

Nicht nur sauber, sondern trocken!

Zeolith ist ein wahres Wundermaterial: Die riesige Oberfläche seiner Poren hilft in Geschirrspülern, die Trocknung zu verbessern und Energie zu sparen.

#) Physik Journal, Mai 2011, S. 44

Ein letztes Brummen der Pumpe, dann ist der Spülgang beendet und das Geschirr sauber. Wer jetzt sofort die Tür des Geschirrspülers öffnet, dem schlägt eine Dampf- wolke entgegen. Das Geschirr ist zu heiß, um es anzufassen. Außerdem schwappt in den Vertiefungen eini- ger Geschirrtteile noch Wasser, und auf Plastik bleiben Tropfen zurück. So war es früher. Heute gibt es Ge- räte ohne Dampf am Ende des Spül- gangs. Das Geheimnis versteckt sich in ihrem Boden: ein Metallbe- hälter mit drei bis fünf Millimeter großen Zeolith-Kügelchen. Dieses Material entzieht der Luft Feuch- tigkeit. So trocknet das Geschirr, und beim Öffnen der Tür entweicht kein Dampf. Möglich ist das durch das Zusammenspiel ausgeklügelter Technik mit den physikalischen Eigenschaften des Zeoliths.

Zeolith, ein wahres Wunderma- terial, ist ein mikroporöses Alumo- silikat aus Natrium, Aluminium- dioxid (AlO_2) und Siliziumdioxid (SiO_2). Typ A-Zeolithe, die im Ge- schirrspüler zum Einsatz kommen, enthalten die drei Komponenten zu gleichen Teilen. Andere Varianten besitzen einen höheren Silikat- Anteil. Allen Zeolithen gemein ist eine enorme innere Oberfläche. Das Zeolith im Geschirrspüler hat eine Porengröße von 0,4 nm, und ein Gramm davon besitzt eine in-



BSH-Dillingen

Moderne Spülmaschinen sollen nicht nur sauberes, sondern auch glänzendes und trockenes Geschirr liefern. Neue Entwicklungen werden im Spüllabor getestet.

nere Oberfläche von erstaunlichen tausend Quadratmetern. Die innere Oberfläche des Kilogramms Zeo- lith im Geschirrspüler summiert sich zur Fläche von 140 Fußball- feldern! Auf dieser Fläche lagern sich Wassermoleküle durch elek- trostatische Bindungskräfte an (Adsorption): Das Material wirkt wie ein Schwamm. Ein Molekül des Typ A-Zeoliths mit der Elementar- zelle $\text{Na}_{12}[(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12}]$ kann bis zu 27 Wassermoleküle aufnehmen. Daher verwendet man Zeolithe auch als Trockenmittel, Moleku- larsieb, Ionentauscher, Katalysator und als Energiespeicher, etwa in

einem selbstkühlenden Bierfass.^{#)} Von seiner Fähigkeit, große Men- gen Wasser zu binden und beim Erhitzen wieder frei zu setzen, leitet sich auch der Name ab: Zeolith kommt aus dem Altgriechischen und bedeutet so viel wie „siedender Stein“.

Beim Zeolith-Geschirrspüler steht wie in konventionellen Mo- dellern am Beginn das Vorspülen, um groben Schmutz mit klarem Wasser zu lösen (Abb. 1). Danach strömt frisches Wasser für die Spül- phase ein. Damit die Enzyme im Reinigungsmittel wirken können, muss es auf 40 °C erhitzt werden. Kommen Bleichmittel zum Einsatz, sind sogar 45 °C nötig. In einem konventionellen Gerät sorgen Heiz- stäbe für die nötige Temperatur. Im Zeolith-Spüler übernimmt das ein Heizgebläse und erwärmt die Luft auf 250 °C. Diese hohe Temperatur treibt die Feuchtigkeit aus den Mi- kroporen des Zeolith: Die Wasser- moleküle überwinden die elek- trostatischen Bindungskräfte und verdampfen (Desorption). Dem Geschirr schadet die große Hitze nicht, weil sich heiße Luft und kaltes Wasser aus den Sprüharmen vermischen und auf die gewünsch- ten 45 °C abkühlen.

