

## ■ Trocknen im Kreislauf

Wäschetrockner gelten als Energieschleudern. Mit einem Wärmepumpentrockner hält man die Stromkosten im Zaum.

Wäsche auf der Leine trocknen? Schneller, platzsparend und unabhängig von der Witterung geht es mit dem Wäschetrockner. In Deutschland besitzen rund 42 Prozent der Haushalte ein solches Gerät. Die Quote stagniert in den letzten zehn Jahren allerdings – vielleicht wegen der Stromkosten. Dabei lassen sich diese mit dem passenden Gerät und vorab möglichst trocken geschleuderter Wäsche gezielt senken.

Etwa 1400 Umdrehungen pro Minute sind beim Schleudern nach dem Waschgang nötig, damit nur etwa 50 Prozent Restfeuchte in der Wäsche verbleiben. Besser geht es ohne starkes Knittern kaum, weil das Wasser durch Kapillarkräfte an die Fasern der Wäsche gebunden ist. Nun tritt der Wäschetrockner in Aktion – und leider auch der Stromzähler. Um ein Kilogramm Wasser mit 25 °C zu verdampfen, bedarf es 0,73 kWh Energie. Um ein Kilogramm Wäsche mit einer Restfeuchte von 60 Prozent zu trocknen, verbraucht ein typischer Ablufttrockner 0,5 kWh Energie – das kostet heute etwa 15 Cent.

Die Idee für einen Wäschetrockner hatte 1799 ein Franzose: Der „Ventilator zum Kleidentrocknen“ bestand aus einer Metalltrommel mit vielen Löchern, die mit einer Handkurbel über Feuer gedreht wurde. Wenn man Glück hatte, roch die Kleidung nur nach Rauch – hatte man Pech, kamen Brandlöcher dazu. Den ersten elektrischen Trockner patentierte Ross More 1936, das erste europäische



Wäschetrockner finden sich in vielen Haushalten. Wie viel Energie sie verbrauchen, hängt vom Trocknungsprinzip ab.

Modell kam 1958 auf den Markt. Seitdem haben sich Design und Funktion nur wenig verändert. Die Wäsche wird in einer um eine horizontale Achse rotierenden Trommel gewälzt, um die wirksame Oberfläche zu vergrößern. Warme Luft strömt durch die Wäsche und nimmt die Feuchtigkeit bis zu ihrer Sättigungsgrenze auf.

### Wohin mit der Feuchtigkeit?

Die verschiedenen Konstruktionsprinzipien unterscheiden sich lediglich darin, wie sie mit der feuchten, warmen Luft verfahren. Beim Ablufttrockner gelangt sie durch einen dicken Schlauch ins Freie. Für geschlossene Räume eignen sich eher Kondensationstrockner. Dabei strömt die feuchtwarme Luft im Gerät über Kühlrippen mit der Temperatur der Raumluft. Die Luft kühlt sich ab, und sobald der Taupunkt unterschritten ist, kondensiert das Wasser und sammelt sich in einem Tank. Danach wird die Luft wieder aufgewärmt – ein weitgehend geschlossener Kreislauf. Das Kondenswasser sollte nach jedem Trockenvorgang entsorgt werden. Ein sauberes Flusensieb sorgt ebenso für effizientes Trocknen wie ein möglichst großer Temperaturunterschied zwischen Innen- und Raumluft: Beim Kondensations-

trockner hilft ein gut gelüfteter Raum, um Kosten zu sparen.

Bei beiden Prinzipien geht die Energie aus der warmen Luft verloren. Um die Wärmeenergie zurückzugewinnen, muss man diese im Kreis führen. Das Umsetzen dieser Idee scheiterte lange daran, dass die nötige Technik zu viel Platz brauchte und zu viel kostete. Heute rechnet sich aber die Anschaffung des Geräts über seine Lebenszeit – auch aufgrund steigender Stromkosten. Denn die besten Wärmepumpentrockner erreichen die Effizienzklasse A+++ und verbrauchen damit rund 70 Prozent weniger Strom als ein Kondensationstrockner der Klasse B. Je nach Wäschemenge ergeben sich niedrigere Stromkosten, die schon für einen Zwei-Personen-Haushalt die Anschaffung eines Wärmepumpentrockners lohnen.

Beim Wärmepumpentrockner erhitzt ein elektrischer Heizstab die Luft, die in der Trommel den Wasserdampf aus der Wäsche aufnimmt. Wie beim Kondensationstrockner kühlt die Luft anschließend ab, und die kondensierte Feuchtigkeit sammelt sich in einem Tank. Das Abkühlen erfolgt aber nicht an passiven Kühlrippen, sondern in einem Wärmetauscher (Abb. 1, Verdampfer): In einem gewendelten Rohr mit möglichst

### MACHEN SIE VORSCHLÄGE!

Unsere Rubrik „Physik im Alltag“ beleuchtet bereits seit 17 Jahren, wie viel physikalisches Know-how hinter der Technik steckt, die wir in unserem täglichen Leben einsetzen. Nicht nur Auto oder elektronische Geräte kamen bisher vor, sondern auch exotischere Themen wie der Gehörschutz für Musiker. Natürliche Phänomene – ob Regenbogen oder Polarlichter – gehören aber nicht dazu.

