemikalien ist in einem Schwimmbad äußerst wichtig, sowohl für die Gesundheit der Nutzer als auch für das Inventar und den Technikraum des Schwimmbads.

Unzureichend behandeltes Wasser führt zu mangelhafter Hygiene, während bei zu stark behandeltem Wasser Gase in der Luft auftreten, die Chlor enthalten, das die Augen reizen und Atembeschwerden verursachen kann.

Gleichzeitig kann durch die inkorrekte Zusam-

menetzung der chemischen Inhaltsstoffe im Wasser innerhalb kürzester Zeit das gesamte Inventar ruiniert werden, einschließlich des Entfeuchters und anderer Anlagen, die installiert wurden, um die Luft aufzubereiten.

Unten sind die Schwellenwerte aufgeführt, die gemäß EN/ISO 12944-2, Schutzklasse C4, für Produkte für Schwimmbäder gelten. Diese Schwellenwerte müssen eingehalten werden, damit die Garantie gültig ist.

WENN CHEMIKALIEN HINZUGEFÜGT WERDEN

Inhaltsstoffe	PPM
Freies Chlor	1,0 - 2,0
Gebundenes Chlor	Max. 1/3 des Inhalts an freiem Chlor
pH	7,2 - 7,6
Gesamtalkalität	80 - 150
Calciumhärte	250 - 450
Gesamte gelöste Feststoffe (TDS)	< 2.000
Sulfate	< 360

MIT EIGENER CHLORHERSTELLUNG

Inhaltsstoffe	PPM
Salz (NaCl)	< 30.000
Gesamte gelöste Feststoffe (TDS)	< 5.500
pH	7,2 - 7,6
Gesamtalkalität	80 - 150
Calciumhärte	250 - 450
Sulphates	< 360

4

WÄHLEN SIE GEEIGNETE MATERIALIEN

Aufgrund der aggressiven Umgebung in einem Schwimmbad ist es sehr wichtig, dass die in einem Entfeuchter verbauten Materialien korrosionsgeschützt sind, da die Lebensdauer der Geräte ansonsten sehr kurz ist.

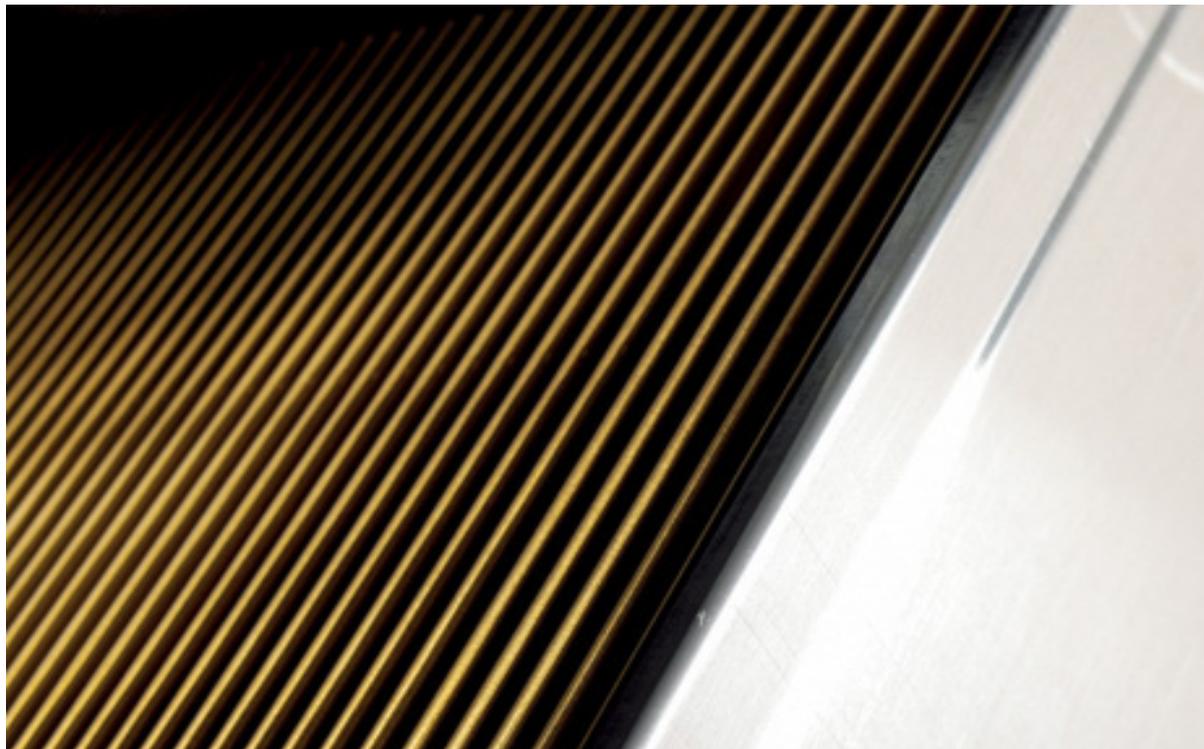
Geräte für die kontrollierten Wohnraumlüftung sind nicht auf eine aggressive Umgebung wie die eines Schwimmbads ausgelegt. Aus diesem Grund kann ein Gerät für die kontrollierten Wohnraumlüftung nicht für die Belüftung von Schwimmbädern benutzt werden.

Das Grundmaterial, das in dem Entfeuchter für Wärmetauscher, Ventilatoren und Oberflächen verwendet wird, kann unterschiedliche Korrosionsklassen haben, entsprechend der erforderlichen Lebensdauer. Es wird empfohlen, als Grund-

material Aluminium oder pulverbeschichteten, feuerverzinkten Stahl zu verwenden. Die Wärmetauscher sollten aus mit Epoxid geschütztem und beschichtetem Aluminium bestehen.

Insbesondere die Verdampfer und Kondensatoren müssen gut geschützt werden, erstens durch eine Grundierung anhand einer Epoxid-Beschichtung und zweitens durch eine Deckschicht. Im Allgemeinen sind verzinkter Stahl oder pulverbeschichtetes Aluminium die einzigen Materialien, die für Schwimmbadumgebungen geeignet sind. Gewöhnlicher Edelstahl sollte nicht verwendet werden.

Die Schwimmbadentfeuchter von Dantherm sind standardmäßig gemäß EN/ISO 12944-2, Schutzklasse C4, geschützt.



ZWEI MÖGLICHKEITEN ZUR STEUERUNG DER LUFTFEUCHTIGKEIT

Früher bestand das Standardverfahren darin, die Luft in einem Schwimmbad durch Frischluft zu ersetzen. Außenluft trägt zum Komfort bei, doch das Erwärmen der Frischluft ist aufgrund des Energieaufwands kostenintensiv.

Steigende Energiepreise und ein erhöhtes Bewusstsein hinsichtlich des Energieverbrauchs haben zu einem stärkeren Fokus auf die Einsparung von Energie geführt – und dies schließt die Entfeuchtung mit ein. Aus diesem Grund liegt der Schwerpunkt heutzutage darauf, so viel Luft wie möglich umzuwälzen oder die Wärme über Wärmetauscher zurückzugewinnen.

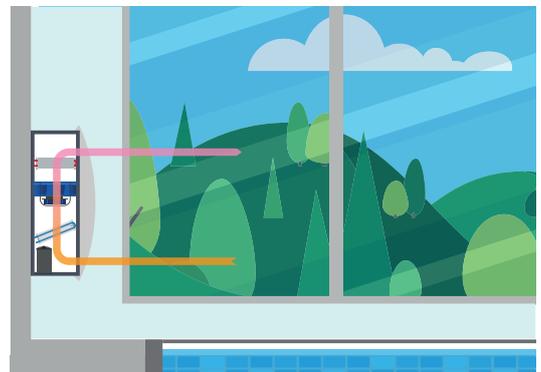
Grundsätzlich kann ein Schwimmbad auf zweierlei Art und Weise entfeuchtet werden: durch Kondensationsentfeuchter oder durch Ventilation.

ENTFEUCHTUNG DURCH KONDENSATIONS- ENTFEUCHTER

Für kleine Schwimmbäder in Privathäusern, Hotels oder in Wellness-Zentren werden häufig Entfeuchter verwendet, die die Luft umwälzen und das Wasser über ein Verdampferregister kondensieren. Diese Art von Entfeuchter wird Kondensationsentfeuchter genannt.

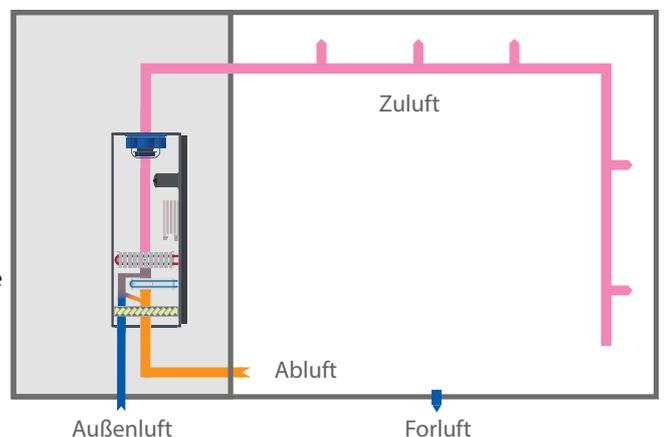
Woraus besteht ein Kondensationsentfeuchter?

Ein Kondensationsentfeuchter besteht aus einem Ventilator, einer Kühleinheit und, falls erforderlich, einem Außenlufteinlass.



BEGRIFFE

- Außenluft:** Luft, die außerhalb des Gebäudes eingesaugt wird und als Frischluft verwendet wird.
- Fortluft:** Die Luft, die aus dem Gebäude ins Freie geleitet wird.
- Zuluft:** Die trockene, entfeuchtete Luft, die in das Schwimmbad geleitet wird.
- Abluft:** Die feuchte Luft aus dem Schwimmbad, die in den Entfeuchter eingesaugt wird.



Die Kühleinheit besteht aus einem Verdampfer, einem Kondensator und einem Kompressor.

Wie arbeitet ein Kondensationsentfeuchter?

In einem Kondensationsentfeuchter wird die feuchte Luft über ein Kühlregister (Verdampfer in der Kühleinheit) geleitet und der Wasserdampf in der Luft kondensiert in Form von Wasser.

Die Kühleinheit funktioniert folgendermaßen: Ein Kältemittel wird bei niedrigem Druck und geringer Temperatur im Verdampfer verdampft und anschließend bei hohem Druck und hoher Temperatur im Kondensator auf der anderen Seite des Kompressors kondensiert.

Bei einigen Arten von Kondensationsentfeuchtern besteht ebenfalls die Möglichkeit, trockene Außenluft zu einem gewissen Maß einzusaugen – bis zu 30 % – wenn die Luftqualität und der Komfort berücksichtigt werden müssen oder Auflagen hinsichtlich des Entfeuchtungsbedarfs bestehen.

Ein Kondensationsentfeuchter erzeugt durch den Kondensationsprozess und die Stromversorgung des Kompressors und des Ventilators Energie. Der thermische Beitrag eines Kondensationsentfeuchters ist erheblich und sollte in die Gesamtberechnung des Wärmeverlusts mit einfließen.

Falls gewünscht kann die überschüssige Energie oder ein Teil davon regelmäßig durch einen wassergekühlten Kondensator oder einen externen luftgekühlten Kondensator beseitigt werden.

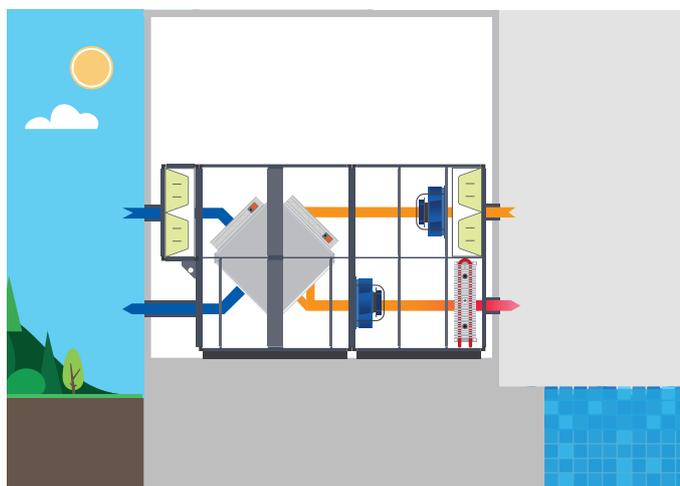
ENTFEUCHTUNG DURCH VENTILATION

In kleinen Schwimmbädern mit hohen Komfortstandards oder großen öffentlichen Schwimmbädern ist es häufig notwendig, einen Großteil der Luft aus Komfort- und Hygienegründen zu ersetzen und dafür eignet sich eine Ventilationslösung am besten.

