

moderne Schreibweise der atomistischen Theorie die heutzutage in der organischen Chemie nur allein angewendete ist. Es geschieht dies lediglich in Übereinstimmung mit der seither in dem Werke eingehaltene Übung, doch sind zur besseren Übersicht von nun ab die beiden Arten von Formeln durch den Druck in der Weise von einander unterschieden, dass die neueren Formeln in Kursivschrift ausgedrückt sind.

**Äpfelsäure** (*Acidum malicum*)  $2\text{HO}, \text{C}_8\text{H}_4\text{O}_8$  oder  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$  findet sich in sehr vielen Pflanzensäften, besonders in den sauren Fruchtsäften neben anderen organischen Säuren. Zu ihrer Darstellung werden vorzugsweise die unreifen Früchte von *Sorbus aucuparia* (Vogelbeere) verwendet. Saure Äpfel enthalten 0,4 bis 0,8 Proz. davon. In reinem Zustande bildet sie farb- und geruchlose krystallinische Krusten oder auch glänzende prismatische Einzelkrystalle, die sich in Wasser und Weingeist leicht, in Chloroform, Benzol etc. dagegen nicht lösen. Äther löst kleine Mengen davon auf. Bei  $100^\circ$  schmelzen sie. Die natürliche, aus Vogelbeeren gewonnene Äpfelsäure dreht die Polarisationssebene nach links, während eine künstlich aus Rechtsweinsäure oder Asparaginsäure darstellbare Äpfelsäure rechtsdrehend ist.

Chemische Reaktionen der Äpfelsäure. Calciumchlorid ruft in den neutralen wässrigen Lösungen keine Fällung hervor; auf Zusatz von Weingeist scheidet sich aber Calciummalat als voluminöses weisses Pulver ab. Dieser Niederschlag ist in Cuprichloridlösung löslich (Unterschied von Tartrat); beim Erhitzen mit Weingeist ballt er sich zu teigartigen Klümpchen zusammen, die gerne an der Gefässwand haften und beim Erkalten hart und krystallinisch werden. — Magnesiumchlorid verhält sich ähnlich, auch das Magnesiummalat hat die Eigenschaft, sich beim Erwärmen mit Alkohol zusammenzuballen. — Aus einer Lösung von Bleiacetat fällt die Äpfelsäure Bleimalat in Form eines weissen, allmählich krystallinisch werdenden Niederschlages, der, mit wenig Wasser gekocht, zu einer durchscheinenden terpeninähnlichen Masse schmilzt, sich aber in mehr heissem Wasser löst (zum Unterschied von der Weinsäure, Citronensäure etc.). Ebenso löst er sich in freier Essigsäure, wird aber aus dieser Lösung bei der Neutralisation mit Ammoniak wieder ausgefällt, durch einen grossen Überschuss von letzterem aber wieder gelöst. — Die Äpfelsäure verhält sich indifferent gegen Kalkwasser, Barytwasser, Bleinitrat. Mit Silbernitrat giebt sie an und für sich keine Fällung, ihre Salze dagegen geben damit einen weissen, sich beim Kochen nur langsam schwärzenden Niederschlag. — Beim Erwärmen mit konzentrierter Schwefelsäure giebt sie Kohlenoxyd aus und bräunt sich später. — Kaliumpermanganat wird von der Äpfelsäure sofort reduziert, besonders leicht in alkalischer Lösung, während Chromsäure kaum oxydierend darauf einwirkt. — Die Gegenwart von Äpfelsäure verändert, ähnlich wie dies die Weinsäure thut, die Fällung des Ferrioxydes und anderer

Oxyde der Schwermetalle, Thonerde etc. durch Alkalien. — Beim vorsichtigen Erhitzen der zuvor im Wasserbade getrockneten Äpfelsäure in einer geschlossenen Glasröhre entwickeln sich zuerst stechend riechende Dämpfe, die sich an dem kühlen Teile der Röhre zu weissen Kryställchen verdichten; bei stärkerem Erhitzen gehen schwerer flüchtige Dämpfe fort, die sich unter den oben erwähnten Kryställchen in Form von längeren Nadeln als Sublimat ansetzen. Das sich zuerst bildende Sublimat besteht hauptsächlich aus Fumarsäure und ist im Wasser schwieriger löslich als das zweite, aus Maleinsäure bestehende Sublimat. — Die Alkalisalze der Äpfelsäure gehen beim Erhitzen auf 250 bis 300° unter Abgabe von Wasser in Fumariate über. — Das saure Ammoniummalat ( $NH_4O,HO,C_8H_4O_5$  oder  $NH_4H.C_4H_4O_5$ ) ist leicht und gut krystallisierbar, in Wasser leicht löslich, dagegen unlöslich in wasserfreiem Weingeist und in Äther. — Das Calciumsalz erleidet bei der Gährung je nach der dabei stattfindenden Temperatur eine Umwandlung in bernsteinsaures, essigsäures und kohlen-säures oder in buttersäures und kohlen-säures Salz unter gleichzeitigem Freiwerden von Wasserstoff. — Das sich in der Siedehitze ausscheidende Calciummalat ist wasserfrei, das sich aus einer Lösung bei gelinder Wärme ausscheidende Calciumsalz enthält verschiedene Mengen von Wasser. — Die neutralen Alkalimalate sind nicht krystallisierbar.

Die Trennung der Äpfelsäure von anderen organischen Säuren gründet sich auf die Löslichkeit des neutralen Ammoniummalats in absolutem Weingeist. Die in Form von Bleisalzen abgeschiedenen Säuren werden mit überschüssiger Ammoniumsulfatlösung im Wasserbade eingetrocknet, der Rückstand nach dem Erkalten zerrieben und mit weingeistiger Ammoniakflüssigkeit befeuchtet, damit man sicher neutrale Ammoniumsalze vor sich hat. Diese werden mit absolutem Weingeist ausgezogen, wobei nur Ammoniummalat in Lösung geht; der weingeistige Auszug wird nach 24 Stunden abfiltriert, mit Bleiacetatlösung gefällt und das Bleimalat in bei 110° getrocknetem Zustande gewogen. Das Gewicht des Bleimalats giebt durch Multiplikation mit der Zahl 0,2925 die darin enthaltene Menge von anhydrischer Äpfelsäure.

Die Trennung von der Weinsäure kann auch in der Weise ausgeführt werden, dass man die beiden Säuren genau neutralisiert und mit Calciumchlorid aufkocht. Das Calciumtartrat scheidet sich hierdurch aus und wird auf einem Filter gesammelt, während man das Calciummalat aus dem Filtrate durch Alkohol präzipitiert und ebenfalls sammelt.

In ähnlicher Weise geschieht auch die Trennung von der Oxalsäure.

— Zur Trennung von der Citronensäure stumpft man die die beiden Säuren enthaltenden Lösungen mit einem geringen Überschuss von Magnesia ab oder man versetzt die neutrale Lösung der gemischten Salze mit Magnesiumchlorid, trocknet im Wasserbade ein, lässt den Rückstand 12 Stunden lang bei dieser Temperatur stehen und zieht aus demselben schliesslich das Magnesiummalat mit kaltem Wasser aus. —