



Mit dieser Serie möchten wir Sie erinnern. Und zwar an Dinge, die Sie damals in der **PTA-Schule** gelernt, aber inzwischen vielleicht nicht mehr parat haben. Jenes Wissen, das man nicht unbedingt täglich braucht, das jedoch die beratungsstarke PTA ausmacht.



$$52 + 48 = 96,3$$

Wenn man Ethanol mit Wasser mischt, dann kommt es zu einer **Volumenkontraktion**. Das Volumen ist geringer als die Summe der Einzelvolumina. Wissen Sie noch, was sich da auf molekularer Ebene abspielt?

**B**ei den meisten Lösungen spielt das überhaupt keine Rolle. Der Effekt ist vielleicht vorhanden, aber in so geringem Maße, dass es nicht berücksichtigt werden muss. Merkwürdig ist dieser Effekt jedoch bei einem Gemisch von Alkoholen wie Methanol oder Ethanol mit Wasser – wobei in der Apotheke Ethanol-Wasser-Mischungen häufiger hergestellt werden. Mischt man 52 Milliliter Ethanol mit 48 Milliliter Wasser, so erhält man tatsächlich nicht 100, sondern nur 96,3 Milliliter des Gemisches. Diese Verringerung des Volumens hängt nichtlinear vom Mischungsverhältnis ab, weshalb der Alkoholgehalt der Mischung auch nicht über eine Messung des Volumens, son-

dern nur über die Dichte oder den Siedepunkt bestimmt werden kann.

#### **Zusätzliche Bindungskräfte**

Im Wasser und auch im Ethanol wirken Anziehungskräfte zwischen den einzelnen Molekülen. Im Wesentlichen sind dies Wasserstoffbrückenbindungen. Sie sorgen für den Zusammenhalt der Moleküle und zum Beispiel auch dafür, dass Wasser ( $H_2O$ ) bei Raumtemperatur flüssig ist. Dagegen ist Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ), der eigentlich ganz ähnlich aufgebaut ist, bei Raumtemperatur gasförmig. Das liegt daran, dass Schwefel weniger elektronegativer ist als Sauerstoff. Dadurch ist die Polarisierung im Molekül geringer und auch die Anziehungskräfte zwischen den

Molekülen fallen deutlich schwächer aus. Gibt man nun Ethanol und Wasser zusammen, können neue intermolekulare Bindungen entstehen – also Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Wasser und Ethanol. Die Moleküle rücken näher aneinander. Das ganze Gemisch zieht sich zusammen. Relativ gut untersucht sind Methanol-Wasser-Gemische, da man sie in der Industrie häufig zur Chromatographie einsetzt. Hier fand man heraus, dass sich Assoziate bilden. Das heißt, neben freiem Wasser und freiem Methanol liegen Bereiche vor, in denen Methanol und Wasser eng über Wasserstoffbrückenbindungen verbunden sind. Diese Assoziate weisen eine höhere Dichte und auch eine höhere Viskosität auf als

die übrige Lösung, sie sind also enger gepackt. Es scheint so zu sein, dass sich um die OH-Gruppe des Methanols eine geordnete Lage von Wassermolekülen gruppiert. Dieser stärkere Ordnungsgrad spart Platz.

**Gehaltsangaben** Die Volumenkontraktion ist auch der Grund, warum man die Konzentration von Ethanol-Wasser-Mischungen meist in Volumenprozent (V/V) angibt. Möchte man eine Ethanol-Wasser-Mischung herstellen, so geht das nur, wenn die Volumenprozent der fertigen Lösung zuvor in Massenprozent umgerechnet werden. Man kann dies über die Dichte errechnen oder einfach den Ethanoltabellen des DAC entnehmen. Demnach entsprechen 90 Prozent (V/V) genau 85,68 Prozent (m/m) und 70 Prozent (V/V) entsprechen 62,40 Prozent (m/m). ■

*Sabine Breuer,  
Apothekerin/Redaktion*