Woraus besteht ein Ventilationsgerät?

Ein Ventilationsgerät besteht aus einem Ventilator, einer Wärmerückgewinnungseinheit, einer Mischklappe und, falls notwendig, einer Wärmepumpe.

Bei einer Ventilationslösung wird die Luft komplett



oder teilweise ausgetauscht. Es kann sinnvoll sein, einen Teil des Luftstroms umzuwälzen, sodass entsprechend den Anforderungen ein beliebiger Teil zwischen 0 % und 100 % der Luft umgewälzt wird. Die Luftströme werden in der Mischklappe des Entfeuchters gemischt.

Wie arbeitet ein Ventilationsgerät?

Bei einer Ventilationslösung wird die feuchte Luft aus dem Schwimmbad abgesaugt und durch trockene Außenluft ersetzt. Die Energie der warmen, feuchten Schwimmbadluft wird in der Wärmerückgewinnungseinheit zurückgewonnen, in der Regel in einem Plattenwärmetauscher.

Bei einem Ventilationsgerät mit einer Wärmepumpe fungiert die Wärmepumpe sowohl als Entfeuchter als auch als dezidierte Wärmepumpe. Diese Lösung bietet eine höhere Wärmerückgewinnung und minimiert die notwendige Außenluftaufnahme. Die Wärmepumpe erwärmt die Luft im Winter und kann die Luft auch in der Nacht entfeuchten, sollte dies notwendig sein.



FÜR WELCHE ART VON ENTFEUCHTER SOLLTEN SIE SICH ENTSCHEIDEN?

Unten finden Sie eine Liste einfacher Merkmale, die Ihnen bei der Auswahl des geeigneten Entfeuchters behilflich sein kann.

KONDENSATIONSENTFEUCHTER

Vorteile	Nachteile
Leicht zu installieren und zu verwenden	Erzeugt Wärme
Geringe Investition	Kann nur eine begrenzte Menge an Außenluft aufnehmen

VENTILATIONSGERÄTE

Vorteile	Nachteile
Optimale Regulierung der Feuchtigkeit und der Temperatur	Kann nicht verwendet werden, wenn die Außenluft feuchter ist als die Raumluft.
Bis zu 100 % Außenluft.	Größere Investition als der Kondensationsentfeuchter
Freie Kühlung Aktive Kühlungsoption	Benötigt mehr Platz als der Kondensationsentfeuchter

In kleinen Schwimmbädern und Wellness-Bereichen besteht selten der Bedarf an großen Mengen Außenluft. Hier fällt die Wahl häufig auf einen Kondensationsentfeuchter, da die Investition gering und das Gerät einfach zu verwenden ist.

Bei mittelgroßen Schwimmbädern, privaten Schwimmbädern oder Hotelschwimmbädern stehen Kondensationsentfeuchter und Ventilationsgeräte zur Auswahl und die Entscheidung ist von mehreren Faktoren abhängig: Anforderungen an die Menge der Außenluft, Komfortstufe und das vorhandene Budget. Falls hohe Anforderungen hinsichtlich der Menge an Außenluft und des Komforts vorhanden sind und das Budget ausreicht, fällt die Wahl tendenziell eher auf ein Ventilationsgerät.

In großen öffentlichen Schwimmbädern sind Ventilationsgeräte aufgrund des erforderlichen Volumens an Außenluft, das sich durch die Zahl der Nutzer bedingt, häufig die beste Wahl. Doch wenn die Außenluft über längere Zeiträume feuchter ist als die Raumluft, fällt die Wahl natürlich auf einen Kondensationsentfeuchter.

Zusätzlich zur Entfeuchtung kann der Entfeuchter auch zur Steuerung der Raum- und der Wassertemperatur des Schwimmbads eingesetzt werden. Allerdings kann das Schwimmbadwasser nur über eine Einheit erwärmt werden, die einen eingebauten Kühlkreislauf hat.

ERWÄRMUNG/KÜHLUNG DER LUFT

Die thermischen Anforderungen an ein Schwimmbad werden durch mehrere Faktoren bestimmt:

- » Lüftungsverlust, sowohl mechanischer Art als auch durch Undichtheiten im Gebäude.
- » Der Durchgangsverlust des Gebäudes, sprich der thermische Verlust durch Wände, Decken, Fenster usw.
- » Solare Gewinne wie z. B. Sonnenlicht, das durch Fenster hereinkommt.

Je nachdem, welcher Entfeuchter ausgewählt wurde, gibt es für die Temperatursteuerung unterschiedliche Optionen.

Heizregister

Heizregister werden am häufigsten verwendet, um die Temperatur zu regulieren. Je nach Anlage wird das Heizregister durch ein EIN/AUS-Signal (kleine Anlage) oder ein 0–10 V-Signal (große Anlage) gesteuert.

Es gibt zwei verschiedene Arten von Heizregistern: Ein Warmwasserregister für den Anschluss an die Zentralheizung und ein elektrisches Heizregister. Beide Arten können in der Regel in unterschiedlichen Größen geliefert werden, entsprechend der Wassertemperatur und den Heizanforderungen. Eine Anlage, die durch Außenluft entfeuchtet, muss immer über ein Heizregister verfügen. Ein Kondensationsentfeuchter benötigt lediglich ein Heizregister wenn er mit einem Außenluftanteil arbeitet, oder nur mit Umluft, ohne zusätzliche Heizung im Schwimmbad, betrieben wird.

Freie Kühlung (nur bei der Entfeuchtung durch Ventilation)

Wenn im Sommer die Sonne durch die Fenster scheint, wird im Schwimmbad häufig eine Temperatur erreicht, welche die gewünschte Raumtemperatur übersteigt. Wenn die tatsächliche Raumtemperatur höher ist als der gewünschte Sollwert und höher als die Außentemperatur, haben Sie die Möglichkeit, die freie Kühlung zu verwenden.

Bei der freien Kühlung wird die kältere Außenluft durch einen Tauscher und einen Bypass geleitet, sodass die Außenluft nicht weiter erwärmt wird. Auf diese Art und Weise kann mithilfe der Außenluft die Raumtemperatur gesenkt werden. Die Steuerung der freien Kühlung erfolgt vollautomatisch über die anlageneigene Steuerungseinheit.

Kühlung durch eine reversible Wärmepumpe (nur bei der Entfeuchtung durch Ventilation)

In einigen Ländern reicht die freie Kühlung nicht aus: In so einem Fall kann eine Wärmepumpe mit einem 4-Wege-Ventil in eine reversible Kühlungseinheit eingebaut werden.

Reversibel bedeutet, dass die Wärmepumpe den Fluss des Kühlmittels umkehrt, sodass der Abschnitt, der ursprünglich als Verdampfer im Hinblick auf die Fortluft fungierte, nun als Kondensator dient und der Abschnitt, der ursprünglich als Kondensator im Hinblick auf die Außenluft fungierte, nun als Verdampfer dient.

Somit besteht nun die Möglichkeit, die warme Außenluft zusätzlich zu kühlen. Die Außenluft wird durch ein Kühlregister gesogen und abgekühlt. Die Steuerung des 4-Wege-Ventils und folglich der Kühlung erfolgt vollautomatisch über die anlageneigene Steuerungseinheit.

Kühlung durch ein Kühlregister

Wenn die Kühlleistung einer reversiblen Wärmepumpe nicht ausreicht oder ein Kondensationsentfeuchter in einem Land mit einem heißen und feuchten Klima installiert wurde, ist häufig ein Kühl-

register notwendig. Je nach Anlage wird das Heizregister durch ein EIN/AUS-Signal (kleine Anlage) oder ein 0–10 V-Signal (große Anlage) gesteuert.

Es gibt zwei verschiedene Arten von Kühlregistern: Ein Kaltwasserregister für einen Anschluss an eine zentrale Kühleinheit oder ein DX-Kühlregister für den direkten Anschluss an eine separate Kompressoreinheit. Beide Arten können in der Regel in unterschiedlichen Größen geliefert werden, entsprechend den Kühlanforderungen.

In Ländern, in denen es im Sommer sehr heiß wird, kann die absolute Feuchtigkeit der Außenluft zu hoch sein, um sie zur Entfeuchtung zu verwenden. Wenn dies der Fall ist, kann ein Kühlregister zur Entfeuchtung der Außenluft eingesetzt werden.

Da die Außenluft in diesem Fall stark abgekühlt werden muss, um entfeuchtet zu werden, muss das Kühlregister vor dem eingebauten Heizregister installiert werden. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, die Luft wieder aufzuwärmen, um zu verhindern, dass zu kalte Luft in das Schwimmbad geblasen wird.

Kühlung durch einen externen Kondensator (nur Kondensationsentfeuchter)

Ein Kondensationsentfeuchter erzeugt immer überschüssige Wärme. Dies ist auf die elektrische Energie zurückzuführen, die der Kompressor benötigt, und darauf, dass jeder Liter an kondensiertem Wasser eine Wärmeleistung von rund 0,7 kW aufweist. Häufig ist ein wassergekühlter Kondensator in dieser Anlage verbaut. Dadurch ist es möglich, die überschüssige Wärme an das Schwimmbadwasser oder an das Brauchwasser zu übertragen.

In Ländern, in denen im Sommer ein heißes Klima herrscht, ist die überschüssige Wärme der Anlage jedoch häufig größer als der Wärmeverlust des Wassers, sodass mit der überschüssigen Wärme auf andere Art und Weise umgegangen werden muss. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, einen externen luftgekühlten Kondensator zu verwenden. Dadurch kann nicht nur die überschüssige Wärme vollständig an die Außenluft übertragen werden, sondern es ist auch möglich zusätzliche Wärme auf diese Weise abzuführen. Somit kann ein externer Kondensator auch ohne separat eingebautes Kühlregister zur aktiven Kühlung des Schwimmbads eingesetzt werden.

Externe luftgekühlte Kondensatoren werden in der Regel nicht von Dantherm geliefert, aber

Dantherm stellt alle notwendigen Daten für deren Berechnung zur Verfügung. Kondensationsentfeuchter werden anschlussfertig geliefert, um an den externen Kondensator angeschlossen zu werden. Die Steuerung des externen Kondensators erfolgt vollautomatisch über die anlageneigene Steuerungseinheit.

ERWÄRMUNG DES SCHWIMMBADWASSERS

Der Heizbedarf des Schwimmbadwassers wird hauptsächlich von zwei Faktoren bestimmt:

- » Die Verdunstung des Schwimmbadwassers.
- » Der Durchgangsverlust des Schwimmbeckens, d. h. der Wärmeverlust durch den Boden und die Seiten des Schwimmbeckens.

Bei Entfeuchtern mit eingebauten Kühleinheiten oder Wärmepumpen besteht die Möglichkeit, dass der Entfeuchter zur Ergänzung des luftgekühlten Kondensators mit einem eingebauten wassergekühlten Kondensator geliefert wird.

Bei einem Kondensationsentfeuchter entsteht durch den laufenden Kompressor immer zusätzliche Wärme und in einigen Fällen – insbesondere wenn die Außentemperatur steigt und der Heizbedarf im Schwimmbad fällt – ist die überschüssige Wärme unerwünscht. In solchen Fällen kann ein wassergekühlter Kondensator eingesetzt werden, sodass die überschüssige Wärme verwendet werden kann, um das Wasser des Schwimmbads oder das Brauchwasser zu erwärmen.

Mit anderen Worten: Mit einem wassergekühlten Kondensator wird ein höherer Komfort erzielt als mit einem Kondensationsentfeuchter. Des Weiteren werden dadurch die Betriebskosten reduziert. Bei einem Ventilationsgerät stellt sich nicht das selbe Problem mit der überschüssigen Wärme, das bei einem Kondensationsentfeuchter entsteht. Wenn die Temperatur im Raum zu hoch ist, kann der Kompressor falls notwendig einfach abgeschaltet werden, da die Entfeuchtung mithilfe von Außenluft vorgenommen wird. Mit anderen Worten: Ein wassergekühlter Kondensator führt bei dieser Art von Entfeuchter nicht zu höherem Komfort, doch er bietet die Möglichkeit, die Betriebszeit des Kompressors zu verlängern und somit die überschüssige Hitze effizienter zu verwenden.

