

Gymnasium Hohenlimburg
Stufe Q1 2015/16

Facharbeit im Grundkurs Chemie

Untersuchung von Weißweinen auf den Gehalt an Weinsäure vor dem
Hintergrund des Gesamtsäuregehaltes

Verfasser: Astrid Müller

Kursleiter: Frau Benninghoven

Bearbeitungszeit: 08.02.2016 bis 04.04.2016

Abgabetermin: 04.04.2016

Inhaltsverzeichnis

1.0.0. Einleitung.....	3
2.0.0 Hauptteil.....	6
2.1.0 Wein.....	6
2.1.1 Säuren im Wein.....	6
2.1.2 Anbauregionen und Weinanbau.....	7
2.1.3 Weinsäure	8
2.1.4 Gesamtsäure.....	8
2.2.0 Säure und Base Begriff	9
2.2.1 Salze als Säuren	11
2.2.2 zwei-protonige Säuren	11
2.2.3 pH-Wert	11
2.2.4 Neutralisationstiteration.....	11
2.2.5 Säure-Base-Indikatoren.....	12
2.2.6 Indikatoreauswahl.....	13
2.2.7 Zum Versuch.....	13
2.3.0 Versuch	14
2.3.1. Fachliche Auswertung	15
2.3.2 Deutung der Ergebnisse	16
2.3.3 Fehleranalyse und Bewertung.....	16
3.0 Schluss	17
4.0 Literaturverzeichnis	18
4.0.1 Bilderverzeichnis	20
5.0 Anhang.....	21
6.0 Weitere Materialien.....	32
7.0 Eigenständigkeitserklärung	34

1.0.0. Einleitung

Begründung der Themenwahl

Das von mir zu bearbeitende Thema soll thematisch in den Bereich der Analytik passen, da dies das Thema meines Chemiekurses im zweiten Halbjahr der Q1 ist. Während ich nach einem passenden Thema gesucht habe, stieß ich des Öfteren auf die Konzentrationsbestimmung von Säuren durch Titration oder Themen, die mit pH-Werten zu tun haben. Die Konzentrationsbestimmung von Säuren passte dann jedoch besser in das Themenfeld, sodass ich mir überlegt habe, die Säure eines Lebensmittels oder eines Haushaltstoffs mittels Titration zu bestimmen. Zur Auswahl standen die Essigsäurekonzentration in Essigreiniger oder die Zitronensäurekonzentration in Zitrusfrüchten. Am Interessantesten schien mir jedoch die Konzentrationsbestimmung der Weinsäure in Weinen, da den Säuregehalten von Weinen eine große Bedeutung zukommt. Es gibt zahlreiche Diskussionen über einen guten Säuregehalt und verschiedene Meinungen über die richtige Menge an Säure in Weinen. Aus diesem Grund entschied ich mich für die Untersuchung von Weinen, um einen Einblick in die verschiedenen Säuregehalte von Weinen zu bekommen.

Die Konzentration der Säure im Wein wird durch eine Titration mit einer Lauge und einem Indikator bestimmt. Da der Indikator einen Umschlagspunkt durch eine Farbe aufweist, würden Rotweine diesen verdecken, wodurch sich ergibt, dass ich in meinem Versuch drei Weißweine untersuche. Das Thema dieser Arbeit ist die Untersuchung von Weißweinen auf den Säuregehalt. Zusätzlich muss dazu die Gesamtsäure berücksichtigt werden.

Zielsetzung und Leitfrage

Im Rahmen dieser Arbeit soll die Bedeutung der verschiedenen im Wein enthaltenen Säuren erklärt werden. Außerdem die Rolle der Gesamtsäure. Am Ende der Arbeit wird der Versuch, die Titration, beschrieben, wozu man notwendige Kenntnisse der Säuren und Basen besitzen muss. Um die Titration erklären zu können, muss man erst die Neutralisationsreaktion und den dadurch verbundenen Säure und Base Begriff nach Brönsted erläutern. Da die Titration mit einem Indikator durchgeführt wird, muss auch die Funktionsweise des Indikators erklärt werden. Das Hauptziel ist die Bestimmung der Gesamtsäurekonzentration im Wein. Im Verlauf der Arbeit werden zum einen die Grundkenntnisse, die man benötigt, um die Titration mit Indikatoren zu verstehen, vermittelt, woraus sich die Leitfrage „Was ist die Titration?“ ergibt. Andererseits sollen verschiedene Weißweine auf ihre Gesamtsäurekonzentration untersucht werden. Dadurch, dass es verschiedene Anbau- und Klimagebiete in der Welt gibt, stellt sich für mich die Frage, ob es Unterschiede der Säurekonzentrationen von trockenen Weißweinen aus unterschiedlichen Anbauregionen gibt. Meine Hypothese ist, dass je wärmer es ist, umso weniger Säure ist im Wein enthalten, weil die Trauben dann reifer und süßer sind. Dies ist die

andere Frage, die am Ende unter anderem mit Hilfe des Versuchs beantwortet werden kann. So kann vielleicht auch die Hypothese bestätigt werden.

