© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

38. A. Ursprung: Auftrieb und Stofftransport.

(Eingegangen am 30. Juni 1916.)

Durch ein horizontal liegendes Stammstück von *Calamus* lassen wir Wasser filtrieren bis die Gefäße gefüllt sind, hierauf schließen wir das eine Ende luftdicht ab und tauchen das andere Ende bei vertikaler Stellung des Stammes in eine alkoholische Lösung von Eosin oder Eisenchlorid. Nach 1 Minute wird das Stämmchen rasch aus der gefärbten Lösung entfernt, horizontal gelegt und vorsichtig mit einem sauberen Messer von oben nach unten längs gespalten, was in wenigen Sekunden geschehen ist. Hierauf gelangt das Objekt, welches in Eisenchlorid tauchte, sofort in Ferrocyankalilösung. Auf diese Weise läßt sich zeigen, daß das Eosin und das Eisensalz in 1 Minute 7—8 cm hoch im Lumen der Gefäße emporgestiegen sind. Würde das Steigen mit dieser Geschwindigkeit weiter gehen, so wären in einer Stunde Höhen von 4—5 Meter erreicht. Wir haben es also hier mit einer Bewegung zu tun, welche die beim Saftsteigen ermittelten Geschwindigkeiten nicht nur erreicht, sondern wesentlich übersteigt.

Da nach Alfred Fischer bei der Mehrzahl unserer Laubbäume in den Gefäßen Glukose enthalten ist, im Frühjahr in ansehnlichen Mengen, in geringeren Quantitäten aber auch zu anderen Jahreszeiten, so füllte ich in anderen Versuchen die *Calamus*-gefäße mit einer Zuckerlösung. Ich benutzte dazu allerdings Rohrzucker und zwar in einer Konzentration von ca. 2 Mol, da mir diese Lösung gerade zur Verfügung stand. Die zuckerhaltigen, am oberen Ende verschlossenen Gefäße tauchten mit dem unteren offenen Ende in eine wässerige Lösung von Ferrocyankali. Nach 1 Minute war die Berlinerblaureaktion in 5 cm Höhe deutlich nachzuweisen. Also auch hier ein äußerst rascher Aufstieg.

Die Erscheinung fällt auf durch die Geschwindigkeit, mit der sie sich abspielt. Aus diesem Grunde ist die Diffusion als treibende Kraft von vornherein ausgeschlossen; auch an die Mitwirkung der Transpiration ist kaum zu denken, zudem erfolgt das Steigen bei völligem Ausschluß der Verdunstung mit derselben Geschwindigkeit.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Da mir aus der botanischen und physikalischen Literatur nichts Derartiges bekannt war,[1]) stellte ich einige orientierende Experimente mit Glaskapillaren an. In einem nicht zu engen, mit Wasser gefüllten Kapillarrohr, das vertikal gestellt und am oberen Ende verschlossen war, sah ich gefärbten absoluten Alkohol in 1 Minute nahezu 1 Meter hoch steigen oder besser gesagt emporschießen. Die weitere Verfolgung zeigte, daß die Geschwindigkeit des Aufstiegs von folgenden Faktoren stark beeinflußt wird: spezifisches Gewicht und Viskosität der beiden Flüssigkeiten, Weite der Kapillaren, Neigung der Kapillaren zur Vertikalen, Steighöhe der eingedrungenen Flüssigkeit, Grenzflächenspannung.

Wenn zwei Flüssigkeiten die erwähnte Erscheinung zeigen, so ist es stets die spezifisch leichtere, welche in der spezifisch schwereren emporsteigt. Füllen wir die Kapillare mit Wasser und tauchen wir sie in Alkohol, so steigt letzterer, wie wir sahen, auf; füllen wir dagegen die Kapillare mit Alkohol und tauchen wir sie in Wasser, so erfolgt kein Aufstieg.[2]) Wasser steigt, wie bereits mitgeteilt wurde, in Lösungen von Rohrzucker, ebenso in Glyzerin, Kalilauge, in Lösungen von Salpeter etc. Je größer die Differenz der spezifischen Gewichte, um so größer ist die Geschwindigkeit unter sonst gleichen Umständen. Diese Einschränkung ist nötig wegen der Bedeutung der Zähigkeit, die sich z. B. aus dem langsamen Aufsteigen des Wassers in konzentrierten Rohrzuckerlösungen ergibt. In der folgenden Tabelle finden wir für ein und dieselbe Glaskapillare (Lumenweite ca. 0.7 mm) den Aufstieg verschieden konzentrierter Rohrzuckerlösungen. Auf dem Glasrohr waren zwei Marken angebracht, die eine 1 cm, die andere 10 cm über dem unteren Ende. Es wurde die Zeit bestimmt, welche die Eosinwassersäule brauchte, um die 9 cm lange Distanz zwischen den beiden Marken zu durchlaufen. Diese Methode gibt genauere Resultate, als das gewöhnlich benutzte Verfahren, bei welchem ich die Gesamt-Steighöhe während einer gegebenen Zeit oder die Zeit für eine gegebene Gesamtsteighöhe ermittelte.