WIE DIE BETRIEBSBEDINGUNGEN ZU ERMITTELN SIND

VDI 2089

Zur Berechnung der Feuchtelast eines Schwimmbads gibt es exakte Formeln, die auf physikalischen Gesetze beruhen. Diese Formeln sind jedoch kompliziert in der praktischen Anwendung. Aus diesem Grund hat der deutsche Verein VDI eine Richtlinie erstellt, die Empfehlungen zu den Werten enthält, die für die Innenbedingungen, die Außenbedingungen und die Menge an Außenluft einzustellen sind. Der VDI hat zudem eine vereinfachte Formel erarbeitet, in die Sie die Daten eines Projekts eintragen können, um die Feuchtelast zu berechnen. Diese Richtlinie heißt VDI 2089 und gilt als üblicher Standard in Europa. Wir von Dantherm verwenden diese Richtlinie.

DIE RAUMTEMPERATUR

Unter Berücksichtigung sowohl des Komforts als auch des Budgets sollte die Lufttemperatur in einem Schwimmbad höher sein als die Wassertemperatur. Dadurch wird die Verdunstung minimiert und somit auch der Entfeuchtungsbedarf. Allerdings sollte auch darauf hingewiesen werden, dass eine höhere Raumtemperatur – unter sonst gleichen Bedingungen – auch zu einer höheren Heizkostenrechnung führt.

Im Allgemeinen wird empfohlen, dass die Raumtemperatur 2 °C höher sein sollte als die Wassertemperatur. Nur in therapeutischen Schwimmbädern und Wellness-Bereichen sollte die Raumtemperatur unter der Wassertemperatur liegen dürfen.

DIE WASSERTEMPERATUR

Wenn die Wassertemperatur eingestellt wird, bedeutet dies meist Folgendes:

Private Schwimmbäder und Hotelschwimmbäder: 26–30 °C

Öffentliche Schwimmbäder: 26–28 °C

Wettkampfschwimmbekken: 24–27 °C

Therapeutische Schwimmbäder: 30–36 °C

Wellness-Bäder: 36–40 °C

DIE RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT IM RAUM (RF-WERT)

Als Sollwert sollte ein rF-Wert von 50–60 % eingestellt werden. Sie können sich auch für einen Betrieb mit unterschiedlichen Sollwerten entscheiden, bei dem der Sollwert im Winter niedrig ist (50 % rF), um Kondensationsprobleme auf kalten Oberflächen zu vermeiden, und im Sommer hoch ist (60 % rF), um die Betriebskosten zu senken. Bei hohen Temperaturen im Sommer treten keine Kondensationsprobleme auf.

Bei Werten von über 60 % rF, ist der Komfort umso schlechter, je höher der rF-Wert liegt und es besteht ein erhöhtes Risiko für Kondensationsprobleme und Schimmelbildung.

Ein rF-Wert von unter 50 % rF ist nicht geeignet, da dadurch die Verdunstung steigt und dies zu einem höheren Entfeuchtungsbedarf und höheren Betriebskosten führt.

WASSERGEHALT IN DER AUßENLUFT

Der Wassergehalt in der Außenluft (X Außenluft) ist fast überall auf der Welt über das Jahr hinweg sehr unterschiedlich. Er reicht von 2 g Wasser/kg Luft im Winter bis hin zu über 12 g Wasser/kg Luft im Sommer.

Der VDI hat den Wert von 9 g Wasser/kg Luft gewählt, um die Außenluft in Nordeuropa zu

beschreiben und wir verwenden diese Zahl im DanCalcTool. Dies tun wir, da der Wert 9 g Wasser/kg Luft nur rund 20 % des Jahres überschritten wird. (Erfahren Sie mehr über das DanCalcTool in Abschnitt 11 "Wie ist der Entfeuchter zu dimensionieren" auf Seite 36.)

In dem Berechnungsprogramm DanCalcTool können jedoch auch andere Werte für die Außenluft eingesetzt werden, wenn sich die Werte maßgeblich vom Standard in Nordeuropa unterscheiden.

Darüber hinaus wird in der VDI-Richtlinie 2089 empfohlen, dass der absolute Wassergehalt 14,3 g Wasser/kg Luft (54 % rF bei einer Lufttemperatur von 30 °C) nicht übersteigen sollte, wenn der Wassergehalt der Außenluft weniger als 9 g Wasser/kg Luft beträgt, was im Winter der Fall sein wird.

Im Sommer ist ein höherer Wassergehalt der Raumluft erlaubt, da die Temperatur der Luft, die von außen hereinkommt, hoch ist und somit nicht zur Feuchtebildung beiträgt.

BEDEUTUNG DER AUßENLUFT

Außenlufttemperatur

Die Wahl der Art des Entfeuchters wird durch die Temperatur und den Wassergehalt der Außenluft beeinflusst. Eine niedrige Außenlufttemperatur spricht beispielsweise für eine Ventilationslösung mit einer Wärmepumpe.

rF-Wert der Außenluft

Der rF-Wert der Außenluft hängt mit dem Wassergehalt der Außenluft zusammen. Der Wasserge-

halt der Außenluft beeinflusst die Gesamtfeuchtelast und wenn der Wassergehalt der Außenluft höher ist als der Wassergehalt der Raumluft, muss der Kondensationsentfeuchter leistungsstärker sein.

Tag und Nacht

Im Allgemeinen sollte ein Entfeuchter dem Tagesbetrieb entsprechend installiert werden, da die Verdunstung am Tage am größten ist, wenn das Schwimmbad am meisten genutzt wird. Um einen repräsentativen Wert für die Nutzung Schwimmbads zu erhalten, sollte der Aktivitätsgrad während des Tagesbetriebs bestimmt werden.

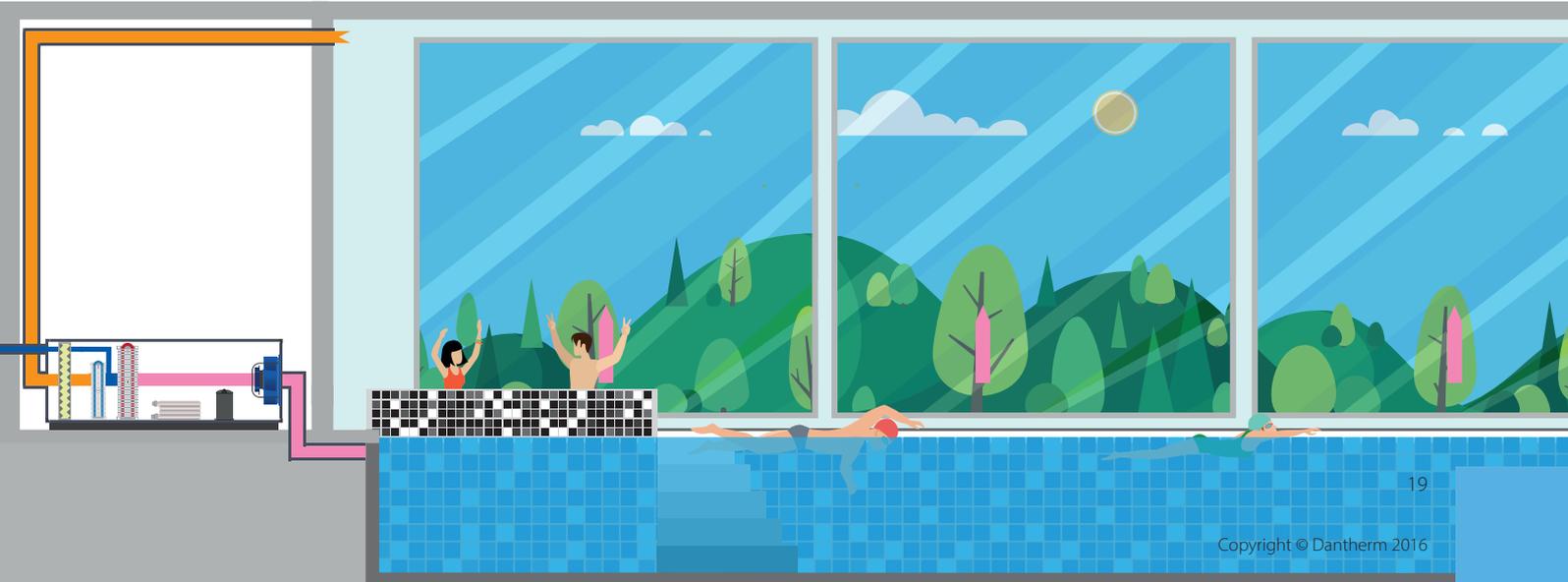
Winter und Sommer

Wenn die Anlage Außenluft verwendet, ist die Feuchtelast im Sommer als Ausgangspunkt zu verwenden, um die Feuchtelast zu bestimmen. Der Wassergehalt der Außenluft ist im Sommer am höchsten. Sie müssen sicherstellen, dass der Entfeuchter ausreichend dimensioniert ist, um mit der Feuchtelast bei einem Außenluftvolumen von 100 % im Sommer umgehen zu können. Im Winter ist die Außenluft sehr trocken und trägt somit zur Entfeuchtung bei, sodass die Entfeuchtungsleistung in diesem Fall mehr als ausreichend ist.

Volumen an Außenluft

Die VDI 2089 besagt, dass das Volumen an Außenluft mindestens 15 % der zirkulierenden Luft betragen muss. Dies gilt für öffentliche und gewerbliche Schwimmbäder.

Die VDI 2089 enthält keine spezifischen Anforderungen für das Zuführen von Außenluft in privaten Schwimmbädern.



9

WIE DIE FEUCHTELAST BERECHNET WIRD

Bei der Berechnung der Feuchte last eines Schwimmbads sind drei Faktoren zu berücksichtigen. Die Verdunstung des Schwimmbadwassers und die anwesenden Personen und Nutzer erhöhen die Feuchte last, während dies im Falle von Außenluft in der Regel genau gegenteilig ist.

- » Verdunstung des Schwimmbadwassers (+)
- » Nutzer und anwesende Personen (+)
- » Außenluft (-)

DIE VERDUNSTUNG DES SCHWIMMBADWASSERS

Die Berechnung der Verdunstung des Schwimmbadwassers kann mithilfe von unterschiedlichen Formeln vorgenommen werden. Wir von Dantherm nutzen die deutsche Richtlinie VDI 2089, die in Europa als üblicher Standard gilt.

Wir haben uns allerdings entschlossen, die Konstanten für den Aktivitätsgrad anzupassen, die die VDI 2089 für private Schwimmbäder und Hotelschwimmbäder vorsieht, da wir der Ansicht sind, dass die VDI 2089 unangemessen hohe Werte für den Aktivitätsgrad in diesen zwei Bereichen angesetzt hat. Darüber hinaus wird der Entfeuchtungsbedarf in kleinen, privaten Schwimmbädern häufig durch die Luftumwälzung bestimmt und nicht dadurch, wie hoch die Aktivität im Schwimmbad ist.

Folgende Faktoren werden verwendet, um die Verdunstung des Schwimmbadwassers zu berechnen:

- » Wassertemperatur
- » Lufttemperatur
- » Luftfeuchte
- » Schwimmbeckengröße
- » Grad der Aktivität im Schwimmbad



Setzen Sie die Werte in die unten stehende Formel ein.

$$W = e / (R_D \times T) \times (P_b - P_l) \times A$$

- W = Verdunstetes Wasser (l/Std.)
- e = Grad der Aktivität im Schwimmbad
- R_D = Gaskonstante = 461,5 (J/kg K)
- T = Mittelwert zwischen der Lufttemperatur und der Wassertemperatur (K)
- P_b = Sättigungsdampfdruck, Wasser (Pa)
- P_l = Wasserdampfpartialdruck, Luft (Pa)
- A = Schwimmbeckengröße (m²)

Grad der Aktivität, e

Der Aktivitätsgrad für die unterschiedlichen Arten von Schwimmbädern ist unten aufgeführt.