Für den Versuch werden Weine mit gleichem Charakter und ungefähr gleichem Alkoholgehalt (10 – 12 Promille) genutzt, da diese meiner Überlegung nach besser zu vergleichen sind. Es werden im Versuch trockene Weißweine aus unterschiedlichen Regionen der Welt untersucht.

Aufbau der Arbeit

Im groben lässt sich der Hauptteil in drei Abschnitte gliedern. Im ersten geht es um den Wein, seine Anbauregionen, die Säuren im Wein und speziell um die Weinsäure. Im zweiten Teil werden die nötigen chemischen Grundlagen für den Versuch vermittelt und der dritte Teil beinhaltet den Versuch inklusive Deutung und Bewertung der Ergebnisse.

Die Arbeit beginnt mit der Definition vom Wein und der Bedeutung der in ihm enthaltenen Säuren, worauf die genutzten Weine mit ihren Anbauregionen aufgezeichnet werden, sowie der Weinanbau. Danach werden Eigenschaften der Weinsäure dargestellt und anschließend wird erklärt, was man unter der Gesamtsäure versteht. Hierdurch erfährt man, welche Säuren im Wein enthalten sind, welche Bedeutung sie besitzen und was im Versuch durch die Titration überhaupt bestimmt wird.

Danach folgt der chemische Teil, in dem als Ziel die Titration mit Indikatoren erklärt werden soll. Zuerst wird der Säure und Base Begriff nach Brönsted mit Beispielen erklärt, wodurch dann die Neutralisationsreaktion, die notwendig für das Verständnis der Titration ist, erklärt werden kann. Die Beispiele, die man in der Arbeit findet (z.B. für die Säurereaktion) sind extra so gewählt, dass die Stoffe nichts mit der Weinsäure zu tun haben, damit man die Reaktion verstehen kann und dann im Versuch auf die Weinsäure übertragen kann. Für die Titration wird die Verwendung und Funktion von Indikatoren und die damit verbundene richtige Auswahl erläutert, wozu, bezogen auf die Weinsäure, bereits festgelegt wird, ob die Produkte weitere Protolysereaktionen eingehen. Bevor die Indikatoren erklärt werden, ist es daher wichtig zu erwähnen, dass ebenfalls Salze als Säuren oder Basen reagieren können, sowie die damit verbundenen Bereiche des pH-Werts erwähnt werden sollten, die Lösungen zu sauer, alkalisch oder neutral charakterisieren.

Es folgt die Versuchsdurchführung und die Beobachtungen. Die vorausgegangenen Ergebnisse können dann auf die Titration der Weinsäure angewendet werden und die Konzentration der Gesamtsäure wird bestimmt. Die Ergebnisse werden gedeutet und mit Hinblick auf eine mögliche Fehleranalyse bewertet.

Zum Schluss werden die Ergebnisse zusammengefasst und es wird auf die beiden oben genannten Leitfragen geantwortet.

Abgrenzung des Themas

Das Thema hat eine klare Abgrenzung zu Titrationen mit pH-Werten. Das Wesentliche dieser Arbeit ist die Neutralisationsreaktion. In den meisten Versuchen in Büchern, in denen eine Säure mittels der Titration bestimmt wird, werden meist pH Messgeräte genutzt, sodass die Titration mit Hilfe der pH-Werte beschrieben wird. Hier ist dies nicht nötig, da es sich nicht im Wesentlichen um die pH-Werte dreht. Erwähnen sollte man den pH-Wert schon, allerdings nur so, dass sich dies klar auf das Thema bezieht.

Außerdem wäre es auch nicht von Bedeutung die Stärke von Säuren und Basen zu erklären, da dies in dem Versuch nicht verlangt wird und nicht zur Bestimmung der Gesamtsäure beitragen würde. Die Stärke von Säuren und Basen wird oft genannt, wenn von Säuren und Basen die Rede ist.