---

1) Nachträglich finde ich bei QUINCKE (über Capillaritäts-Erscheinungen an der gemeinschaftlichen Oberfläche zweier Flüssigkeiten; Pogg. Ann. Bd. 139 p. 54) einen Versuch, bei dem die Erscheinung auftrat; sie war aber unter den betreffenden Verhältnissen offenbar wenig auffallend und fand daher keine weitere Beachtung.

2) Von Bewegungen, die annähernd mit Diffusionsgeschwindigkeit sich abspielen, sehe ich natürlich ab.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Konzentration der Rohrzuckerlösung	Die 9 cm lange Strecke zwischen den beiden Marken wird durchlaufen in:
0.1 Mol	Nach 20 Min. ist der Meniskus erst 3.5 cm über der unteren Marke
0.5 Mol	3 Min. 30 Sek.
1.0 Mol	2 Min. 25 Sek.
1.5 Mol	2 Min. 8 Sek.
2.0 Mol	3 Min. 53 Sek.

Die Geschwindigkeit steigt also in diesem Falle mit dem spez. Gewicht der Rohrzuckerlösung nur bis 1,5 Mol. Die Verlangsamung der Bewegung infolge zunehmender Zähigkeit macht sich schon bei 2 Mol deutlich bemerkbar und wächst mit steigendem Zuckergehalt.

Bei der bekannten Abhängigkeit der Dichte und der Viskosität von der Temperatur muß auch unsere Erscheinung durch die Temperatur beeinflußt werden.

Die Rohrweite ist von großer Bedeutung, indem die Geschwindigkeit des Aufstieges mit dem Durchmesser der Kapillaren steigt und fällt. Da die verwendeten Kapillaren nicht überall genau gleichweit waren und auch keinen genau kreisförmigen Innenquerschnitt besaßen, sind die folgenden Zahlen nur Näherungswerte, die indessen für unseren Zweck vollauf genügen. (Flüssigkeiten: stets dieselbe Rohrzuckerlösung ca. 1 Mol u. Eosinwasser.)

Rohrweite in mm	Die 9 cm lange Strecke zwischen den beiden Marken wird durchlaufen in:
2,08	0 Min. 8,5 Sek.
0,	1 Min. 57 Sek.
0,45	Nach 35 Min. ist der Meniskus erst 7,5 cm über der unteren Marke.

Nicht minder wichtig ist die Neigung der Kapillaren zur Lotlinie. Verwenden wir z. B. ein rechtwinkelig gebogenes Rohr mit kurzem vertikalem und langem horizontalem Schenkel, so steigt die spezifisch leichtere Flüssigkeit rasch bis zum Knie, verbreitet sich aber im horizontalen Schenkel nur äußerst langsam. Die Unterschiede in der Dichte können sich allerdings auch im horizontalen Rohr geltend machen durch Übereinanderlagerung der beiden Flüssigkeiten, wodurch die Diffusionsgeschwindigkeit bedeutend überschritten wird.

Die Abhängigkeit der Steiggeschwindigkeit von der Steighöhe zeigen die folgenden Beispiele, bei welchen Rohrzuckerlösungen und Eosinwasser zur Verwendung kamen[1]).

I.

Steighöhe in cm	Steiggeschwindigkeit in $\frac{cm}{min.}$	Steighöhe in cm	Steiggeschwindigkeit in $\frac{cm}{min.}$
2,0	2,0	26,1	0,9
3,8	1,8	26,9	0,8
5,6	1,8	27,7	0,8
7,3	1,7	28,4	0,7
9,0	1,7	29,1	0,7
10,6	1,6	29,7	0,6
12,1	1,5	30,3	0,6
13,6	1,5	30,8	0,5
15,0	1,4	31,3	0,5
16,4	1,4	31,8	0,5
17,7	1,3	32,2	0,4
18,9	1,2	32,6	0,4
20,1	1,2	33,0	0,4
21,3	1,2	33,4	0,4
22,4	1,1	33,7	0,3
23,4	1,0	34,0	0,3
24,3	0,9	34,3	0,3
25,2	0,9	34,5	0,2

II.