Die Werte werden automatisch erzeugt, wenn die Art des Schwimmbads im DanCalcTool ausgewählt wird. Wenn man beispielsweise ein privates Schwimmbad auswählt, wird $e = 9,5$ automatisch berechnet.

$e = 9,5$ für private Schwimmbäder

$e = 11$ für Hotelschwimmbäder, normale Aktivität

$e = 18$ für Hotelschwimmbäder, hohe Aktivität

$e = 14$ für therapeutische Schwimmbäder

$e = 20$ Whirlpool*

$e = 28$ für öffentliche Schwimmbäder, Wassertiefe tiefer als 1,35 m

$e = 40$ für öffentliche Schwimmbäder, Wassertiefe flacher als 1,35 m

$e = 50$ für Wellenbäder

* es wird von einem 30-minütigem Betrieb und einer 30-minütigen Pause ausgegangen.

In der VDI 2089 sind die nassen Bereiche rund um das Schwimmbecken (Fliesen usw.) und die Überlaufrinnen in den e-Faktoren mit inbegriffen.

Es besteht ein großer Unterschied zwischen den Werten für private und öffentliche Schwimmbäder, was zu unverhältnismäßig großen Unterschieden bei den berechneten Feuchtelasten führt. In einigen Fällen ist es deshalb sinnvoll, eine individuelle Bewertung des Aktivitätsgrads vorzunehmen und „e“ entsprechend einzustellen.

Dies kann durch die Auswahl der Option „Manueller Wasserübergangskoeffizient“ im Dan-

CalcTool vorgenommen werden, z. B. wenn ein Schwimmbad einer Universität individuell bewertet werden soll. Es ist kein öffentliches Schwimmbad und sollte eher als Hotelschwimmbad mit einem höheren Aktivitätsgrad eingeschätzt werden. In diesem Fall kann $e = 18$ ausgewählt werden.

Falls eine genauere Berechnung der Feuchtelast gewünscht wird, kann ein gewichteter Aktivitätsgrad ausgewählt werden, bei dem sowohl die Tageslast als auch die Nachtlast berechnet wird, und anschließend wird ein gewichteter Mittelwert der Feuchtelast berechnet.

In diesem Fall ist es jedoch wichtig, darauf hinzuweisen, dass es Zeiten mit einer Spitzenlast geben kann, in denen der allgemeine Sollwert überschritten wird. Deshalb muss untersucht werden, ob die Folgen, die durch die Nutzung eines kleineren, unterdimensionierten Entfeuchters über einen bestimmten Zeitraum entstehen, hinnehmbar sind. Im Allgemeinen empfiehlt Dantherm jedoch, die Dimensionierung entsprechend der Spitzenlast vorzunehmen.

Wenn die Belastbarkeit der Berechnung bewertet werden muss, sollte beachtet werden, dass die Verdunstung des Schwimmbadwassers ansteigt, wenn:

- » Die Wassertemperatur steigt
- » Die Raumtemperatur sinkt
- » Der rF-Wert sinkt
- » Der Grad der Aktivität im Wasser steigt

NUTZER UND ANWESENDE PERSONEN

Wenn ein öffentliches Schwimmbad für Schwimmwettkämpfe genutzt wird, werden in der Regel die Raum- und die Wassertemperatur herabgesetzt. Das bedeutet, dass die Feuchtelast abnimmt, sodass dem zusätzlichen Feuchtigkeitsbeitrag der Nutzer und anwesenden Personen durch die reduzierte Feuchtigkeit des Schwimmbads selbst entgegengewirkt wird.

Es ist somit nicht notwendig, den Feuchtigkeitsbeitrag der Nutzer und anwesenden Personen separat hinzuzufügen.

AUßENLUFT

Die Luftqualität eines Schwimmbads ist äußerst wichtig für den Komfort und schlechte Luftqualität wird häufig mit einem hohen rF-Wert und hohen Chlor- oder CO₂-Werten in Verbindung gebracht.

Mit anderen Worten: Die Zufuhr von Außenluft ist ein wesentlicher Faktor, um die Behaglichkeit zu steigern. Gleichzeitig stellt die Außenluft bei der Auswahl der Art und der Größe des Entfeuchters einen grundlegenden Aspekt dar. Die Außenluft ist häufig für die Entfeuchtung des Raums entscheidend, da der Wassergehalt der Außenluft in der Regel niedriger ist als der Wassergehalt der Raumluft.

Im Sommer kann die Außenluft in einigen geographischen Bereichen, vorrangig im Nahen Osten und in Asien, längere Zeit derartig feucht sein, dass die Außenluft erst entfeuchtet werden muss, bevor sie der Raumluft hinzugefügt wird. Dies kann beispielsweise durch ein Kühlregister erfolgen.

Wenn das Schwimmbad für Schwimmwettkämpfe genutzt wird, bei der zahlreiche Nutzer und andere Personen anwesend sind, muss eine separate Berechnung des nötigen Volumens an Außenluft vorgenommen werden. Diese Berechnung ist auf Grundlage lokaler Vorschriften durchzuführen.

ANDERE FAKTOREN

Die Größe des Raums

Die Luftumwälzung ist genauso wichtig wie die Entfeuchterleistung. Wenn nicht genügend Luft im Raum zirkuliert, erreicht die trockene Luft einige Bereiche nicht und somit werden diese Bereiche nicht entfeuchtet. Die Raumgröße ist deshalb entscheidend, um zu ermitteln, für welches Luftvolumen der Entfeuchter ausgelegt sein muss. Für weitere Informationen siehe "Luftumwälzung" auf Seite 38.

Abdeckung des Schwimmbeckens

Wird das Schwimmbecken nachts, wenn es nicht genutzt wird, abgedeckt, wird die Verdunstung des Wassers minimiert. Dadurch kann viel Energie eingespart werden.

Raumisolierung

Je schlechter die Isolierung, desto geringer muss der Sollwert für den rF-Wert sein. In einigen Fällen kann ein rF-Wert von 50 % erforderlich sein, um Kondensationsprobleme zu vermeiden. Für Beispiele von Kondensationsproblemen, siehe: „Die Vorgänge in der Luft verstehen“ auf Seite 6.

Höhe

Im Allgemeinen gelten die Formeln für einen Luftdruck von 1013 mbar (Meeresspiegel), aber sie können problemlos bis zu einer Höhe von 1500 m angewandt werden. In höheren Lagen sollten individuelle Bewertungen durchgeführt werden.



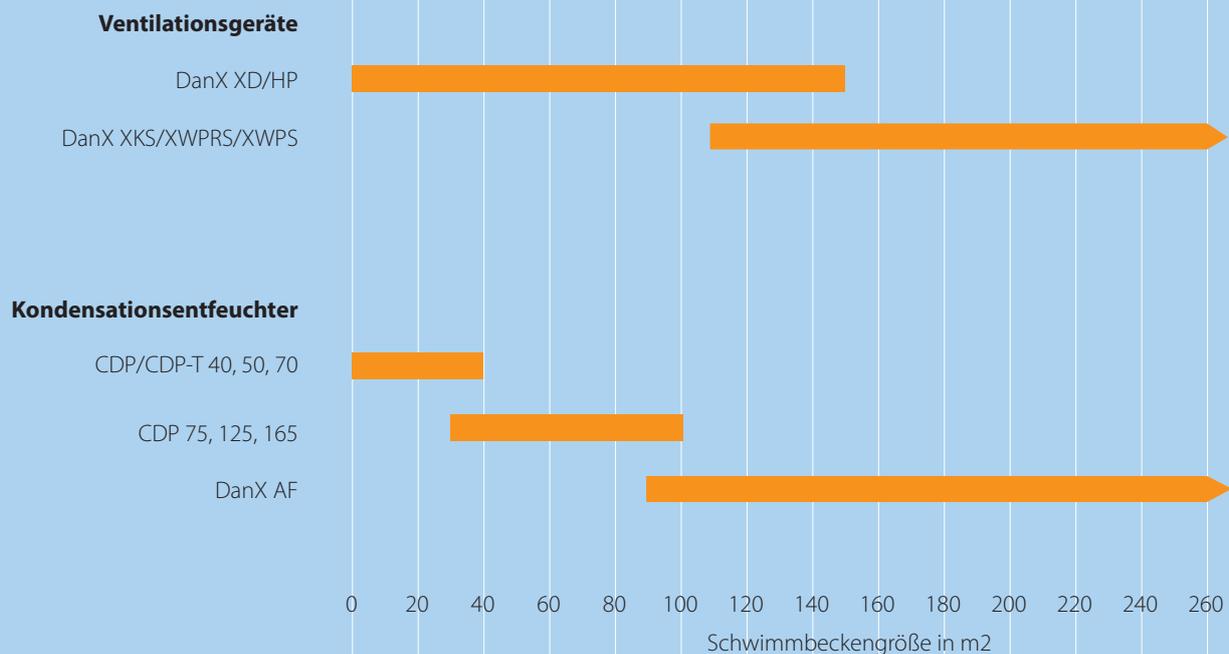


10

AUSWAHL DER ART DES ENTFEUCHTERS

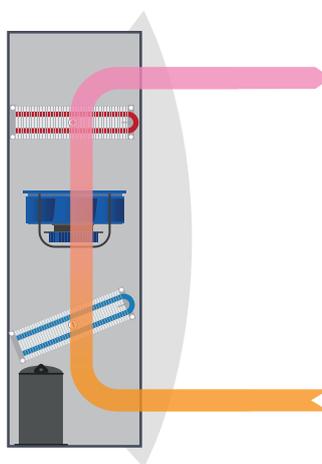
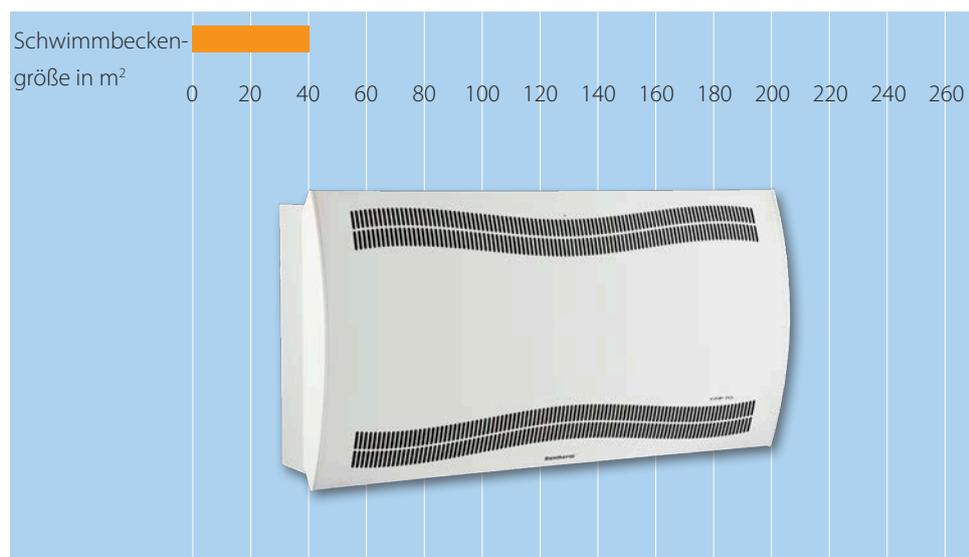
Im Abschnitt "Für welche Art von Entfeuchter sollten Sie sich entscheiden?" auf Seite 15, werden einige Vor- und Nachteile der zwei Arten von Entfeuchtern genannt, hier wird auch erwähnt wo die zwei Arten in der Regel eingesetzt werden.

In diesem Abschnitt werden wir uns die unterschiedlichen Arten von Dantherm-Entfeuchtern genauer ansehen – von Lösungen für kleine, private Schwimmbäder bis hin zu Anlagen für große öffentliche Schwimmbäder.



