Brausepulver mit Vitamin C

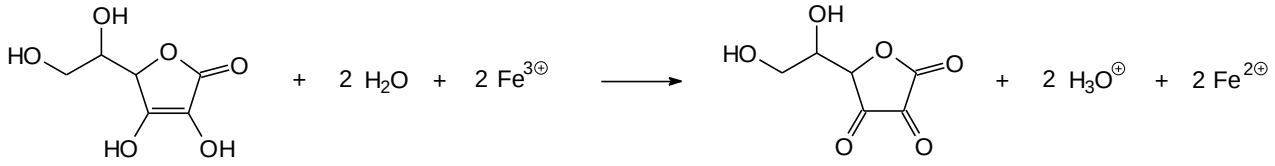
Theorie

Gibt man einen löslichen Festkörper in Wasser, so hängt die Geschwindigkeit des Lösevorganges entscheidend von den äußeren Bedingungen ab. Überläßt man das Gemisch sich selbst, so bestimmt die *Diffusion* der zu lösenden kleinsten Teilchen die Lösegeschwindigkeit. Es kann daher sehr lange dauern, bis sich der Festkörper vollständig aufgelöst hat. Durch einige einfache Maßnahmen läßt sich die Lösegeschwindigkeit aber entscheidend vergrößern:

- Erhöhung des *Zerteilungsgrades* des Festkörpers durch Pulverisieren.
- Erhöhung der *Temperatur* des Lösemittels durch Heizen.
- Mechanische *Durchmischung* von Lösemittel und zu lösendem Stoff durch Rühren.

Bei Medikamenten ist es oft angezeigt, ihren Wirkstoff nicht erst im Magen in Lösung zu bringen, sondern diesem bereits in gelöster Form zuzuführen. Damit wird die Resorption des Wirkstoffes beschleunigt, was häufig eine geringere Dosierung erlaubt, da die sogenannte *Bioverfügbarkeit* größer ist. Dies ist einer der Gründe, warum viele Medikamente außer in der klassischen Tablettenform auch als Brausepulver angeboten werden.

Auch bei Vitamin C ist das der Fall, welches häufig zur Vorbeugung von grippalen Infekten eingenommen wird. Vitamin C wird auch *L-Ascorbinsäure* genannt und dient als Reagens in diversen biochemischen Redox-Reaktionen. Unter anderem reduziert es mit der Nahrung aufgenommenes Fe^{3+} zu Fe^{2+}, das dann als Zentral-Ion in Hämoglobin eingebaut wird. Es selbst wird dabei zu *L-Dehydroascorbinsäure* oxidiert:



L-Ascorbinsäure ***L-Dehydroascorbinsäure***

Brausepulver enthalten stets eine für Nahrungsmittel zugelassene, bei Raumtemperatur feste organische Säure HA sowie Natriumhydrogencarbonat, dessen Anion in einer Säure/Base-Reaktion mit der organischen Säure zuerst zu Kohlensäure reagiert. Diese zerfällt dann in einem zweiten Schritt zu Kohlendioxid und Wasser:

$$HA\,(aq) + HCO_3^-\,(aq) \rightarrow A^-\,(aq) + H_2CO_3\,(aq)$$

$$H_2CO_3\,(aq) \rightarrow CO_2\,(aq) + H_2O\,(l)$$

Als Säuren HA werden häufig *Citronensäure* oder *Weinsäure* verwendet:

Citronensäure ***Weinsäure***

Weil mehr Kohlendioxid gebildet wird, als in Wasser löslich ist, entweicht es als Gas und wirbelt dabei die eigentlich zu lösenden Feststoffe durch das Lösemittel, so daß der Auflösevorgang durch „Rühren“ beschleunigt wird.

In der umseitig formulierten Protolyse liegt sowohl die Säure als auch die Base in gelöster Form vor. Die Reaktion setzt also erst ein, wenn das feste Gemisch mit Wasser in Berührung kommt. Nur in gelöster Form können sich die Reaktanden nämlich hinreichend gut durchmischen, so daß eine genügend große Reaktionsgeschwindigkeit gewährleistet ist. Ein Brausepulver läßt sich daher bei trockener Lagerung einige Jahre aufbewahren.

Um den Eigengeschmack der Inhaltsstoffe zu überdecken, werden den meisten Brausepulvern noch Süßstoffe oder gar künstliche Aromen zugesetzt. Beigefügte Lebensmittelfarbstoffe sollen die trinkfertige Lösung außerdem appetitlich erscheinen lassen.

Ziele

1. Kenntnis der Zusammensetzung eines typischen Brausepulvers.
2. Herstellung eines Brausepulvers mit Vitamin C.
3. Untersuchung einer käuflichen Vitamin C - Brausetablette.

Arbeitsvorschrift

A. Herstellung eines Brausepulvers

1) In ein sauberes und trockenes Becherglas 100 ml wägt man 3.2 g Citronensäure ein.
2) Man gibt drei Süßstoff-Tabletten zu und zerstößt diese **vorsichtig** mit einem Glasstab zu einem feinen Pulver.
3) In ein kleines Uhrglas wägt man 0.4 g L-Ascorbinsäure ein und gibt diese in das Becherglas.
4) In ein größeres Uhrglas wägt man 2.4 g Natriumhydrogencarbonat ein und gibt dieses ebenfalls in das Becherglas.
5) Schließlich fügt man noch ein winziges Spatelspitzchen, d.h. nur etwa zwei Kriställchen, Lebensmittelfarbstoff E 101 zu.
6) Das Festkörper-Gemisch wird mit einem Flachspatel gut durchmischt. Es dürfen keine Klümpchen mehr vorhanden sein!
7) Man verteilt das fertige Brausepulver möglichst zu gleichen Teilen auf zwei saubere und trockene Kunststoff-Becher mit ca. 250 ml Fassungsvermögen.
8) In beide Becher läßt man nun direkt vom Hahn je rund 200 ml kaltes Leitungswasser einfließen.
9) Sobald sich das Brausepulver vollständig aufgelöst hat, kann es getrunken werden. Prosit!

