

Gerüche erkunden. Sowohl der Ethyl- als auch der Methyl-ester sind – im Gegensatz zu denen der Kleesäure – fruchtig-scharf, niedrig siedend und gegen Hydrolyse stabil; sie sind als Lösungsmittel in Gebrauch.

3. Das Alchymisten-Experiment

Wie im Vorblick (S. 4) angedeutet, sind Ameisensäure und Kleesäure Repräsentanten großer Prozesse, die sich sowohl in der Natur wie in Lebewesen auswirken und auch dort vollziehen. Bei beiden handelt es sich um etwas Ähnliches, nur auf verschiedener Stufe. Zwischen den beiden Stufen und damit zwischen diesen Stoffen gibt es in der Natur und im Menschen ständige Übergangsprozesse. Einen solchen kann man nun im Labor nachmachen. Diese Umwandlung wurde von den Alchymisten aus ganz bestimmten Gründen, die mit dem Menschen zu tun haben, als geheiligt empfunden und verehrt. Es wird dabei nämlich Kleesäure in das nächst Höherstehende, die Ameisensäure, verwandelt. Will man eine entsprechende Stimmung durch Äußerliches andeuten, so verwendet man eine mittelalterliche Retorte. In ihr wird Kleesäure mit Glycerin langsam und mäßig erhitzt: Ameisensäure tropft einem entgegen und Kohlensäure verfliegt (Versuch A 12). In den in der Einleitung genannten Vorträgen schildert Steiner diese chemische Reaktion als „totale Spiegelung“ dessen, „was im Menschen lebendig und empfindend vorhanden ist“; aber nicht nur im Menschen, sondern auch „im Leben und Treiben der Natur“ (z.B. bei Pflanzen und Insekten).

Was besagt der Begriff „Spiegelung“? Im Spiegelbild sehen wir die äußeren Verhältnisse ähnlich dem Vorbild, wenn auch die Blickrichtungen in Bezug auf das Beobachtete verdreht sind. Zudem ist alles Geschehen reduziert – wir können es nicht mit den Händen ergreifen, sondern stoßen uns am Spiegel, d.h. alle Sinneseindrücke sind auf den Sehsinn beschränkt. Wenn man das bedenkt, kann man sich weiter mit den Hinweisen R. Steiners beschäftigen, – wir werden das weiter unten (S. 39) tun – dass wir in diesem Laborexperiment ein Bild haben sowohl für Vorgänge im Inneren des menschlichen Körpers (Verdauungstrakt und Lunge) wie auch in der großen Natur draußen (modernes Holz und Insektenleben). Überall ist die Entstehung der beiden Säuren eine Voraussetzung für all das, was wir Leben und Gesundheit nennen.

4. Die Ameisensäure im chemischen Vergleich

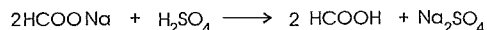
So wie wir bei der Kleesäure den Vergleich mit der Zitronensäure benutzt haben, um ihr Erscheinungsbild möglichst bedeutungsklar werden zu lassen, so wollen wir neben die Ameisensäure zunächst eine andere Säure stellen, die auch Lebensverwandlungen entstammt und dann außerhalb von gestalteten Naturwesen frei wahrnehmbar wird: Die Essigsäure, die am Ende der süßen Gärung steht.

Essigsäure ist wie Ameisensäure eine wasserähnliche, klare Flüssigkeit, die mit Wasser in jedem Verhältnis mischbar und schwer zu entwässern ist. Für sich allein kann man sie kalt ebenfalls nicht entzünden, nur erhitzt brennt sie. Auch ihr Geruch entfaltet sich schon in der Kälte: Aber weniger beißend-

A 10 SCHWEFELSÄURE VERDRÄNGT AMEISENSÄURE AUS DEREN SALZEN

Versuchsdauer ca. 3 Min.

Als stärkere und weniger flüchtige Säure kann Schwefelsäure ameisen-saure Salze angreifen und Ameisensäure freisetzen.



Natronformiat Schwefelsäure Ameisensäure Natronsulfat

Material

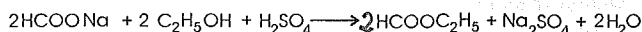
Natronformiat Reagenzglas 16 × 160 mm
Schwefelsäure (ca. 10%ig) Gasbrenner

Ablauf. Ins Reagenzglas wird etwa 2 cm hoch das Salz eingefüllt und mit verdünnter Schwefelsäure überschichtet. Beim Erhitzen läßt sich der bekannte Ameisensäure-Geruch feststellen.