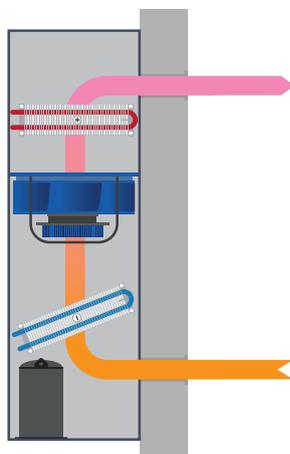
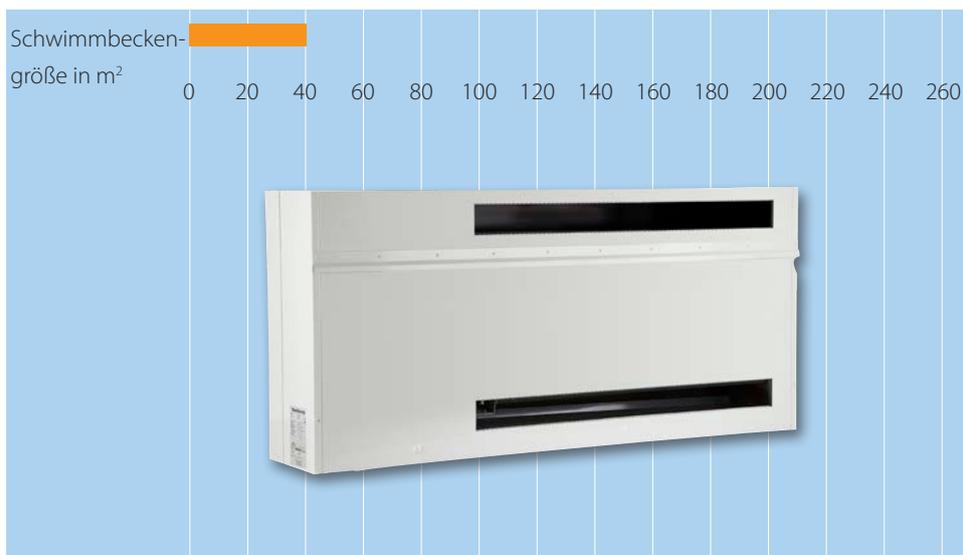
CDP 40, 50 UND 70

CDP 40, 50 und 70 sind Kondensationsentfeuchter für kleinere, private Schwimmbäder und Whirlpools. Sie werden im Schwimmbad installiert. Die drei unterschiedlichen Größen decken eine Entfeuchtungsleistung von 34 l/Tag bis 68 l/Tag ab (bei 28°/60% r.F.).



CDP 40T, 50T UND 70T

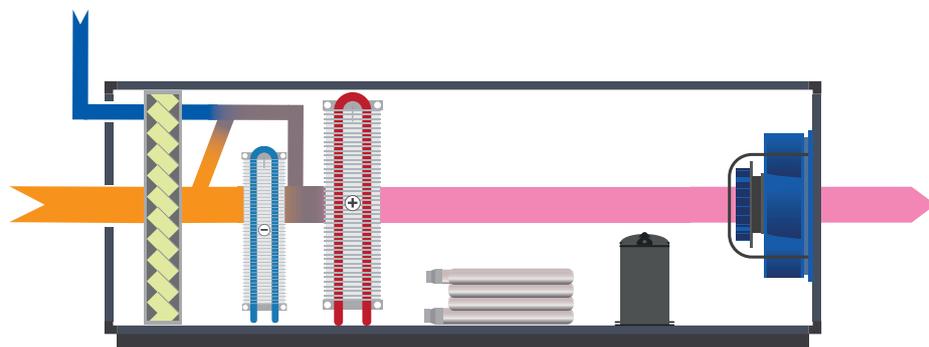
CDP 40T, 50T und 70T sind Kondensationsentfeuchter für kleinere, private Schwimmbäder und Whirlpools. Sie werden in dem angrenzenden Technikraum installiert. Die drei unterschiedlichen Größen decken eine Entfeuchtungsleistung von 34 l/Tag bis 68 l/Tag ab (bei 28°/60% r.F.).



CDP 75, 125 UND 165

CDP 75, 125 und 165 sind Kondensationsentfeuchter für größere private Schwimmbäder, Fitnesscenter, Hotelschwimmbäder und kleinere öffentliche Schwimmbäder. Der Entfeuchter wird im Technikraum installiert und die Luft durch Kanäle vom und zum Schwimmbad geführt. Das Bedienpaneel kann an beiden Seiten des Entfeuchters angebracht werden und die Zuluft kann horizontal oder vertikal eingeblasen werden. Bis zu 15 % Außenluft können von dem Entfeuchter über einen separaten Außenluftkanal hinzugefügt werden. Die Entfeuchter sind optional mit einem wassergekühlten Kondensator erhältlich, sodass die überschüssige Wärme genutzt werden kann, um das Wasser des Schwimmbads oder das Brauchwasser zu heizen.

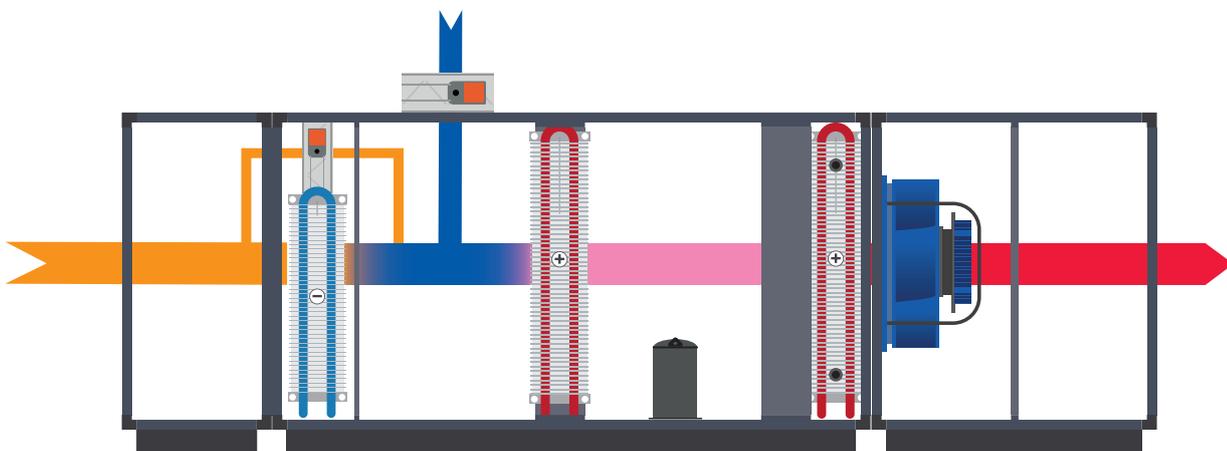
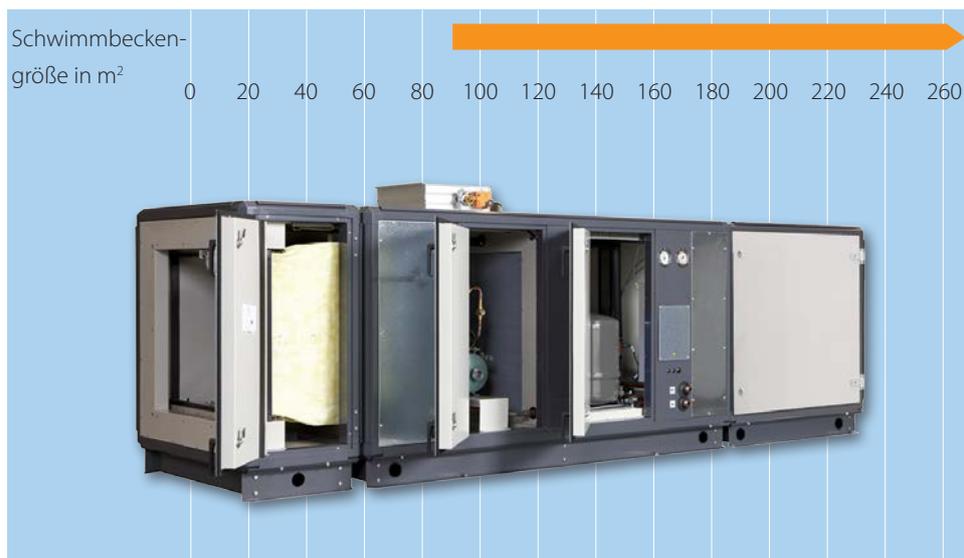
Die drei Entfeuchter, die an ein Kanalsystem angeschlossen werden, sind mit einer Entfeuchtungsleistung von 65 l/Tag bis 162 l/Tag erhältlich (bei 28°/60% r.F.).



DANX AF

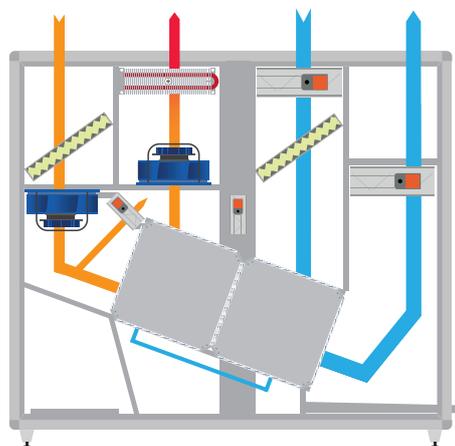
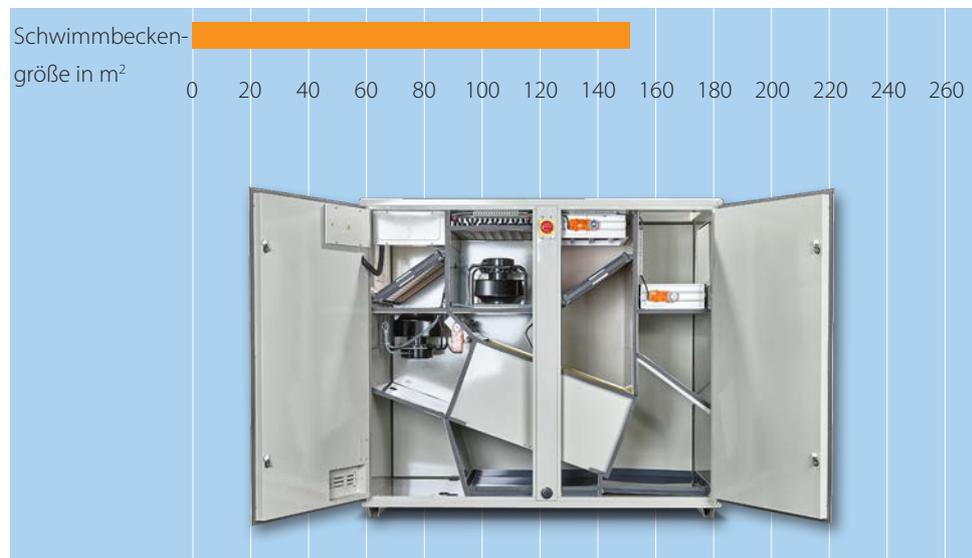
Bei dem DanX AF handelt es sich um einen Kondensationsentfeuchter, d. h. dass die Feuchtigkeit an einem kalten Verdampferregister kondensiert. Dies bedeutet, dass der kalte Teil der Wärmepumpe zur Entfeuchtung genutzt wird.

Der DanX AF ist eine gute Lösung für Schwimmbäder mit weniger Aktivität, z. B. Hotelschwimmbäder, und Schwimmbäder, in denen nur begrenzt Platz ist, da die Anlage unter der Decke angebracht werden kann. Er eignet sich perfekt zur Steuerung der Luftfeuchte und -temperatur und zeichnet sich gleichzeitig durch sehr geringe Betriebskosten aus. Bis zu 30% Außenluft können hinzugefügt werden. Der DanX AF eignet sich ideal, wenn die Anforderungen an das Außenluftvolumen weniger strikt sind und in geographischen Gebieten, in denen die Außenluft so feucht ist, dass eine Entfeuchtung mit einem Außenluftvolumen von 100 % nicht möglich ist. In solchen Fällen kann die Luft umgewälzt werden und nur ein geringeres Luftvolumen wird durch Außenluft ersetzt.



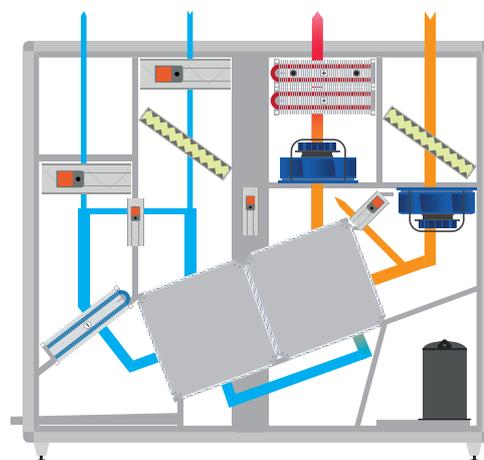
DANX XD

Der DanX XD ist ein Ventilationsgerät mit einem Doppelkreuzstrom-Wärmetauscher (zweistufiger Wärmetauscher). Der DanX XD ist eine kompakte und hoch effiziente Anlage mit einer eingebauten Mischklappe, die sicherstellt, dass nur das notwendige Luftvolumen ersetzt wird. Somit gewährleistet er hohen Komfort und einen sehr energiesparenden Betrieb.



