



seit 1558

## Friedrich-Schiller-Universität Jena

### Anwendungsbericht der Analysenwaage PCE-BS 3000

Die Arbeitsgruppe Fachdidaktik der Physik und Astronomie der Friedrich-Schiller-Universität bildet Lehramtsstudierende im zweiten Studienjahr im Bereich der physikalischen Schulexperimente aus und betreibt gleichzeitig ein physikalisches Schülerlabor. Dies ist ein außerschulischer Lernort, den ganze Klassen aus den umliegenden Regionen besuchen können, um dort zu experimentieren. Für Lehramtsausbildung und Schülerlabor nutzen wir die Analysenwaage PCE-BS 3000.

Bei den aktuell herrschenden hochsommerlichen Temperaturen machen kühle Getränke das Leben erträglicher. Aber warum kühlen wir unsere Getränke eigentlich mit Eiswürfeln? Die Antwort ist die große Schmelzwärme von Eis, d.h. zur Phasenumwandlung fest zu flüssig wird viel Energie benötigt. In einem Thermogefäß, z.B. einem Trinkbecher (vgl. Abb. 1) lässt sich dies quantitativ untersuchen. Wichtige Messgrößen sind die Masse des Eises und die Masse der bereits im Getränkebecher vorhandenen Flüssigkeit. Beides lässt sich mit der Analysenwaage genau ermitteln. Dabei ist für Schulversuche besonders die Kombination aus großem Wägebereich (bis max. 3000 g) und ausreichender Genauigkeit (Ablesbarkeit 0,1 g) wichtig. Weitere Pluspunkte sind die einfache und selbsterklärende Bedienung der Waagen und deren beleuchtetes und damit leicht ablesbares Display.

Mischt man zu gleichen Mengen 100°C heißes kochendes und 0°C kaltes Wasser, erwartet man eine Mischungstemperatur von 50°C. Im Experiment ist



Abb.1 – Bestimmung der Schmelzwärme von Eis mit Hilfe der Analysenwaage PCE-BS 3000



Abb.2 – Bestimmung der Kalorimeterkonstanten eines Thermobechers

die Mischungstemperatur aber immer niedriger, denn auch das Gefäß, in dem die beiden Flüssigkeiten gemischt werden, nimmt unweigerlich einen Teil der thermischen Energie auf. Dieser Effekt ist bei allen kalorimetrischen Messungen zu berücksichtigen. Quantitativ geschieht dies durch die sogenannte Kalorimeterkonstante, zu deren Bestimmung präzise Temperaturmessungen und Wägungen der gemischten Flüssigkeitsmengen nötig sind (vgl. Abb. 2).

Für den Einsatz im Unterricht können dabei verschiedene Gefäße als Kalorimeter dienen: Selbstgebaute Varianten aus

isolierten Bechergläsern, Kaffeebecher aus Styropor, Outdoor-Thermobecher oder aufwendig hergestellte Kalorimeter aus dem Lehrmittelhandel. Ist die Kalorimeterkonstante einmal bestimmt, sind zahlreiche physikalische Experimente aus dem Bereich der Wärmelehre möglich: wie bereits beschrieben die Bestimmung der spezifischen Schmelzwärme von Eis, aber auch die spezifische Wärmekapazität von Flüssigkeiten und Feststoffen (vgl. Abb. 3) oder die spezifische Lösungswärme verschiedener Salze (vgl. Abb. 4). Alle Experimente sind abhängig von einer genauen Bestimmung von Massen und Temperaturen.



Abb. 3 – Ein Schüler bei der Bestimmung der Wärmekapazität von Spiritus



Abb. 4 – Ein Schüler beim Wiegen von  $\text{CaCl}_2$ , dessen Lösungswärme bestimmt werden soll

Ein weiteres Schulexperiment ist die Bestimmung der spezifischen Verdampfungswärme von Wasser. Hierfür bringt man in einem Kalorimeter – direkt auf der Waage – Wasser mit einem Tauchsieder zum Sieden und stoppt die Zeit, in der eine bestimmte Menge Wasser verdampft ist. Aus der Zeit und der Leistung des Tauchsieders folgt die zur Phasenumwandlung benötigte Energie. Kernstück dieser Messung ist auch hier eine Waage wie die PCE-BS 300, die hohe Genauigkeit, großen Wägebereich und gute Handhabbarkeit vereinigt.

Mit freundlichen Grüßen

Silvana Fischer

Stefan Völker