Steighöhe in cm	Steiggeschwindigkeit in $\frac{cm}{2\ min.}$
4	4
33	0,05

III.

Steighöhe in cm	Steiggeschwindigkeit in $\frac{cm}{2\ min.}$
2	2
13,5	0,005

Die Steiggeschwindigkeit nimmt also mit zunehmender Steighöhe stark ab und kann schon innerhalb einer Distanz von wenigen Dezimetern oder Zentimetern von 100 auf weniger als 1 fallen. Die Bewegung nähert sich zuletzt einem Diffusionsvorgang, was je nach der Rohrweite und der Wahl der Flüssigkeiten früher oder später geschieht und bei engen Röhren, großer Zähigkeit und kleinen Dichtedifferenzen besonders bald eintritt.

Schon eine oberflächliche Beobachtung zeigt ferner, daß die aufsteigende Flüssigkeit nicht den ganzen Querschnitt der Kapillaren ausfüllt, sondern nur die mittlere Partie. So stellt in den vorhin erwähnten Beispielen das Eosinwasser eine axiale Säule dar, die sich in einem Hohlzylinder aus Rohrzuckerlösung aufwärts bewegt. Es finden hierbei zweierlei Strömungen statt, eine aufwärts gerichtete in der zentralen Wassersäule, eine abwärts gerichtete in der peripheren Zuckerlösung. Wird die aufsteigende Flüssigkeit nicht in niedriger (Uhrglas), sondern in hoher Schicht (Reagensglas) dargeboten, so beobachtet man auch deutlich das Herabsinken der dichteren Flüssigkeit in der spezifisch leichteren. Enthält z. B. die Kapillare Eosinwasser, das Reagensglas farblosen Alkohol, so strömt aus dem offenen Rohrende ein roter Strahl nach

1) Rohrweite und Zuckerkonzentration in I, II und III verschieden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

unten; das verdrängte schwerere Wasser sammelt sich am Boden des Reagensglases an, während der leichtere Alkohol steigt.

Erwähnt sei endlich noch die Gestalt des Meniskus, der die aufsteigende Flüssigkeitssäule nach oben abschließt. Er ist konvex, während dieselbe Flüssigkeit in der lufterfüllten Kapillaren bekanntlich einen konkaven Meniskus zeigt.

Wenden wir uns nun zur Erklärung der Erscheinung. Jeder im Innern einer Flüssigkeit befindliche Körper erfährt bekanntlich einen Auftrieb, der eben so groß ist, wie das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit. Ein Tropfen Oel oder Alkohol, den wir auf den Boden eines mit Wasser gefüllten Becherglases bringen, muß daher notwendig aufsteigen. Dasselbe geschieht mit jedem anderen flüssigen, festen oder gasförmigen Körper — Korkstück, Luftblase —, der spezifisch leichter als Wasser ist. Im Becherglas erklärt sich also die Erscheinung restlos durch die Differenz des spezifischen Gewichtes. Die treibende Kraft ist die Schwerkraft.