Mögliche Schwierigkeiten bei der Bearbeitung

Da mir selber das Format einer wissenschaftlichen Arbeit nicht bekannt war, ist die Erstellung einer Facharbeit neu, wobei einige Fragen und Schwierigkeiten für die Bearbeitung auftauchen. Eine wesentliche Frage, die ich mir von Anfang an stelle ist die richtige Art und Weise, Zitate einzusetzen und Fußnoten anzugeben. Dies ist ziemlich ungewöhnlich im Gegensatz zu anderen bis jetzt bearbeiteten Arbeiten. Liest man sich allerdings in dieses Thema ein, so müsste dies ein geringeres Problem als erwartet darstellen. Eine Schwierigkeit die sich für mich ergibt, ist der mehrfache und abwechselnde Bezug zu Quellen innerhalb einer Seite. Also dass sich erst auf die Quelle A, dann auf B und dann wieder auf A bezogen wird.

Da es zahlreiche Themen gibt, auf die man sich beziehen kann und die man theoretisch in die Arbeit mit einfließen lassen kann, ist es sehr wichtig, nur die wichtigen Informationen zu benutzen, die sich explizit auf die Aufgabenstellung beziehen. Da man keine genauen Vorgaben besitzt, was thematisch alles wichtig ist, muss dies selber erarbeitet werden, wodurch man während der Bearbeitung keine Stütze hat, die einem das Richtige zeigt. Dieses Arbeiten ohne wirkliche thematische Vorgaben ist aus diesem Grund unbekannt und in erster Linie ebenfalls nicht ganz leicht.

Zum Anfang der Arbeit stellt sich außerdem die Frage nach der Verknüpfung der einzelnen Aspekte, die man dem Leser vermitteln soll. Dazu soll der Inhalt auch an eine nicht fachkundige Person vermittelt werden, was eigentlich gar nicht so einfach erscheint, da man das Thema immer in möglich korrekter Fachsprache erklären möchte und die vorgegebene Seitenzahl nicht zur Erklärung jedes Fachbegriffs reicht.

2.0.0 Hauptteil

2.1.0 Wein

Wein ist ein Getränk, das aus frischem Traubensaft durch anschließende alkoholische Gärung entsteht. „Entsprechend der Farbe [...] unterscheidet man Weiß-, Rot- und Rosé-, oder Schillerwein“ (Täufel, 1981, 903), für dessen Herstellung verschiedene Traubensorten genutzt werden. Weine werden mit einem Korken oder Schraubverschluss verschlossen entweder liegend oder senkrecht bei einer optimalen Temperatur von 8-12°C für Weißweine und 14-18°C für Rotweine gelagert.¹

2.1.1 Säuren im Wein

Die Säure im Wein bestimmt den sauren oder süßen Charakter des Weins und spielt daher eine große Rolle für den Geschmack. Ist nur wenig Säure im Wein enthalten, so wird der Geschmack als fad und langweilig wahrgenommen. Bei einem zu hohen Säuregehalt beklagen sich einige Konsumenten über Magenbeschwerden oder einen zu bitteren Geschmack, wobei ein Magenproblem eher auf eine Folge des Weinverzehrs in Kombination mit fettigen Essen hinweist. Bedeutend für den Geschmack ist „die richtige Balance“ (Dziki, S.23) zwischen der Säure und der Süße. Ein hoher Säuregehalt wirkt sich also nicht direkt negativ auf den Wein aus. Entscheidend ist auch eine Balance zwischen Apfel- und Weinsäure, da die Apfelsäure „geschmacklich [...] unreifer“ (Damm, 2010) als die Weinsäure ist. In den Weintrauben werden Säuren, wie die Weinsäure und die Apfelsäure, produziert, dessen Mengen während des Reifeprozesses, wenn die Trauben weich werden, wieder abnimmt und der Zuckergehalt in der Traube steigt. In warmen Regionen ist der Säuregehalt in den Trauben niedriger, da die Säuren besser abgebaut werden können, wohingegen der Säuregehalt in kälteren Anbauregionen deutlich höher ist, weil durch die fehlende Wärme die Säuren nicht so gut abgebaut werden können. Da es für einen guten Geschmack immer auf das richtige Verhältnis zwischen der Säure und der Süße ankommt, gibt es keinen optimalen Wert für den Säuregehalt in Weinen. Allgemein besitzen Weine durchschnittlich einen Säuregehalt von 4,5 bis 6,7 g/l, wobei ein säurearmer Wein weniger als 5g/l Säure enthält und man ab einem Säuregehalt von 7,5 g/l von einem säurereichen Wein spricht.²