DANX HP

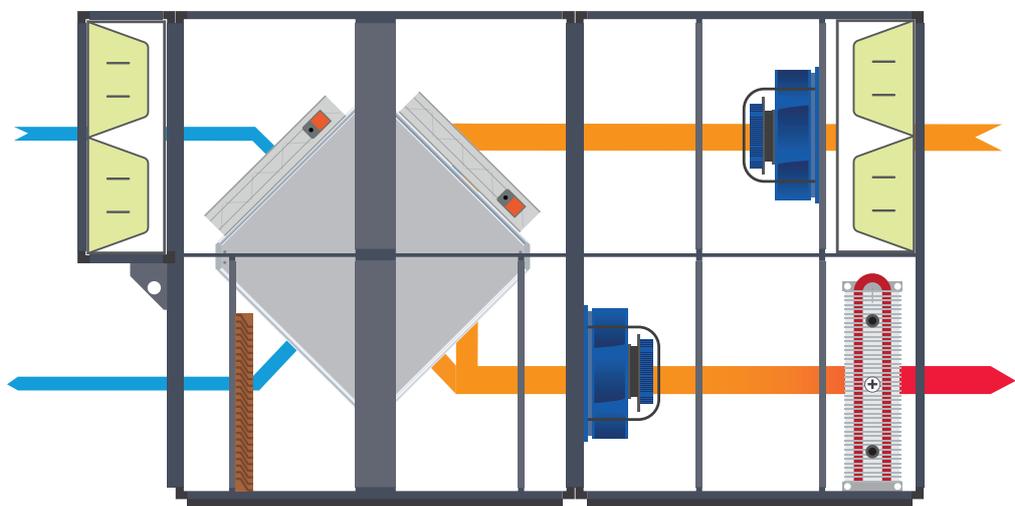
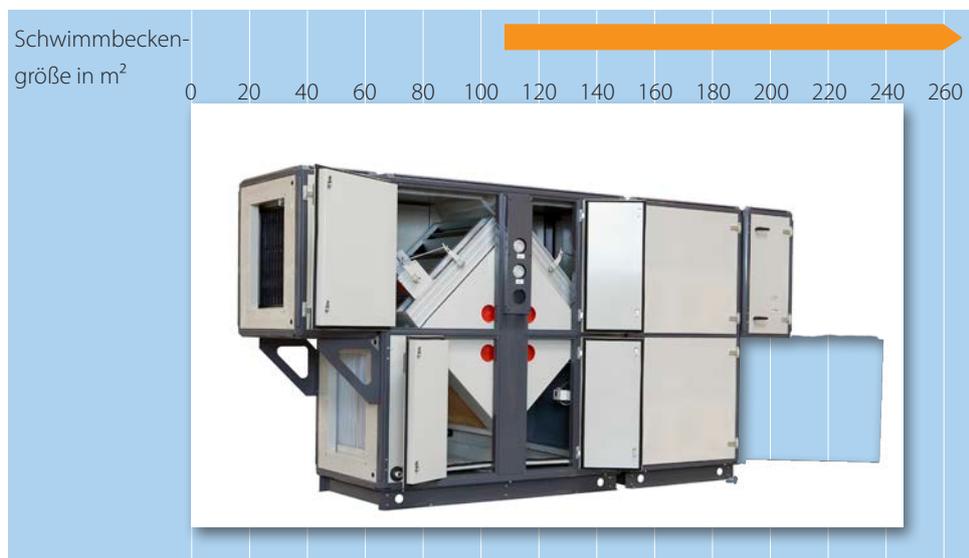
Der DanX HP ist ein kompaktes Ventilationsgerät mit einem Doppelkreuzstrom-Wärmetauscher und einer Wärmepumpe (zweistufiger Wärmetauscher). Die Kombination der Wärmepumpe und des hoch effizienten Doppelkreuzstrom-Wärmetauschers sorgt für sehr niedrige Betriebskosten und bietet die optimale Lösung für Standorte mit niedrigen Außentemperaturen. Die integrierte Mischklappe gewährleistet, dass nicht mehr Außenluft als nötig eingesaugt wird, um ein gutes Raumklima zu erreichen.



DANX XKS

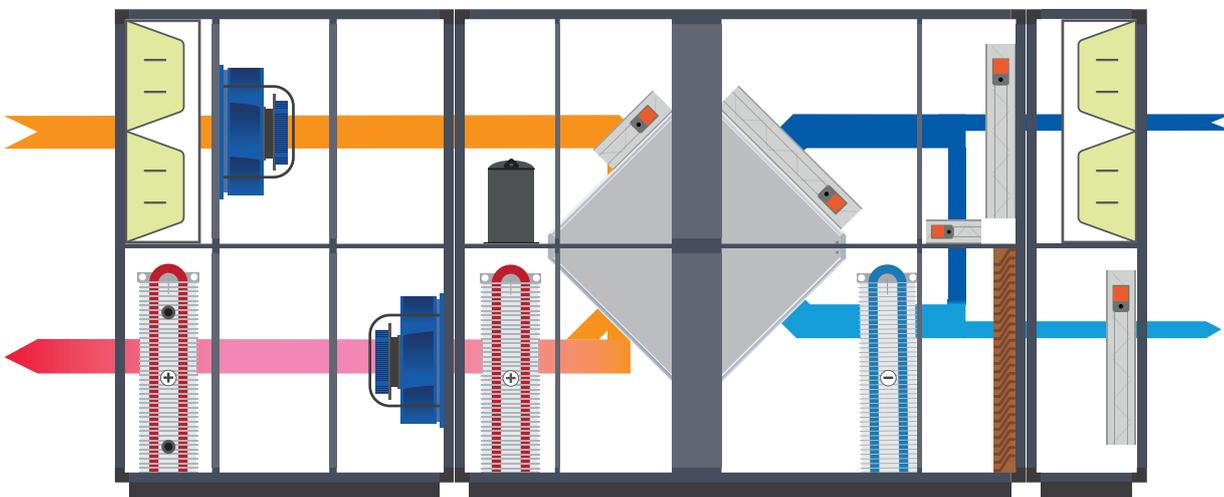
Der DanX XKS ist ein Ventilationsgerät mit einem sehr effizienten Kreuzstrom-Wärmetauscher. Der DanX XKS eignet sich perfekt zur Steuerung der Luftfeuchtigkeit und -temperatur in einem Schwimmbad. Dank seines Temperaturwirkungsgrads von bis zu 80 % reduziert er die Betriebskosten und den Energieverbrauch.

Die eingebaute Mischklappe sorgt dafür, dass nur das genaue Volumen an Außenluft, das zu Erhaltung eines angenehmen Klimas notwendig ist, hinzugefügt wird.



DANX XWPS

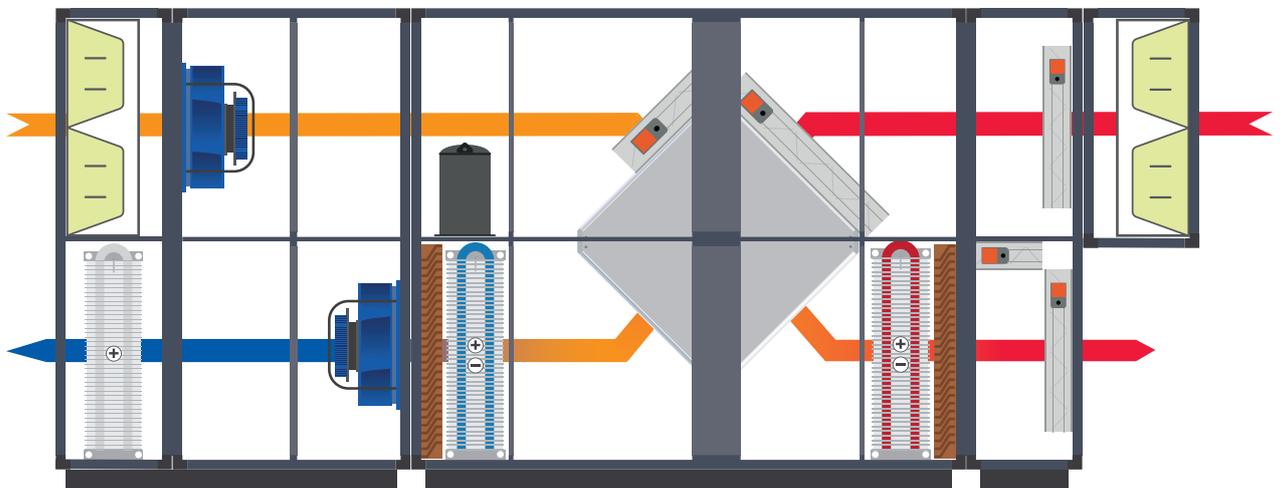
Der DanX XWPS ist ein Ventilationsgerät mit einem Kreuzstrom-Wärmetauscher und einer eingebauten Wärmepumpe. Ein Temperaturwirkungsgrad von bis zu 100 % reduziert die Betriebskosten und den Energieverbrauch. Die eingebaute Mischklappe sorgt dafür, dass nur das genaue Volumen an Außenluft, das zu Erhaltung eines angenehmen Klimas notwendig ist, hinzugefügt wird. Um noch mehr Energie einzusparen, kann ein wassergekühlter Kondensator in die Wärmepumpe integriert werden. Auf diese Art und Weise kann die überschüssige Wärme effizient genutzt werden, um das Wasser des Schwimmbads oder das Brauchwasser zu erwärmen.



DANX XWPRS

Der DanX XWPRS ist ein Ventilationsgerät mit einem Kreuzstrom-Wärmetauscher und einer reversiblen Wärmepumpe. Dadurch bietet er dieselben Funktionen und Vorteile des XWPS.

Darüber hinaus kann die Anlage dank der reversiblen Wärmepumpe während des Sommers mit aktiver Kühlung betrieben werden. Sie eignet sich insbesondere für therapeutische Schwimmbäder mit einer hohen Wärmelast bedingt durch das sehr warme Schwimmbadwasser oder Gebäude mit großen Glasfassaden.





WIE IST DER ENTFEUCHTER ZU DIMENSIONIEREN?

Sobald die Feuchtelast berechnet und entschieden wurde, welche Art von Entfeuchter verwendet wird, kann mit der Dimensionierung der Entfeuchtergröße und der Wahl des Zubehörs fortgefahren werden.

Eine gewisse Sicherheit wurde in die Berechnung mit einkalkuliert. Es ist deshalb nicht notwendig, bei der Bestimmung der Größe des Entfeuchters einen Sicherheitsfaktor auf die berechnete Feuchtelast aufzuschlagen.

Die notwendige Leistung des Entfeuchters wird etwas anders berechnet, je nachdem, ob es sich um einen Kondensationsentfeuchter oder um

ein Ventilationsgerät handelt.

Wenn Sie die Daten in das DanCalcTool eingeben, müssen Sie dies nicht berücksichtigen. Auf Grundlage der eingegebenen Daten wird das Programm die Differenz automatisch berücksichtigen und Vorschläge für Kondensationsentfeuchter und Ventilationsgeräte machen, die den Anforderungen entsprechen.

Wenn Sie das DanCalcTool nicht verwenden, sondern die Daten auf einem Leistungsdiagramm ablesen, ist es wichtig, dass Sie die Größe des Entfeuchters auf Grundlage der tatsächlichen Betriebsdaten auswählen.

DIE NÖTIGE ENTFEUCHTERLEISTUNG

ENTFEUCHTUNG DURCH KONDENSATIONSENTFEUCHTUNG

Bei einem Kondensationsentfeuchter tragen sowohl der Entfeuchter als auch die Außenluft zur Entfeuchtung bei, sodass die notwendige Entfeuchterleistung, W Entfeuchterleistung, durch die unten stehende Formel ermittelt werden kann. W bezeichnet die gemäß VDI 2089 berechnete Feuchtelast.

$$W \text{ Entfeuchterleistung} = W - W \text{ Außenluft}$$

W Entfeuchterleistung kann in den Leistungsdiagrammen im Katalogmaterial abgelesen werden. Wenn Sie das DanCalcTool verwenden, wird die Leistung automatisch abgelesen und das Programm arbeitet Lösungsvorschläge aus.