Im Kapillarrohre kompliziert sich der Vorgang ein wenig. Daß ein zu großes Korkstück in die Kapillare nicht eindringen oder wegen zu starker Reibung nicht aufsteigen kann, bedarf kaum der Erwähnung; das Hindernis ist hier ein grob mechanisches. Tauchen wir die wassergefüllte Kapillare in Alkohol, so steigt er auf, tauchen wir das wassergefüllte Rohr aber in Luft, so steigt diese, wie jedermann weiß, nicht auf, obschon die Luft noch leichter ist als Alkohol. Die Ursache liegt offenbar nur darin, daß die Luft am Eindringen in die Wassersäule verhindert wird; denn führen wir gewaltsam ein kleines Bläschen ein, so steigt es rasch empor. Das Hindernis besteht hier in der Oberflächenspannung, welche das Wasser da, wo es an Luft grenzt, gleichsam mit einer Haut überzieht, die dem Durchtritt eines Fremdkörpers einen gewissen Widerstand entgegensetzt. Was für die Luft gilt muß natürlich auch für alle Flüssigkeiten zutreffen, die an der Berührungsfläche mit Wasser ein stabiles Oberflächenhäutchen bilden. Oder allgemeiner gesprochen, eine spezifisch leichtere Flüssigkeit I wird in einer Kapillare mit der spezifisch schwereren Flüssigkeit II dann aufsteigen, wenn an der Grenzfläche zwischen I und II kein stabiles Oberflächenhäutchen entsteht. Die Bildung eines solchen Häutchens hängt offenbar ab von der Mischbarkeit. Zwischen nicht mischbaren Flüssigkeiten tritt es auf und verschließt das untere Rohrende; zwischen mischbaren Flüssigkeiten kommt anfänglich eine sog. dynamische Grenzflächenspannung zu Stande, die aber während der Lösung rasch abnimmt und nach erfolgter Mischung Null ist. Man denke zum Vergleich an den anschaulichen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Versuch mit dem paraffinierten und nicht paraffinierten Drahtnetz, auf das man Wasser gießt; beim nicht paraffinierten Netz geht das Wasser durch, beim paraffinierten dagegen nicht, weil keine Benetzung eintritt und ein Oberflächenhäutchen gebildet wird.

Ist diese Überlegung richtig, so steigt in den wassergefüllten Kapillaren wohl Alkohol auf, nicht aber Paraffinöl oder Xylol. Dies trifft nun, wie der Versuch zeigt, tatsächlich zu. Führt man aber gewaltsam feine Paraffinöltröpfchen in die Kapillare ein, so wandern sie infolge des Auftriebes nach oben. Während also im Becherglas der Aufstieg nur von der Differenz der spezifischen Gewichte abhängt, kommt hier als weiterer Faktor noch die Grenzflächenspannung hinzu. Wie leicht verständlich kann die Erscheinung auch dadurch gestört werden, daß bei der Berührung der beiden Flüssigkeiten Niederschläge, Gasblasen etc. sich bilden.

Andere Punkte erklären sich aus den Gesetzmäßigkeiten beim Fließen in Kapillaren. Man denkt sich dabei die Flüssigkeit bekanntlich in dünne konzentrische Hohlzylinder zerlegt, die ineinander gleiten; die Geschwindigkeit ist im Zentrum am größten und nimmt gegen die Peripherie hin bis zu Null ab. Schon hieraus ergibt sich der konvexe Meniskus der aufsteigenden Flüssigkeitssäule; diese Gestalt muß noch ausgeprägter sein, wenn, wie in unserem Falle, die peripheren Hohlzylinder sich nach unten bewegen. Das Fehlen des konkaven Meniskus, der für das gewöhnliche Aufsteigen benetzender Flüssigkeiten in luftführenden Glaskapillaren so charakteristisch ist, kann übrigens von vornherein nicht überraschen, weil die hebenden Kräfte ganz andere sind; dort ist es die Kapillarität, in unserem Beispiel der Auftrieb.

Über die Bedeutung der Zähigkeit, der Rohrweite und Steighöhe orientiert das POISEUILLEsche Gesetz, das wir in die Form

$$V = \frac{1}{8\eta} \cdot \frac{PR^2}{L}$$

bringen können, worin V = mittlere Geschwindigkeit, P = der zur Überwindung des Widerstandes nötige Druck, R = Radius, L = Länge der Kapillaren, η = Koeffizient der inneren Reibung. Natürlich deckt sich das POISEUILLEsche Fließen nicht mit dem unsrigen, und die Formel kann daher die Gesetzmäßigkeiten unserer Erscheinung nicht quantitativ zum Ausdruck bringen; wohl aber läßt sie uns den Einfluß verschiedener Faktoren wenigstens qualitativ bequem übersehen. Aus der Gleichung ist direkt abzulesen:

1. daß die Geschwindigkeit zunimmt, wenn cet. par. der Auftrieb wächst;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

2. daß die Geschwindigkeit zunimmt, wenn cet. par. der Radius der aufsteigenden Säule und daher auch der Kapillaren wächst;
3. daß die Geschwindigkeit abnimmt, wenn cet. par. die Zähigkeit steigt; hieraus ergibt sich auch der Einfluß der Temperatur;
4. daß die Geschwindigkeit abnimmt, wenn cet. par. die Steighöhe wächst.