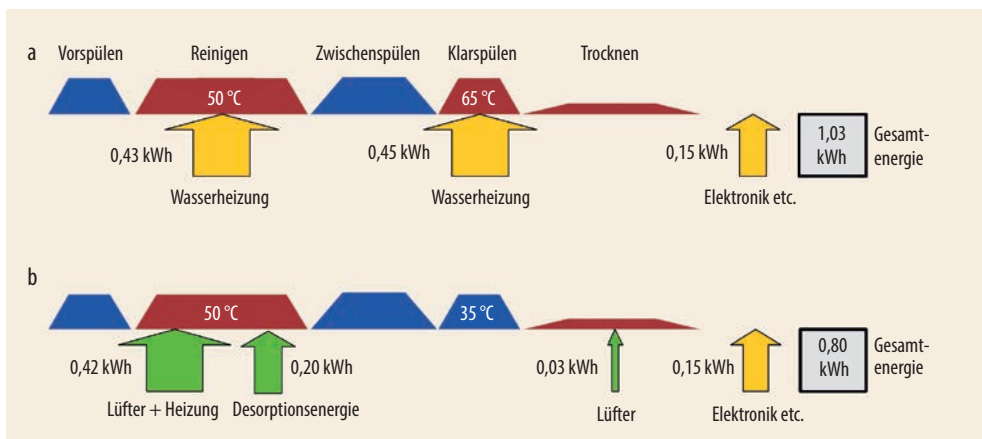


Abb. 1 Ein konventioneller Geschirrspüler (a) und ein Modell mit Zeolith-Trocknung (b) unterscheiden sich beim Reinigen und Klarspülen. Um dem Zeolith

alle Feuchtigkeit zu entziehen, wird beim Reinigen eingehitzt. Dafür reicht beim Klarspülen kaltes Wasser aus, und man spart etwa 20 Prozent Energie.

Das Reinigen dauert unabhängig vom Modell etwa eine Stunde, in der das warme Wasser über die Sprüharme ständig umgewälzt wird. Ein Zwischenspülgang bereitet das Geschirr auf das abschließende Klarspülen vor. Der Klarspüler reduziert die Oberflächenspannung des Wassers, damit es leichter abfließt.

Im konventionellen Gerät findet das Klarspülen bei einer Temperatur von 58 bis 65 °C statt, um das Geschirr für die Trocknungsphase aufzuheizen. Nach dem Abpumpen des Spülwassers verdampft die verbliebene Feuchtigkeit am Geschirr, kondensiert an den kühlen Wänden des Geschirrspülers und wird abgepumpt. Weil Plastik kaum Wärme speichert, bilden sich dort Tropfen. Manche Geräte arbeiten mit einer automatischen Türöffnung, damit die Restfeuchte während des Trocknens entweichen kann.

Kalt gespült, warm entfeuchtet

Beim Zeolith-Geschirrspüler bleibt das Wasser beim Klarspülen dagegen kalt. Zunächst saugt ein Gebläse die feuchte Luft mit einem leichten Überdruck von 200 Pa aus dem Spülraum zum Behälter mit den Zeolith-Kügelchen. Weil die Adsorption exotherm erfolgt, wird die Luft gleichzeitig trockener und wärmer. Über eine zweite Öffnung erreicht sie erneut den Innenraum: 35 m³ Luft wälzt das Gebläse pro

Stunde um. Innerhalb von 30 bis 45 Minuten sinkt die Luftfeuchtigkeit von anfangs 100 Prozent zunächst schnell ab und erreicht schließlich etwa zehn Prozent: Das Geschirr ist trocken.

Die Gesetze der Physik, insbesondere die Energieerhaltung, hebt das Zeolith dabei nicht aus. Die Wärme, die es beim Trocknen abgibt, hat es während des Aufheizens aufgenommen. Umgekehrt kann es beim Reinigen die Feuchtigkeit abgeben, die es beim vorherigen Spülgang während des Trocknens aufgenommen hat. Das reduziert den Wasserverbrauch, weil etwa ein Viertelliter Wasser im System verbleibt.

Aus ökologischer Sicht ist das nur ein netter Nebeneffekt. Entscheidender ist die Energiebilanz. Der zusätzlichen Energie für heiße Luft und Gebläse beim Reinigen steht die Ersparnis beim Klarspülen und Trocknen gegenüber. Unter dem Strich verspricht der Hersteller eine deutliche Ersparnis: Zeolith-Geschirrspüler erreichen Energieklassen, die besser als A+++ sind, und verbrauchen mit 211 kWh pro Jahr etwa 50 kWh weniger als die besten konventionellen Modelle. Dadurch zahlt sich der Kauf eines Zeolith-Spülers schon nach wenigen Jahren aus. Der Mehrpreis entsteht durch den höheren technischen Aufwand des Trocknungssystems, das in den engen Platz im

Geräteboden passen muss und viele Jahre halten soll. Das Zeolith – synthetisch hergestellt für 2,50 Euro pro Kilogramm – schlägt dagegen kaum zu Buche, weil es während der Lebensdauer eines Geschirrspülers, die mindestens



Fotolia / sennah0815

15 Jahre betragen sollte, nicht ausgetauscht werden muss. Das Wechselspiel aus Adsorption und Desorption lässt sich nahezu unendlich oft wiederholen. Zwar reduziert sich die Trocknungswirkung des Zeoliths mit der Zeit, weil aber selbst eine voll beladene Maschine die Adsorptionskapazität nicht komplett ausnutzt, sollte ein Zeolith-Spüler auch noch perfekt funktionieren, wenn er in die Jahre kommt.

*

Ich danke Kai Paintner, Leiter Vorentwicklung – Technologie-management bei der BSH Hausgeräte GmbH in Dillingen, für hilfreiche Informationen.

Bernd Müller