W Entfeuchterleistung = notwendige Entfeuchterleistung (l/Std.)

W Außenluft = mindestens 15 % des umgewälzten Luftvolumens, K ($\text{m}^3/\text{Std.}$), muss gemäß VDI 2089 Außenluft sein

W = Feuchtelast gemäß VDI 2089 (l/Std.)

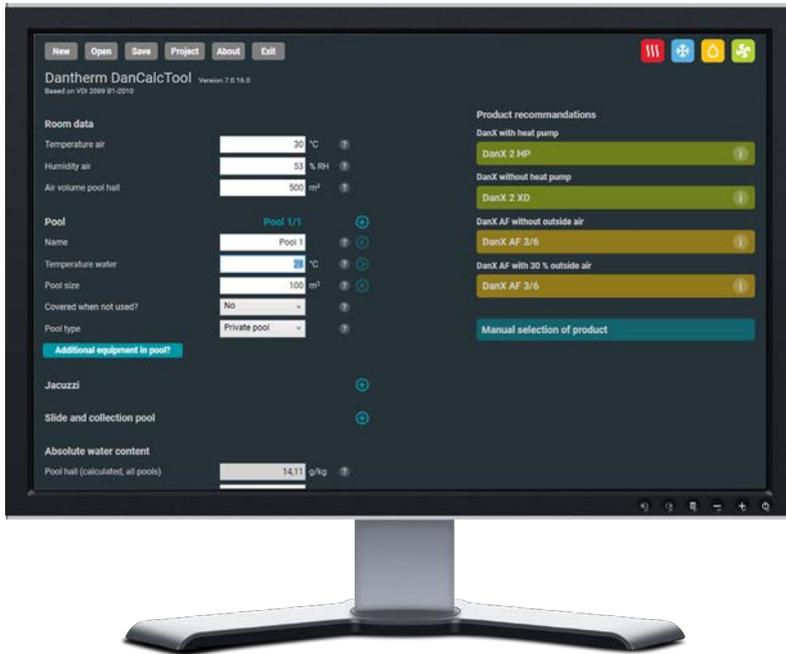
W Außenluft = $\frac{0,15 \times K \times \rho \times (X \text{ Raumluft} - X \text{ Außenluft})}{1000}$ (l/Std.)

X Außenluft = Wassergehalt Außenluft (g Wasser/kg Luft) = 9 g Wasser/kg Luft gemäß VDI 2089

X Raumluft = Wassergehalt laut Sollwert im Schwimmbad (g Wasser/kg Luft)

ρ = die Luftdichte = 1,175 kg/ m^3

DanCalcTool



ENTFEUCHTUNG DURCH VENTILATION

Wählt man ein Ventilationsgerät, muss es in der Lage sein, die nötige Leistung bei Sommerlast zu erreichen, da die Außenluft im Sommer am feuchtesten ist. Unter diesen Bedingungen muss der Entfeuchter bei 100 % Außenluft eine Mindestleistung erbringen, die der Feuchtelast entspricht, d. h. $W = W$ Entfeuchterleistung, berechnet gemäß VDI 2089.

Ein Ventilationsgerät muss entsprechend dem Luftvolumen Q , das im Raum ersetzt werden soll, ausgewählt werden. Es wird anhand folgender Formel bestimmt:

$$Q = 1000 \times W \text{ Entfeuchterleistung} / (\rho \times (X \text{ Raumluft} - X \text{ Außenluft}))$$

Das Luftvolumen Q ist im Katalog zu finden. Wenn Sie das DanCalcTool verwenden, wird Ihnen das Programm automatisch Entfeuchterlösungen vorschlagen.

Q = notwendige Luftmenge ($\text{m}^3/\text{Std.}$)

W Entfeuchterleistung = notwendige Entfeuchterleistung ($\text{l}/\text{Std.}$)

X Außenluft = Wassergehalt Außenluft ($\text{g Wasser}/\text{kg Luft}$) = $9 \text{ g Wasser}/\text{kg Luft}$ gemäß VDI 2089

X Raumluft = Wassergehalt laut Sollwert im Schwimmbad ($\text{g Wasser}/\text{kg Luft}$)

ρ = die Luftdichte = $1,175 \text{ kg}/\text{m}^3$

12 LUFTUMWÄLZUNG

Die Luftumwälzung wird als Gesamtanzahl der Umwälzungen des Luftvolumens im Raum pro Stunde definiert.

Die Luftumwälzung in einem Schwimmbad ist wichtig, da Luft, die sich bewegt, nicht so leicht kondensiert wie stehende Luft. Mit anderen Worten: Die Luftumwälzung darf nicht zu gering sein, da dies zu einem unzureichenden Luftstrom auf Oberflächen führt. Sehr kalte Oberflächen können Kondensationsprobleme hervorrufen. Sind Gebäude mangelhaft isoliert, entstehen kalte Oberflächen. Dies hat einen wesentlichen Einfluss auf die erforderliche Luftumwälzung.

Auf der anderen Seite ist eine übermäßig hohe Luftumwälzung aufgrund von Geräuschen und Luftzügen störend, sodass man nicht beliebig große Luftvolumen umwälzen kann.

Die Luftumwälzung Z wird als das Luftvolumen im Entfeuchter geteilt durch die Größe des Schwimmbads definiert.

Die Luftumwälzung muss normalerweise bei $Z = 3-10$ Mal pro Stunde liegen.

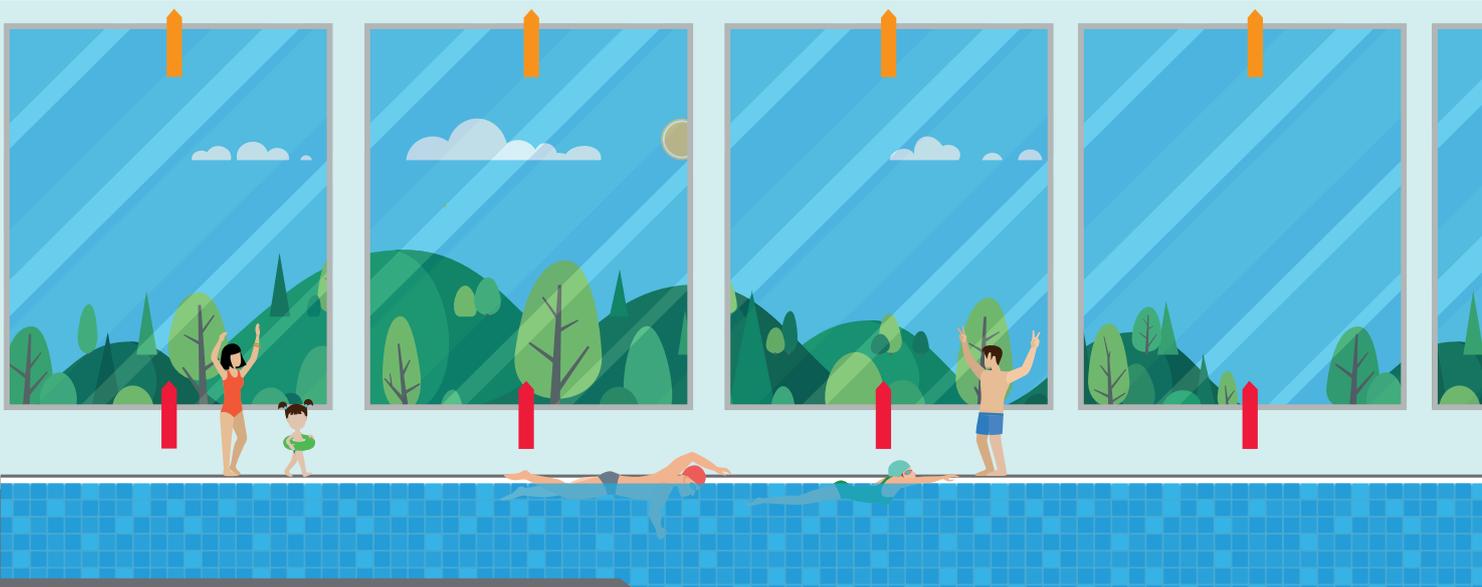
$$3 \leq Z \leq 10$$

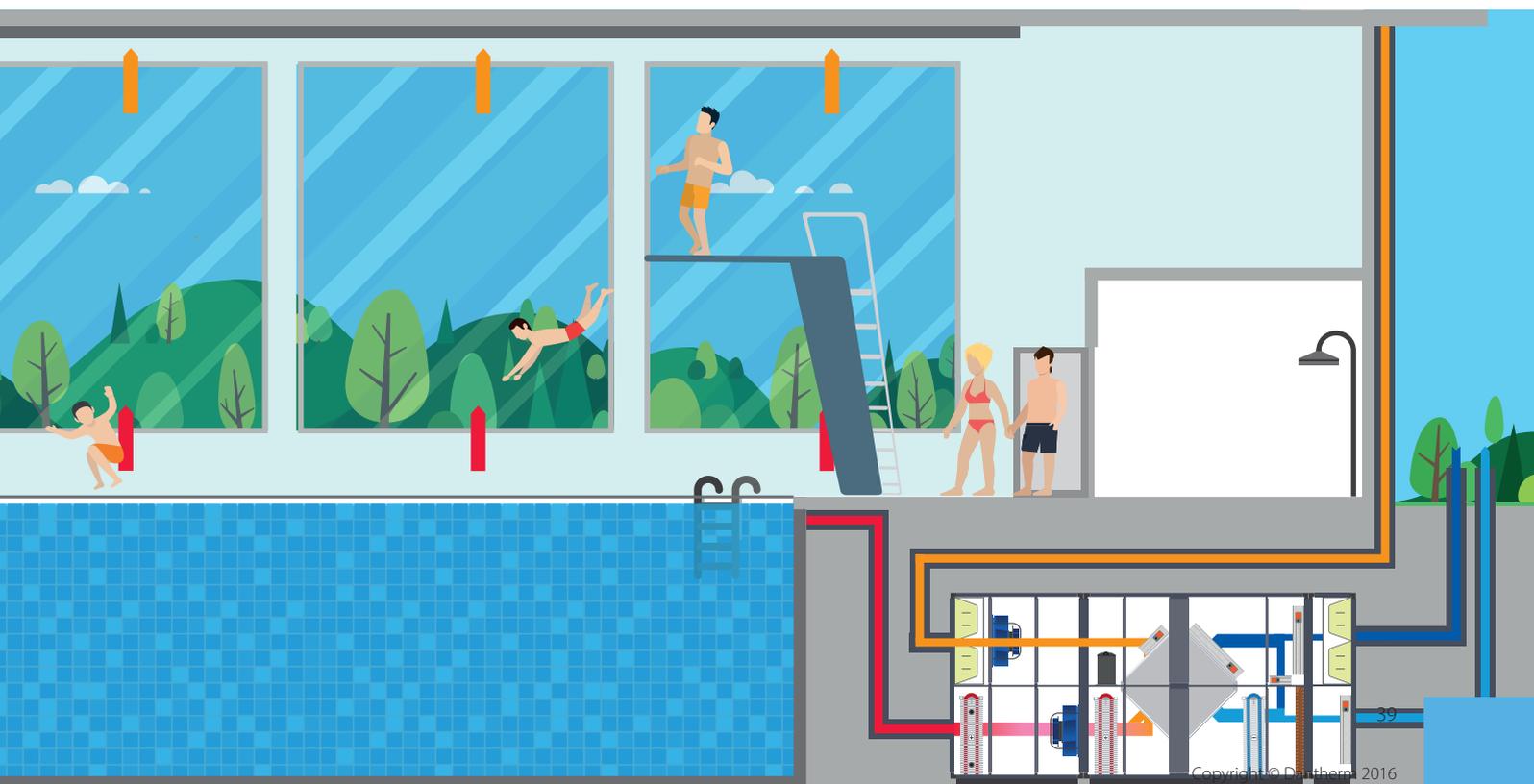
Bei kleinen Schwimmbädern ist die Feuchtelast des Schwimmbads häufig so klein, dass die Größe des Entfeuchters allein durch die Luftumwälzung bestimmt wird.