Die Abhängigkeit der Steiggeschwindigkeit von der Steighöhe folgt auch aus der Gegenüberstellung der bewegenden Kraft und des zu überwindenden Widerstandes. Die bewegende Kraft hängt ab von der Differenz der spezifischen Gewichte und ist somit für zwei bestimmte Flüssigkeiten konstant. Der Reibungswiderstand nimmt aber mit der Größe der Berührungsfläche, also mit der Steighöhe, notwendig zu. Dazu gesellt sich noch die Mischung der beiden Flüssigkeiten in den Kapillaren und dem unteren Gefäß. Man beobachtet z. B. oft, daß die aufsteigende Säule unter dem Meniskus sich bald stark verdickt, wodurch der Abfluß der dichteren Flüssigkeit erschwert und der Aufstieg der leichteren entsprechend verlangsamt wird.

Ohne weiteres verständlich ist auch die Neigung des Rohres. Ebenso begreift man, daß neue Flüssigkeit nur dann in die gefüllte Kapillare einzudringen vermag, wenn eine entsprechende Menge der vorhandenen nach unten entweichen kann. Aus diesem Grunde steigt Paraffinöl in den wassergefüllten Kapillaren selbst dann nicht auf, wenn es bis zu einiger Höhe emporgesaugt wurde; der Meniskus der Grenzschicht nimmt eben praktisch die ganze Lumenbreite ein und verwehrt dadurch dem Wasser den Austritt.

Endlich sind auch noch die sog. Kontaktbewegungen zu erwähnen, die bei der Berührung zweier Flüssigkeiten vorkommen können. Daß sie in unserem Falle nur eine ganz nebensächliche Rolle spielen, zeigt das langsame Vorwärtsschreiten im horizontalen Ast einer rechtwinkelig gebogenen Kapillare. Daß auch chemische Differenzen nicht nötig sind, sondern Unterschiede im spezifischen Gewicht genügen, beweist das Aufsteigen heißen Wassers in einem Kapillarrohr, das Wasser von Zimmertemperatur enthält; der Vorgang ist besonders deutlich, wenn man das heiße Wasser färbt.

Wenden wir uns zum Schlusse zur Bedeutung dieser Erscheinung für die Pflanzenphysiologie, speziell für das Saftsteigen. Die Kombinationen Zuckerlösung—Wasser und Wasser—Alkohol haben ein besonderes Interesse, weil sie auf eine Fehlerquelle aufmerksam machen, die bei Versuchen über den Aufstieg gefärbter

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Lösungen stören kann. Nicht selten wurde ja der abgeschnittene Stengel in gefärbten Alkohol getaucht; aber auch wässerige Farblösungen mahnen zur Vorsicht, wenn die Gefäße Zucker oder andere Stoffe enthalten, die schwerer als Wasser sind; ebenso ist auf Temperaturdifferenzen zu achten. Wo es sich um enge Gefäße und größere Steighöhen handelt, vermag der Auftrieb das Resultat allerdings nicht stark zu fälschen, da die Steiggeschwindigkeit in engen Kapillaren bald unbedeutend wird. Bei kleinen Steighöhen und weiten Gefäßen liegen die Verhältnisse aber anders; hier sind, wie wir oben sahen, durch Nichtberücksichtigung des Auftriebes grobe Täuschungen möglich. Damit ist auch die Rolle skizziert, die der Auftrieb bei der Wasserversorgung abgeschnittener Sprosse spielen kann. Eine größere Bedeutung kommt ihm nicht zu; oft (z. B Fehlen von Gefäßen, horizontale oder nach unten geneigte Organe) fällt er praktisch überhaupt nicht in Betracht. — Substanzen von geringerem spezifischem Gewicht müssen natürlich auch in Milchröhren, Siebröhren und gewöhnlichen Parenchymzellen aufsteigen, sofern nicht der Reibungswiderstand ein zu großes Hindernis entgegensetzt (z. B. Fettröpfchen in Milchröhren). Dabei kann der Auftrieb nicht nur durch Differenzen in der chemischen Zusammensetzung, sondern auch durch verschiedene Konzentration, verschiedene Temperatur und, wenigstens theoretisch, durch verschiedene Mengen gelöster Gase bedingt sein[1]). Es ist klar, daß auf diese Weise, sowie durch den Fall spezifisch schwerer Körper z. B. Stärkekörner) die Wanderung und Mischung innerhalb einer Zelle viel rascher erfolgen kann als durch reine Diffusion, was beim Stoffwechsel zu beachten ist.

