

Die gängigen Luftentfeuchter arbeiten nach drei grundsätzlich verschiedenen physikalischen Methoden:

- **Luftkühlung mit Wasserausscheidung (Kondensation)**
- **Absorption in hygroskopischen Flüssigkeiten**
- **Adsorption des Wasserdampfs an ein Adsorbensmittel**

Bei der Kondensation von Wasser wird eine Energie von ca. 0,62 Wh/g frei. Diese Energie muss bei Kondensations-Luftentfeuchtern unmittelbar durch Abkühlung der Luft abgeführt werden, bei Adsorptions-Luftentfeuchtern nachträglich durch Regeneration gesättigter Adsorber. Typischerweise wird die Leistung in Kondensat pro Tag angegeben. Umgerechnet entsprechen 10 kg Kondensat pro Tag einer Kühlleistung von typisch 300 W (theoretische Untergrenze: 260 W). Die Trockenleistung ist abhängig von der Temperatur. Luft mit einer Temperatur von 20 °C kann maximal 17 g Wasser pro m³ aufnehmen. Ein Raum mit einer Grundfläche von 20 m² enthält folglich weniger als 0,8 Liter Wasser in der Luft. Bei 10 °C fällt der Wert auf die Hälfte. Zusätzlich verringert die niedrigere Temperatur die Verdampfungsrate. Feuchte Kellerwände lassen sich daher sehr schlecht durch Luftentfeuchter trocknen, sondern eher durch zusätzliches Heizen. Die Energiebilanz fällt deutlich günstiger aus, wenn ein Luftentfeuchter gleichzeitig als Heizung dient. Denn dann stehen die Kondensationswärme des Wassers und die Verlustwärme des Geräts als Heizenergie zur Verfügung.

Luftentfeuchter: Luftkühlung mit Wasserausscheidung

Bei der Luftkühlung mit Wasserausscheidung (Kondensationstrocknung) wird die zu trocknende Luft mittels eines Ventilators über einen Wärmeübertrager geleitet. Das Wasser rinnt von den gekühlten Flächen des Wärmeübertragers ab und wird in einem Kondensat Behälter gesammelt oder abgeleitet. Von entscheidender Bedeutung ist bei diesem Prozess, dass die Oberflächentemperatur des Wärmeübertragers niedriger ist als die Taupunkttemperatur der Luft. Der Wärmeübertrager kann z. B. mit Leitungswasser, Brunnenwasser oder Sole gekühlt werden. In Luftentfeuchtern für den Haushaltseinsatz und in Bautrocknungsgeräten wird die Taupunktunterschreitung durch einen geschlossenen Kühlkreislauf bewirkt: Im Trocknungsgerät ist ein Kompressor eingebaut, der für eine Zirkulation von Kältemittel in einem Kühlkreislauf sorgt (Kompressionskältemaschine). Die warme feuchte Luft wird durch einen Ventilator angesaugt und zum Verdampfer (in dem das Kältemittel bei niedriger Temperatur verdampft) geleitet, wo die Luftfeuchtigkeit kondensiert. Anschließend strömt die Luft über den Kältemittel-Kondensator, um diesen zu kühlen, und wird in den Raum zurückgeleitet. Da bei diesem Verfahren mit Temperaturen in der Nähe des Gefrierpunktes gearbeitet wird, kommt es dabei leicht zu einer Vereisung des Verdampfers. Dadurch kommt es zu einer stetigen Abnahme der Entfeuchtungsleistung bis hin zu einem Totalausfall des Systems. Deswegen sind nur Geräte praktikabel, die über einen „automatischen Abtauvorgang“ verfügen. Hierbei unterscheidet man zwischen einer elektronischen Abtauung und einer Heißgasabtauautomatik. In der Regel sind die so arbeitenden Luftentfeuchter mit einem elektronischen Hygrometer ausgestattet und schalten sich aus (oder auf geringere Leistung), sobald ein bestimmter Wert der relativen Luftfeuchtigkeit erreicht ist. Bei Geräten mit Kondensat Behälter wird der Wasserstand überwacht und das Gerät schaltet sich bei vollem Kondensat Behälter aus. Für den Haushaltsgebrauch gibt es auch preisgünstige Geräte mit einem Peltier-Element als Kältemaschine. Deren Leistung ist allerdings erheblich niedriger und sie arbeiten auch nicht so effizient, da ein Peltier-Element geringere Leistungszahlen erreicht als eine Kompressionskältemaschine.

Luftentfeuchter: Absorption in hygroskopischen Flüssigkeiten

Bei der Absorption in hygroskopischen Flüssigkeiten wird die zu trocknende Luft mittels eines Ventilators über eine hygroskopische Flüssigkeit geleitet. Diese besteht in der Regel aus einer wässrigen Salzlösung von Lithiumchlorid, Lithiumbromid oder Calciumchlorid. Der Wasserdampf geht in die hygroskopische Lösung über und verdünnt diese. Die Absorptionsfähigkeit der Lösung wächst mit steigendem Druck, sinkender Temperatur und steigender Wasserdampfkonzentration in der Luft. Durch die frei werdende Absorptionswärme ist unter Umständen eine Kühlung der Flüssigkeit bzw. der getrockneten Luft notwendig. Die hygroskopische Flüssigkeit bedarf nach einer gewissen Zeit der Regeneration. Dies geschieht in der Regel durch Erhitzen außerhalb der zu trocknenden Räume bzw. mit Ableitung des entstehenden Dampfes.

Luftentfeuchter: Adsorption des Wasserdampfs

Bei der Adsorption des Wasserdampfs wird die zu trocknende Luft mittels eines Ventilators über ein Adsorbens geleitet. Bei technischen Anwendungen handelt es sich meist um Silicagel, oft auch um ein sogenanntes Molekularsieb oder Salze (Deliqueszenz). Der Wasserdampf lagert sich am Adsorbens an und kondensiert dort. Die Adsorptionskapazität des Adsorbens wächst mit sinkender Temperatur und steigender Wasserdampfkonzentration in der Luft. Durch die frei werdende Adsorptions- und Kondensationswärme ist unter Umständen eine Kühlung des Adsorbens bzw. der getrockneten Luft notwendig. Das Adsorbens bedarf nach einer gewissen Zeit der Regeneration. Dies geschieht in der Regel durch Trocknung mit heißer Luft. Beim Molekularsieb kann eine Rücktrocknung stattfinden. Dies geschieht vor allem in Anlagen, bei denen die zu trocknende Luft komprimiert ist. Der Rücktrocknungsprozess findet üblicherweise in zwei Trockenbehältern statt. In einem Behälter wird die komprimierte Luft durch den Adsorber geschickt, der dieser Luft die Feuchtigkeit entzieht (durch Anlagerung an das Granulat des Molekularsiebes). Dann wird ein Teil der komprimierten und getrockneten Luft über den zweiten Behälter gegen die Atmosphäre geleitet. Durch die Expansion wird die Luft erheblich aufnahmefähiger für Feuchte und entzieht dem Molekularsieb die vorher angelagerten Wassermoleküle. In regelmäßigen Abständen wird dieser Prozess zwischen den beiden Behältern hin und her geschaltet, so dass ein je nach gewünschtem Trockenheitsgrad der komprimierten Ausgangsluft höherer oder niedrigerer Prozentsatz der Luft getrocknet für die weitere Verwendung bereitsteht.