© 1999

B. Approximative Bestimmung des Gehalts an Natriumhydrogencarbonat in einer käuflichen Brausetablette

1) Ein trockener, weithalsiger Erlenmeyer 300 ml wird mit etwa 200 ml Salzsäure der Konzentration 1 mol/l gefüllt und auf die Heizplatte gestellt. Man taucht ein Thermometer ein, das an einem Stativ befestigt ist, und erwärmt die Salzsäure auf rund 40 °C.

2) Die Masse der zu untersuchenden Brausetablette wird auf einem Uhrglas bestimmt und in die Tabelle unter Schritt 8 eingetragen *(Masse 1)*. Dann wird die Tablette vorsichtig von der Waagschale genommen, so daß kein Pulver abbröckeln kann.

3) Nun wird der Erlenmeyer mit der warmen Salzsäure auf die Waage gebracht. Man stellt einen Glasstab hinein und bestimmt wiederum die Masse, die ebenfalls notiert wird *(Masse 2)*.

4) Man nimmt den Erlenmeyer von der Waagschale und gibt die gewogene Brausetablette vorsichtig in die warme Salzsäure. Dabei muß darauf geachtet werden, daß einerseits keine Brausepulver-Verluste auftreten, daß andererseits aber auch keine Flüssigkeits-Spritzer aus dem Glas gelangen können.

5) Man wartet, bis die Tablette vollständig aufgelöst ist. Durch vorsichtiges Rühren mit dem Glasstab bringt man die letzten Reste des Brausepulvers in Lösung. Dann rührt man kräftig weiter, aber ohne Spritzer zu verursachen, bis keine Gasblasen von Kohlendioxid mehr ausgetrieben werden können.

6) Schließlich stellt man den Erlenmeyer samt Lösung und Glasstab noch einmal auf die Waage. Die erhaltene Masse wird erneut notiert *(Masse 3)*.

7) Aus dem Massen-Verlust infolge des entwichenen CO_2 und aus den molaren Massen von CO_2 und $NaHCO_3$ läßt sich nun die Masse des ursprünglich in der Brausetablette enthaltenen $NaHCO_3$ errechnen. Daraus läßt sich dessen massenprozentualer Gehalt in der Brausetablette ermitteln. Die entsprechenden Werte werden in die Tabelle unter Schritt 8 eingetragen.

8) Die Schritte 1 bis 7 werden für zwei weitere Brausetabletten der gleichen Sorte noch einmal durchgeführt. Aus den drei Messungen wird der Mittelwert der Massenprozente bestimmt.

Tablette	**Masse 1**	**Masse 2**	**Masse 3**	**Massen-Verlust**	**Masse an $NaHCO_3$**	**Massen-% $NaHCO_3$**
①						

Mittelwert aus den drei Messungen: ..... Massen-% $NaHCO_3$

9) *Dieser Schritt wird nur durchgeführt, wenn noch mindestens 20 Minuten Zeit zur Verfügung stehen!*

Gemäß der obigen Vorschrift kann nicht ganz alles Natriumhydrogencarbonat in Form von ausgetriebenem Kohlendioxid erfaßt werden. Bei hinreichend guter Reproduzierbarkeit der Ergebnisse in der Tabelle von Schritt 8 läßt sich jedoch ein Korrekturfaktor bestimmen, mit dessen Hilfe sich der erhaltene Mittelwert des massenprozentualen Gehaltes der Brausetabletten an Natriumhydrogencarbonat noch besser an den wahren Wert annähern läßt.

Dazu wird die Natriumhydrogencarbonat-Bestimmung gemäß obiger Vorschrift auch noch auf ein nach Vorschrift A hergestelltes Brausepulver angewandt, wobei aber nur die Hälfte der dort angegebenen Mengen verwendet wird.

© 1999

Pulver	Masse 1	Masse 2	Masse 3	Massen-Verlust	Masse an $NaHCO_3$	Massen-% $NaHCO_3$
Gemäß A						

Eingewogene Masse an $NaHCO_3$: ..... g

Experimentell ermittelte Masse an $NaHCO_3$: ..... g

Korrekturfaktor: .....

Tablette	Masse der Tablette	Masse von $NaHCO_3$ unkorrigiert	Masse von $NaHCO_3$ korrigiert	Massen-% an $NaHCO_3$ korrigiert
①				

Korrigierter Mittelwert aus den drei Messungen: ..... Massen-% $NaHCO_3$

Entsorgung

Alle Lösungen aus Vorschrift B können in den Abguß geschüttet werden.
S e l b s t v e r s t ä n d l i c h d ü r f e n s i e n i c h t g e t r u n k e n w e r d e n ! ! !

Aufgaben

1. Erläutern Sie auf molekularer Ebene, wie die im Theorieteil erwähnten Maßnahmen zur Erhöhung der Lösegeschwindigkeit eines Festkörpers in einer Flüssigkeit funktionieren.

2. Welche Vorteile ergeben sich, wenn man für die Herstellung von Brausepulvern künstliche Süßstoffe statt Zucker verwendet?

3. Diskutieren Sie den Unterschied zwischen den Begriffen *Reproduzierbarkeit* und *Richtigkeit* einer Gehalts-Bestimmung.
   Erläutern Sie anhand dieser Diskussion, warum man den Korrekturfaktor aus Schritt 9 auf das Ergebnis von Schritt 8 anwenden darf.

© 1999