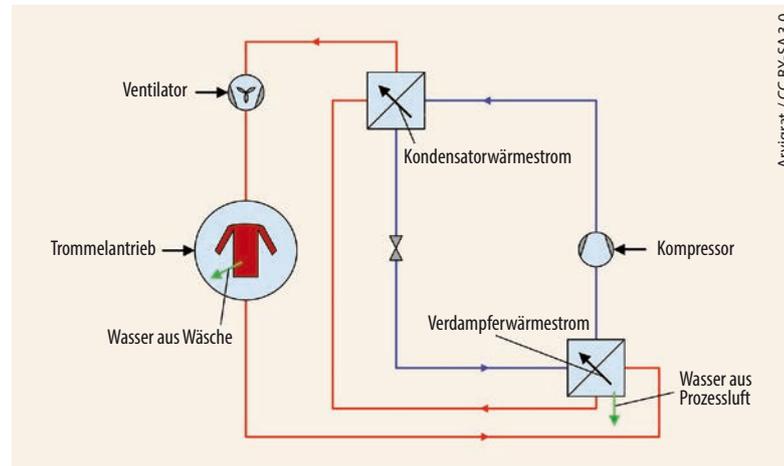
Wir möchten wissen, zu welchem Thema Sie einen Artikel in „Physik im Alltag“ lesen möchten. Schicken Sie uns Ihre Themenvorschläge an [redaktion@physik-journal.de](mailto:redaktion@physik-journal.de).

großer Oberfläche fließt ein Kältemittel, um einen Teil der Wärme aufzunehmen. Dabei verdampft es und läuft in einen zweiten Wärmetauscher (Verflüssiger). Hier verdichtet ein Kompressor das Kältemittel, sodass es sich erhitzt. Sobald die Temperatur höher ist als diejenige der Luft in der Trommel, die zuvor abgekühlt wurde, fließt die Wärmeenergie aus dem Kältemittel zurück in die Luft. Anschließend expandiert das Kältemittel über ein Ventil, kühlt ab und verflüssigt sich. Der Kreislauf schließt sich, wenn es erneut zum Verdampfer fließt und von feuchtwarmer Luft aus der Wäsche umspült wird. Bei diesem Prozess verbleibt ein großer Teil der Wärmeenergie im Gerät.

### Fast wie beim Kühlschranks

Dieser Kreislauf aus Verdichten, Verdampfen, Expandieren und Abkühlen erinnert an die Technik eines Kühlschranks. Allerdings führt ein Kühlschrank nur das Kältemittel im Kreis – die Wärme aus seinem Innenraum verpufft an den Kühlrippen der Rückwand und heizt den Raum auf. Der Kühlschrank arbeitet nur dann effizient, wenn dabei die Temperatur nicht zu stark ansteigt – auch hier hilft eine gute Lüftung.

Abluft-, Kondensations- und Wärmepumpentrockner sind in Deutschland die vorherrschenden Modelle. Daneben gibt es Exoten



**Abb. 1** Beim Wärmepumpentrockner wird die Feuchtigkeit aus der Wäsche (grün) mit der Prozessluft aufgenommen. Diese bewegt sich in einem Kreislauf (rot) und kühlt an einem Verdampfer ab.

Dabei kondensiert das Wasser (grün), und die Luft heizt ein Kältemittel auf, das durch einen eigenen Kreislauf fließt (blau). Die Wärmeenergie bleibt somit fast vollständig im Gerät.

wie gasbeheizte Trockner. Sie sind in den USA beliebt und werden hierzulande von manchen Gasversorgern bezuschusst: Ihre Anschaffung ist zwar teuer, aber sie arbeiten sehr energieeffizient. Wer als Hauseigentümer eine Solarthermie auf dem Dach betreibt, sollte den energieeffizienten Solartrockner als Alternative ins Auge fassen, der wie ein Heizkörper an die Heizung angeschlossen wird.

Daneben gibt es Trocknerkonzepte, die ohne eine rotierende Trommel auskommen, beispielsweise der Trockenschrank, in dem die Wäsche aufgehängt wird. Eine Variante dazu ist der Raumluft-

trockner. Dieser befindet sich im Wäschekeller und umspült die Wäsche auf der Leine mit warmer Luft. Mit einer Wärmepumpe arbeiten beide Formen recht energieeffizient. Ihr größter Vorteil ist, dass sich damit größere Gegenstände trocknen lassen, zum Beispiel eine Skiausrüstung.

Am energiesparendsten erfolgt das Trocknen der Wäsche aber nach wie vor auf der Leine an der frischen Luft – es kann nur länger dauern, und die Wettervorhersage sollte man auch im Blick haben.

**Bernd Müller**