Nachschrift. Nach Beendigung dieses Manuskriptes fand ich durch Zufall einen Aufsatz von CAPPARELLI[2]), der mich auf andere Arbeiten desselben Autors aufmerksam machte. Verf. tauchte eine an beiden Enden offene Glaskapillare erst in Blutserum und

---

1) Durch Absorption von Luft und anderen Gasen wird das spezifische Gewicht von Flüssigkeiten im allgemeinen vermindert, das des Wassers durch Aufnahme von Kohlensäure aber vermehrt. Das spezifische Gewicht des mit Luft unter dem Drucke von 1 Atmosphäre gesättigten Wassers ist jedoch nur um 0,0000035 kleiner als bei luftfreiem Wasser, ein Betrag der bedeutungslos ist.

2) A. CAPPARELLI, I. Ein physikalisch-chemisches Phänomen und seine Anwendung in der Biologie. Biol. Centralbl. 1907 p. 665. II. Die Phänomene der Hygromipisie. l. c. 1908 p. 489 u. 524. III. Über das Verhalten einiger fester in Flüssigkeiten schwebender Körper bei den Phänomenen der Hygromipisie. l. c. 1910 p. 37. IV. Die Hygromipisie, die Immunitätsreaktion und Serumdiagnostik. l. c. 1911 p. 605.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nachher in destilliertes Wasser und fand, daß letzteres im Röhrchen „eingedrungen und hinaufgesprungen“ ist. Das gleiche Resultat erhielt er auch bei zahlreichen anderen Flüssigkeitskombinationen. Zweifellos handelt es sich um die im Vorhergehenden behandelte Erscheinung, die also schon früher von einem Tierphysiologen beschrieben worden ist, in der botanischen Literatur meines Wissens aber keine Beachtung gefunden hat. Allerdings sind gerade jene Punkte, die beim Saftsteigen wesentlich in Betracht fallen (Rohrweite, Abhängigkeit der Steiggeschwindigkeit von der Steighöhe), ganz unberücksichtigt geblieben. Bei dem Erklärungsversuch begegnet CAPPARELLI Schwierigkeiten, die er, soweit ich sehe, nicht zu überwinden vermochte. Das Vorhandensein von Dichtigkeitsunterschieden fiel ihm allerdings auch auf, und man glaubt an mehreren Stellen, er habe die Lösung gefunden. Er schreibt aber (I, p. 668), offenbar irregeführt durch das Verhalten von Öl, daß der Aufstieg nicht der verschiedenen Dichtigkeit der zwei Flüssigkeiten zuzuschreiben sei. Auch später stößt er sich wieder an ganz einfachen Experimenten und diskutiert den Einfluß von Jonisierung und osmotischem Druck, während ihm die wahre Ursache merkwürdigerweise verborgen bleibt. Zur Illustration greife ich seine Versuche mit gleichprozentigen Lösungen von K_2SO_4 und KNO_3 heraus, in denen er H_2O steigen läßt. Die kleinere Steiggeschwindigkeit in KNO_3 wird einem Faktor „welcher der Beobachtung entgeht“ zugeschrieben (II p. 503), während der Auftrieb, wie ich mich durch entsprechende Versuche überzeugte, auch hier vollkommen ausreicht. (Spez. Gew. von 6% KNO_3 = 1,035; spez. Gew. von 6% K_2SO_4 = 1,044; der auch von mir konstatierte raschere Aufstieg in K_2SO_4 ist also ganz natürlich.) Ebenso liegt beim Blutserum, das ja spezifisch schwerer als Wasser ist, die Erklärung auf der Hand; zudem steigt Eosinwasser in Rohrzuckerlösung von entsprechendem spez. Gew. (1,029) leicht auf. Nach CAPPARELLI (II p. 505) handelt es sich hierbei um „komplexe Phänomene chemischer Physik“, für die er die Bezeichnung „Hygromipisie“ vorschlägt. Ich halte diesen Terminus für entbehrlich, da sich die Erscheinung, wie oben gezeigt wurde, in einfacher Weise durch den Auftrieb erklärt, wobei allerdings Zähigkeit und Oberflächenspannung komplizierend eingreifen können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: 34

Autor(en)/Author(s): Ursprung Alfred

Artikel/Article: Auftrieb und Stofftransport. 412-420