In besonderen Fällen, wie einem sehr kleinen Schwimmbecken in einem großen Raum, können Sie alternativ mit einer Bereichsunterteilung oder mit dezentralisierten Umwälzungssystemen arbeiten.

In Räumen mit großen Fensterflächen empfehlen wir wie folgt:

- Z zwischen 5 und 10
- Gezielte Luftverteilung in kritischen Bereichen
- Sollwert 50-55% r.F.





Auch die Luftverteilung spielt im Schwimmbad eine wichtige Rolle. Es ist wichtig, dass kritische Bereiche und Oberflächen mit einem ausreichenden Volumen an trockener Luft versorgt werden.

Wenn Sie Außenluft in den Raum zuführen, muss auch die Fortluft aus dem Raum abgesaugt werden. Dies ist wichtig, da andernfalls ein Überdruck im Raum entsteht, der zur Feuchtebildung in den Wänden und zu einem Chlorgeruch in den umliegenden Bereichen führen kann. Dies kann sichergestellt werden, indem das Schwimmbad durch eine Anlage entfeuchtet wird und die umliegenden Bereiche durch ein separates Ventilationsystem.

Um einen Unterdruck zu gewährleisten, muss das Volumen der Fortluft + Abluft rund 10 % höher sein als das Volumen der Zuluft. Eine Lösung mit einem Kondensationsentfeuchter und zugeführter Außenluft muss deshalb über einen Fortluftventilator verfügen.

Um einen Unterdruck im Schwimmbad zu gewährleisten, sollte die Steuerung der Fortluft mit der Steuerung der Außenluft verknüpft werden.

Die Steuerung der Außenluft und der Fortluft kann unter anderem auf den folgenden Signalen basieren:

- » Fühler für die relative Luftfeuchtigkeit
- » Manueller Schalter, z. B. Abdeckung. Wenn die Schwimmbadabdeckung zurückgerollt wird, schaltet sich der Entfeuchter automatisch ein.
- » CO₂-Fühler, alternativ Fühler für CO₂-Äquivalent
- » Zeiteinstellung im Hinblick auf den Tages- und Nachtbetrieb

Wenn die relative Luftfeuchtigkeit im Raum als Eingangssignal für den Entfeuchter verwendet wird, ist es wichtig, den Fühler im Abluftkanal oder angemessen im Raum zu positionieren. Wenn er so positioniert wird, dass er Sonnenlicht oder Spritzwasser ausgesetzt ist, besteht das Risiko falscher Messergebnisse.

Achten Sie darauf, dass keine Luft auf die Wasseroberfläche geblasen wird, da dadurch die Verdunstung zunimmt. Die Luft über dem Schwimmbecken sollte so ruhig wie möglich sein; die maximale Luftgeschwindigkeit über der Wasseroberfläche sollte 0,15 m/s betragen. Natürlich müssen Schwimmer ausreichend berücksichtigt werden, sodass sie genügend Außenluft erhalten.

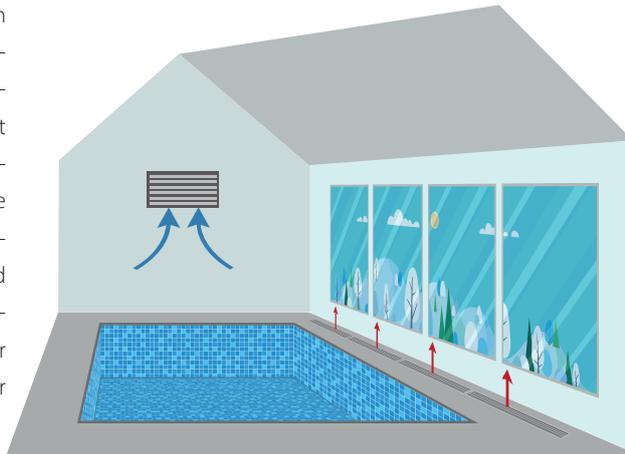
Die Abluft, die zurück zu dem Entfeuchter geleitet wird, sollte vom gegenüberliegenden Ende des Schwimmbads entnommen werden, sodass „tote Bereiche“, in denen die Luft nicht ausreichend ersetzt wird, vermieden werden.

Normalerweise reicht es aus, dort einen Abluft-Ventilator in einer Höhe von 3-5 m über dem Boden anzubringen. Auf diesem Wege wird ein Kurzschluss der Zuluft und der Abluft vermieden.

Es gibt zwei verschiedene Arten, dies zu tun:

Im Boden befindliche Kanäle

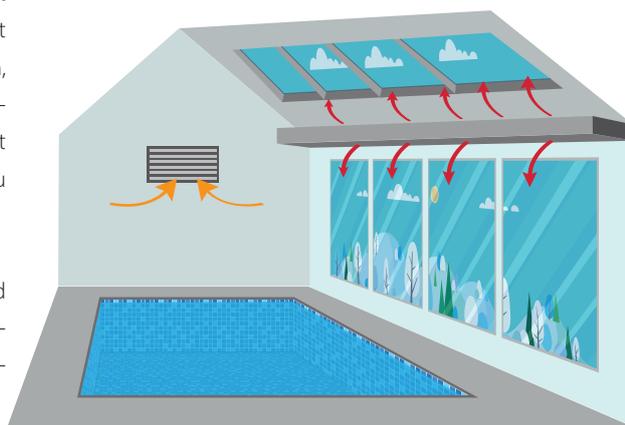
Die warme Trockenluft wird nach oben zu den Fensterscheiben geleitet. Dies ist eine optimale Luftverteilung, da die natürliche Eigenschaft von warmer Luft, aufzusteigen, genutzt wird. Während die trockene Luft aufsteigt, nimmt sie die Feuchtigkeit auf und die feuchte Luft wird über ein Abluftgitter zu dem Entfeuchter zurückgeführt. Das Gitter befindet sich idealerweise in einer Höhe von 3–5 m an der Wand.



In der Decke befindliche Kanäle

Deckenkanäle können verwendet werden, wenn der Zuluftkanal bis zur Decke reicht, denn möglicherweise muss trockene Luft auf ein Oberlicht geblasen werden. Rund 80 % der Luft soll auf die Fenster geblasen werden, während die restliche Luft an die Decke geblasen wird, um Bereiche mit stehender, kalter, feuchter Luft zu vermeiden.

Bei einem Oberlicht sollte aufgrund des Risikos der Feuchtbildung 10-20 % zusätzliche Luft zugeführt werden.



REGULIERUNG DER LUFTVOLUMEN

Kondensationsentfeuchter

Die Regulierung der Luftvolumen muss bei Kondensationsentfeuchter so genau wie möglich vorgenommen werden, um die Entfeuchtungsleistung zu erreichen, die in den Unterlagen angegeben ist. In den Unterlagen ist die Leistung für die nominalen Luftvolumen angegeben; sie verändert sich entsprechend, wenn das Luftvolumen, das durch den Entfeuchter geleitet wird, verändert wird.

Nominale Luftvolumen werden auf Grundlage eines externen Druckverlusts angegeben. Wenn der externe Druckverlust überschritten wird, führt dies zu einem reduzierten Luftvolumen, wodurch sich das Risiko der Eisbildung am Verdampfergitter erhöht. Die Verdunstungstemperatur fällt,

wenn das Luftvolumen sinkt. Falls notwendig kann dies durch einen Abtauungs-Satz (Zubehör) behoben werden. Verfügt der Entfeuchter über einen solchen aktiven Abtauungs-Satz, wird warmes Kühlmittel durch den Verdampfer geleitet, wenn dieser zu vereisen droht.

Wenn das Luftvolumen zu hoch ist, z. B. weil der Entfeuchter gegen einen geringen Kanaldruckverlust arbeitet, führt dies zu Problemen aufgrund des Leistungsabfalls.

Ventilationsgeräte

Bei einem Ventilationsgerät gilt das Luftvolumen bei 100 % Außenluft als Grundlage für die Regulierung des Luftvolumens und die Dimensionierung der Kanäle.



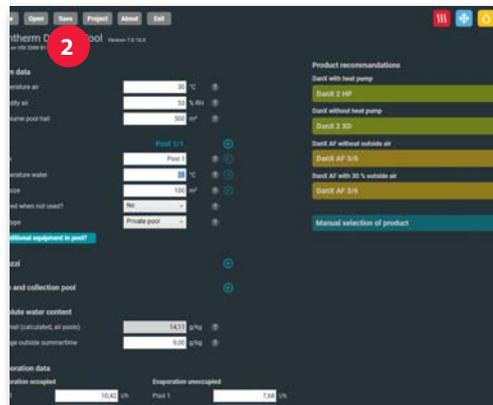
15 SCHRITT FÜR SCHRITT – WIE RICHTIG DIMENSIONIERT WIRD

Es gibt viele Faktoren, die bei der Dimensionierung eines Schwimmbadentfeuchters eine Rolle spielen.

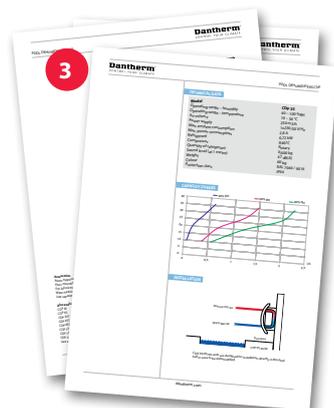
Um diesen Prozess übersichtlicher zu gestalten, können Sie die „Dantherm Selection Software“ verwenden und die folgenden drei Schritte befolgen.

1. Zuerst müssen Sie die Betriebsdaten für das Projekt festlegen. Hier ist es von Vorteil, wenn Sie eine Checkliste verwenden (siehe Abbildung), um sicher zu sein, dass Sie an alles gedacht haben.

2. Die Betriebsdaten werden in den Berechnungsabschnitt der Software DanCalcTool eingegeben, wo mithilfe dieser Daten die möglichen Projektlösungen berechnet werden.



3. Wir wählen dann eine oder mehrere Lösungen aus und lassen diese im Konfigurationsabschnitt DanX Selection Software als Modell anzeigen und überprüfen. Hier kann anschließend ein spezielles Angebot für DanX erstellt werden. Die endgültige Auswahl eines CDP-Geräts erfolgt anhand von Datenblättern.



Dantherm A/S

Marienlystvej 65
DK-7800 Skive
Dänemark
T. +45 96 14 37 00

Dantherm Ltd.

Unit 12, Galliford Road
Maldon CM9 4XD
Großbritannien
T. +44 (0)1621 856611

Dantherm GmbH

Oststraße 148
22844 Norderstedt
Deutschland
T. +49 40 526 8790

Dantherm S.p.A.

Via Gardesana 11
37010 Pastrengo (VR)
Italien
T. +39 045 6770533

Dantherm Sp. z o.o.

ul. Magazynowa 5a
62-023 Gądk
Polen
T. +48 61 65 44 000

Dantherm SP S.A.

C/Calabozos 6
(Polígono Industrial)
28108 Alcobendas, Madrid
Spanien
T. +34 91 661 45 00

Dantherm SAS

23 rue Eugène Henaff
69694 Vénissieux Cedex
Frankreich
T. +33 4 78 47 11 11

Dantherm AS

Løkkeåsveien 26
3138 Skallestad
Norwegen
T. +47 33 35 16 00

Dantherm AB

Fridhemsvägen 3
602 13 Norrköping
Schweden
T. +46 (0)11 19 30 40

Dantherm LLC

Transportnaya 22/2
142800, Stupino
Moscow
Russland
T. +7 (495) 642 444 8

MCS China

Unit 2B, No. 512
Yunchuan Road
Baoshang, Shanghai, 201906
China
T. +8621 61486668

Termigo S.L

Carrer dels Velluters, 18-2
46980 Paterna, Valencia
Spanien
T. +34 961 524 866

AirCenter AG

Täferenstrasse 14
CH-5405 Baden Dättwil
Schweiz
T. +41 43 500 00 50

Heylo GmbH

Im Finigen 9
28832 Achim
Deutschland
T. +49 4202 97550

SET Energietechnik GmbH

August-Blessing-Straße 5
Hemmingen, 71282
Deutschland
T. +49 7150 94540

Dealer:

KEEP UPDATED
FOLLOW US ON:

