

spiegel zu liegen kommt, gleichgültig, ob ich die Dichte des Wassers bei 4° oder bei 20° 1 nenne. Die Normaltemperatur ist nur entscheidend für die Wahl einer Dichtetafel. In welchen Einheiten die Dichtetafel ausgedrückt wird, ist ganz gleichgültig, denn es ist nicht die Dichte auf den Instrumenten verzeichnet, sondern der Prozentgehalt. Die Angaben der Spindel für diesen bedürfen einer Umrechnung, nicht weil als Einheit der Dichte die bei 4° oder 20° oder bei sonst einer Temperatur gewählt ist, sondern weil die Dichte, also auch die Einstellung der Spindel von der Temperatur abhängig ist; das gilt nicht nur für Wasser, sondern überhaupt für alle Flüssigkeiten, und Herr Bruhns hat die Bedeutung der Tafel in „Fröhling und Schulz“ einfach missverstanden. Will jemand die Spindeln z. B. bei 0 Proc. nachprüfen, so hat er sich zuerst zu überzeugen, ob das Wasser, dessen er sich bedient, wirklich keinen Zucker enthält und chemisch rein ist, dann das Wasser auf 20° zu bringen und die Spindel einzusenken. Die Dichtebestimmung durch pyknometrische Wägung braucht gar nicht ausgeführt zu werden, denn ob Wasser rein ist, kann auch chemisch geprüft werden. Daraus erhellte schon, wie unrichtig die Deductionen des Herrn Bruhns sind.

Ein zweiter Punkt betrifft die Unsicherheit der Spindelangaben bei der Prüfung von niedrigprozentigen Zuckerlösungen. Herr Dr. Classen⁴⁾ sagt durchaus nichts Neues, wenn er auf diese Erscheinung näher eingehet. Er vergisst jedoch hinzuzufügen, dass die Schwierigkeit nur bei schwachen Lösungen störend auftritt, nicht dagegen bei stärkeren, wo die Benetzung auch bei nicht ganz reinem Stengel hinreichend gut ist. Dass bei Instrumenten, welche beglaubigt werden, von einem solchen Zustand ausgegangen werden muss, welcher unter allen Umständen eindeutig hergestellt werden kann, ist selbstverständlich. Hierfür eignet sich aber nur der der Reinheit, denn dieser ist definierbar und — wenn auch mit einiger Mühe — erreichbar. Dagegen würden die Herren Kritiker wohl in bedeutende Verlegenheit gerathen, wenn sie für Unreinheit eine Definition geben und sagen sollten, wie der Grad der Unreinheit der Instrumente hergestellt oder bestimmt werden soll. Wie sehr aber die Ablesungen an einer Spindel mit dem Grade der Unreinheit wechseln, weiss jeder, der sich mit solchen Arbeiten beschäftigt hat. Selbst von der Substanz, welche die Unreinheit bewirkt, ist die Ein-

stellung abhängig; sollte auch diese angegeben und stets untersucht werden? Übrigens musste natürlich angenommen werden, dass Chemiker mit sauberen Instrumenten arbeiten, und der letzte Satz in dem Aufsatz des Herrn Bruhns, „die geachten Spindeln können dann ja Sonntagsspindeln bleiben, wenn sie ungeputzt nicht funktionieren wollen“, scheint mir dem Verfasser in einem sehr unglücklichen Moment entschlüpft zu sein. Er wird wohl wenig Chemiker finden, welche unsaubere Instrumente zu benutzen bereit sein werden, zumal die Mühe des „Putzens“ nur gering ist, da es schon selbst für genauere Messungen genügt, die Spindel in hochprozentigem, mit etwas Ammoniak versetztem Branntwein abzuwaschen.

Ich glaube, dass durch vorstehende Auseinandersetzung auch die entsprechenden Bemerkungen des Herrn Classen erledigt sind. Dass der Name des Herrn Professor Herzfeld in diese Bemerkungen verflossen ist, kann ich nur bedauern, denn bei aller Achtung, die ich diesem so geschätzten Gelehrten entgegenbringen muss, kann ich doch nicht umhin hervorzuheben, dass hier eine kleine Übereilung seinerseits vorliegt. Die von ihm gefundenen Differenzen an geachten Saccharimetern sind in seiner Gegenwart vollständig aufgeklärt worden.

Über das Differential-Aräometer von Fuchs und die zugehörigen Umrechnungstabellen.

Von
Dr. Domke.

Die in dieser Zeitschrift (1898 S. 505) enthaltene Beschreibung eines sog. Differential-Aräometers scheint geeignet, von dem Grade der Genauigkeit, welchen man bei Bestimmungen von Dichten mit einem derartigen Instrument erreicht, nicht ganz zutreffende Vorstellungen zu erwecken. Im Hinblick auf die Wichtigkeit des Gegenstandes bei experimentellen chemischen Untersuchungen sei es deshalb gestattet, einige Bemerkungen zu den Angaben des Herrn Verfassers zu machen.