A 11 VERESTERUNG VON AMEISENSÄURE

Versuchsdauer ca. 7 Min.

Entsprechend Versuch A 10 läßt sich auch ameisen-saures Natron als Ausgangsmaterial für die Verbindung von Ameisensäure und Ethanol benutzen.



Natronformiat Ethanol Schwefel-säure Ethylformiat Natron-sulfat Wasser

Material

Natronformiat Schwefelsäure, konz.
Ethylalkohol (96%ig) 2 Reagenzgläser 30 × 200 mm

Ablauf. Das Salz und der Alkohol werden je etwa 2 cm hoch in das Reagenzglas eingefüllt. Danach wird etwa 1 cm hoch konzentrierte Schwefelsäure zugegeben und das Glas gut geschüttelt. Schon jetzt läßt sich die Esterbildung am feinen Arrakgeruch feststellen. Beim anschließenden Erwärmen (ca. 1 Min. 50° C) verstärkt sich der Geruch. Nach dem Umgießen in ein mit Wasser halb gefülltes Reagenzglas und der vollständigen Lösung der Salzreste durch Schütteln schwimmt eine ölige Schicht auf, der Ester.

zwischen beiden hervor: Ameisensäure brennt mit stiller, blauer und leicht aufliegender Flamme, Essigsäure, aus einem kleinen Becherglas herauskochend, als orangefarbene Schlepperingsherum im Niedersinken unterhalb der Becheröffnung; sie zeigt also eine gewisse Schwere. Ameisensäure ist flüchtiger, sie siedet schon bei $100,5^\circ \text{C}$; Essigsäure erst bei 118°C . Ameisensäure zeigt sich auch deshalb noch wasserähnlicher, weil sie sich mit Benzin nicht mehr mischt, während Essigsäure sich in Benzin noch löst, aber nicht mehr in Schwefelkohlenstoff. Essigsäure ist also eher zu verfestigen und kohlenstoffnäher, wachsähnlicher. Maximal läßt sich mit ihr ein pH-Wert von etwa 2,4 einstellen. Ameisensäure ist labiler und wasserstoffnäher, noch wasserähnlicher und saurer. Das zeigen auch weitere Eigenschaften: Ameisensäure wirkt z.B. auf ammoniakalisches Silbernitrat reduzierend, Essigsäure nicht. Ameisensäure zersetzt sich schon beim Erhitzen ihres Dampfes auf 120°C ; auch im Gemisch mit konzentrierter Schwefelsäure wird nur sie rasch zerstört. Sie ist labiler, reaktionsfähiger.

Essigsäure entsteht aus der Belüftung von Gärprodukten. Das Berausende wird überwunden und nüchterne, erfrischende Wirkung tritt durch Oxidation auf. Die Fäulnisbekämpfung liegt deshalb bei der Essigsäure schon in ihrer Vergangenheit, sie ist so entstanden. Sie behält auch für weitere Wirkungen die konservierende Kraft; das zeigen eingesäuerte Lebensmittel. Die Ameisensäure entfaltet eine noch stärkere fäulnisbekämpfende Kraft, sie wirkt ~~(wie wir noch erläutern werden)~~ vor allem für die Landschaft und in die Zukunft hinein. Sie zeigt aber auch isoliert im Augenblick große, desinfizierende Wirkungen; schon 2,5% Zusatz konservieren Fruchtsäfte.

Essigsäure verkörpert durchlüftende, konsolidierte Fruchtkräfte. Ameisensäure verkörpert flüchtige, reaktionsfähige, d.h. nach allen Seiten wirksame, viel allgemeinere Erdenkräfte; sie trägt ihre Entstehung aus dem „zweckhaften“ Umgang von Bodentieren mit Bodenresten als Wirksamkeitsrichtung weiter an sich. Das zeigt sich auch in der größeren Dichte derselben; $1,22 \text{ g/cm}^3$, gegenüber nur $1,05 \text{ g/cm}^3$ der Essigsäure. So ist also die Ameisensäure eine Krönung der Säuren in der Natur, durch ihre chemische Kraft gepaart mit Verdichtung. Sie erscheint, etwas emphatisch ausgedrückt, als ein „erdentrunkener Säuregipfel“.

Wir sehen also in der Ameisensäure zunächst

- eine ins Säurehafte gesteigerte, durchdringende, in die Weiten der Natur hinauswirkende Wässrigkeit
- eine bei allen Säuren vorkommende, aber hier ver-

- stärkte Kraft, Leben gegen Fäulnis zu verteidigen eine den Imponderabilien* der Lebenserscheinungen, die sich in der Chemie als Brennbarkeit ausdrücken, und damit den Lebensverwandlungen nahestehende Substanz
- eine Verdichtung und Erdbezogenheit.

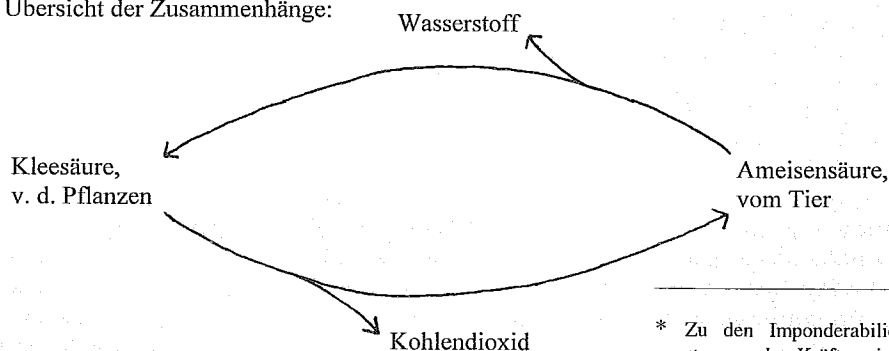
Stellen wir nun zwei Säuren, die im Labor leicht ineinander verwandelt werden können, die Ameisensäure und die Kleesäure, nebeneinander, so steigern sich die Unterschiede ins Gegensätzliche:

Hier die stark riechende Flüssigkeit – dort feste, selbst in Wasser nur begrenzt lösliche Kristalle, die eher sublimieren als schmelzen. Hier rasche Entflammbarkeit – dort mühsame Flammenbildung erst bei hohen Temperaturen. In der Kleesäure sehen wir also einen Ausdruck des verfestigten, an den Ort gebundenen Pflanzenlebens, aus dem sie stammt. Bekannt und viel benutzt ist die extrem geringe Löslichkeit ihres Kalksalzes, während die Ameisensäure geradezu als Kalkfresser eingesetzt wird. Ist andererseits die Festigkeit der Kleesäure durch wässrige Lösungen erst einmal überwunden, so entwickelt sie eine noch stärkere Säurewirkung als die Ameisensäure (pH bis 0,7).

Bei der Umwandlung von Formiat in Oxalat entweicht Wasserstoff, bei der Verwandlung von Kleesäure in Ameisensäure Kohlendioxid. In den Charakteren dieser beiden Gase spricht sich aus, was ihre jeweiligen Ursprungssubstanzen unterscheidet: Dem Kosmos zustrebende Wärmehaftigkeit einerseits, erdverbundene isolierende Verfestigungskraft andererseits. In der Ameisensäure tritt uns im Gegensatz zur Kleesäure etwas Lösendes, Bewegliches, ja in Bewegung Versetzendes gegenüber. Die bewegungsverleihenden Imponderabilien wirken aus der Ameisensäure in viele Erscheinungen hinein. So vor allem im Reduktionsvermögen (Silberprobe), in der Brennbarkeit und in der Ätherlöslichkeit, leise aber auch in dem fruchtigen Geruch der Ester und deren Stabilität.

Als Säure hat die Ameisensäure Kraft und Aggressivität, sie wirkt aber schon im Reich der Salze nicht verhärtend und mineralisierend. Als Rheumaarznei zeigt sie auch im Leben eine lösende, Ablagerungen mobilisierende Kraft. Ameisensäure bringt das Stockende in Bewegung. Die Ameise, die überschwere Dinge über den Waldboden zerrt, zeigt uns ein Bild für einen solchen Prozess: Am erstarrten Gegenständlich-Physischen wird von innen herausdringende Tätigkeit unermüdlich wirksam, um etwas zu bewegen.

Übersicht der Zusammenhänge:



* Zu den Imponderabilien als bewegenden, letztlich vom Kosmos stammenden Kräften siehe auch die Schrift zur Chemie der 11. Klasse: „Prozesschemie“ von M. v. Mackensen (2007), dort S. 9 ff.