Zunächst ist es stets bedenklich, zur Dichtenmessung verschiedener Flüssigkeiten ein und dasselbe Aräometer zu benutzen; denn der am Stengel der Spindel sich bildende Wulst, welcher mit seinem ganzen Gewicht an dem Aräometer hängt, hat bei verschiedenen Flüssigkeiten sehr verschiedene Grösse. Es lässt sich leicht nachweisen, dass die Masse dieses Wulstes

⁴⁾ Centr. f. d. Zuckerindustrie d. Welt, 1898 No. 7.

$$M = \alpha U s$$

beträgt, worin α die Capillaritätsconstante, U den Umfang des Stengels und s die Dichte der Flüssigkeit bezeichnet. •

Wasser hat bei 15°C . den Werth $\alpha = 7,42$, ein Gemisch von Spiritus von 80 Gewichtsprocent mit Schwefelsäure, das ebenfalls die Dichte des Wassers hat, dagegen nur 2,92. Hat z. B. eine Spindel an der Ablesestelle den Durchmesser 4 mm, so ergibt sich die Wulstmasse im ersten Fall zu 93,2, im zweiten zu 36,7 mg, d. h. die Spindel ist beim Eintauchen in Wasser um 56,5 mg mehr belastet und sinkt, wie sich leicht ausrechnen lässt, in diesem um 4,5 mm tiefer ein, als in der specifisch gleich schweren Schwefelsäure-Spiritus-Mischung.

Wenn auch hier das Beispiel zweier in ihren capillaren Eigenschaften extrem wirkender Flüssigkeiten gewählt wurde und die Differenz in den meisten Fällen einen geringeren Betrag erreicht, so ist doch damit gezeigt, dass man unter ungünstigen Verhältnissen einen grossen Fehler begeht, wenn man verschiedene Flüssigkeiten mit demselben Instrument untersucht, oder mit anderen Worten: dass ein richtiges Aräometer nur dann zuverlässige Resultate liefert, wenn es lediglich in derjenigen Flüssigkeit benutzt wird, für welche es berichtet ist.

Schon aus diesem Grunde muss es unstatthaft erscheinen, ein Universal-Aräometer als Laboratoriums-Normal einzuführen, um so mehr, wenn es noch andere Mängel aufweist, wie das von Fuchs construirte, welches ein einwandsfreies Messen überhaupt nicht zulässt. Namentlich betrifft dieses die von Fuchs gewählte Anordnung der Spindelbelastung, da diese eine Unveränderlichkeit des Aräometervolumens nicht gewährleistet. Wenn auch der Ppropfen noch so gut eingeschliffen ist, so hat man doch keine Bürgschaft dafür, dass stets das nämliche Stück von ihm herausragt; denn die Spindel hat nicht immer dieselbe Temperatur wie der Stopfen, und letzterer wird aus diesem Grunde und auch deshalb, weil man ihn wohl niemals mit genau derselben Kraftanwendung hineindrehen kann, die geforderte Bedingung um so weniger streng erfüllen, als er sehr fest sitzen muss, da das Gewicht des Beschwerungskörpers ihn hinauszutreiben strebt. Zwischen letzterem und dem Glaskörper muss übrigens naturgemäß eine kleine Rille entstehen, in welche sich beim Einsenken schwer zu beseitigende Luftbläschen festsetzen werden, und welche beim Abtrocknen nicht leicht zu reinigen sein dürfte, falls man nicht vorzieht, nach jeder Benutzung den Stopfen zu lüften.

Die der Beschreibung beigefügten Umrechnungstabellen sind nach Formeln berechnet, welche sich bei genauerer Prüfung als allzu ungenaue Näherungsformeln ausweisen, die ein Mitnehmen der fünften Decimalstelle der Dichte nicht rechtfertigen.

Bezeichnet:

G das Gewicht der Spindel in Luft (Masse minus Auftrieb),

γ die Dichte der Luft (genähert $\gamma = 0,0012$),

V_0 das Volumen des unteren Spindelkörpers bis zum Stengel,

q den Querschnitt des Stengels an der Ablesestelle,

l die Länge des Stengels vom unteren Körper bis zur Ablesestelle,

so liefert das Archimedische Prinzip die Fundamentalgleichung:

$$\alpha U s + G = (s - \gamma) (V_0 + q l).$$

Wird die Spindel mit dem Betrag $G' - G$ belastet, so gilt für denselben Punkt in einer anderen Flüssigkeit:

$$\alpha' U s' + G' = (s' - \gamma) (V_0 + q l).$$

Hieraus folgt:

$$s' = \frac{(G + \alpha U s) \gamma + G' (s - \gamma)}{G + \alpha U s - \alpha' U (s - \gamma)}.$$

Dies ist die strenge Formel; Fuchs vernachlässigt aber die Glieder mit α und γ und kommt dann zu der sehr einfachen Gleichung:

$$s' = \frac{G' s}{G}.$$

Die vernachlässigten Glieder können mehrere Einheiten der dritten Decimalstelle und zwar unter gewöhnlichen Verhältnissen leicht erreichen, und hiermit ist also die Genauigkeitsgrenze der Umrechnungstabellen hinreichend charakterisiert. Dazu kommt die vorerwähnte Unsicherheit hinsichtlich des Volumens des Instruments, so dass alles zusammen genommen unter Umständen kaum noch die Richtigkeit der zweiten Ziffer der Dichteangabe gewährleistet werden kann.

Im Hinblick auf die Mängel des Fuchs'schen Instruments, welches an Genauigkeit einer gut justirten Mohr'schen Waage sicher unterlegen ist, wird man gut thun, entweder das zuletzt genannte Hülsmittel vorzuziehen oder geaichte, oder sonstwie geprüfte, nur für eine einzige Flüssigkeit bestimmte Aräometer zu benutzen.