Weinsäure, Apfelsäure und Citronensäure zählen zu den nicht flüchtigen Säuren im Wein, also die Säuren die bei einer Destillation nicht verdampfen. Außerdem sind noch Milch-, Glycol-, Oxal- und Kohlensäure, sowie weitere geringe Mengen an Säuren als nicht flüchtige Säuren im Wein enthalten. Daneben liegen auch flüchtige Säuren im Wein vor, welche verdampfen können. Dazu zählen unter anderem Essig-, Ameisen-, Butter- und Propionsäure, sowie weitere geringe Anteile von anderen Säuren.³

¹ Vgl. Täufel, Alfred (1981): Lebensmittellexikon, S. 903/907

² Vgl. Dziki, Julian: „Das sagt der Säuregehalt im Wein aus“, www.weinlexikon24.de/weinsauere, Anh. S.23f.

³ Vgl. Heidger, Michael (2013 b): „Gesamtsäure (Wein)“, <http://www.institut-heidger.de/gesamtsaeure-wein/>, Anh. S.27 f.

2.1.2 Anbauregionen und Weinanbau

Am besten lassen sich die Trauben für die Weinherstellung in der gemäßigten Zone, bei einer optimalen Durchschnittstemperatur von 12°C anbauen.⁴

In Deutschland befinden sich die nördlichsten Anbauggebiete der Welt. Hier werden in 13 Anbauregionen, die eine Fläche von 105000 Hektar besitzen, wovon die Pfalz das zweitgrößte Gebiet ist, 20% der weißen Rebsorte Riesling angebaut, die einen hohen Anteil an Säure und einen spritzigen Geschmack bietet.⁵ Der erste hier ausgewählte Wein ist ein trockener Riesling Wein aus der Pfalz aus dem Jahr 2011.

Der zweite Wein, ein trockener Bianco, aus der Cataratto-Traube angebaut, die ein ausgewogenes Säureverhältnis und einen zarten Geschmack bietet, stammt aus Sizilien, in Italien, dem weltweit größten Weinproduzenten mit einer Fläche von 800000 Hektar, auf der eine große Vielfalt von verschiedenen Weinsorten angeboten wird.⁶ Verzehrt wird der Wein zu Suppen, Fisch oder Gemüse.

Die Nachfrage des Weins steigt auch in Ländern außerhalb Europas, weswegen Australien zu einem großen Weinproduzenten geworden ist, in dem europäische Edelsorten, wie Sauvignon oder Chardonnay angebaut werden, wobei der verwendete Wein aus letzterer Sorte des Jahrs 2015 ist und einen fruchtig, trockenen Geschmack bietet⁷, der gut zu Meeresfrüchten oder hellem Fleisch passt.

Die Traubenlese ist die witterungsabhängige Ernte der vollreifen Trauben, welche von Mitte September bis Mitte November geschieht. Ist das Wetter zu kalt, so werden die Apfel- und Weinsäure nur schlecht abgebaut und die Trauben gelten als noch unreif. Nach der Ernte werden den Trauben im Kelterhaus die Stiele und Schalen entfernt und werden dann in Traubenmühlen zerquetscht, sodass der Most entsteht, welcher bei Weißweinen in Pressen direkt abgepresst wird, wohingegen der Rotweinmost ca. 8 Tage in einem offenen Behälter bei 20°C stehen gelassen wird, damit sich die roten Anthozyan-Farbstoffe lösen, welche dem Wein seine rote Farbe verleihen. Danach wird der Most erst gepresst. Darauf folgt die alkoholische Gärung, bei der Hefen den im Most gelösten Sauerstoff, unter Kohlenstoffdioxid Entstehung, für 10-20 Tage in einem Gärgebinden aus Eichenholz, vermehren. Nach der Gärung bilden die abgestorbenen Hefen eine Kruste auf dem Wein und werden dann abgesiebt. In der Kellerbehandlung wird der Wein entweder nachgesäuert, wenn zu wenig Säure in ihm enthalten ist, oder entsäuert, wenn der Säuregehalt zu hoch ist, was öfter der Fall ist. Außerdem werden in der Kellerbehandlung versucht, Weinfehler und Weinkrankheiten zu vermeiden. Weinfehler sind Veränderungen des Aussehens, Geschmacks oder Geruchs, sowie unerwünschte Stoffaufnahmen. Zu Weinkrankheiten zählen Pilz-oder Bakterienbefall oder eine Hefenachgärung.⁸

⁴ Vgl. Täufel, Alfred (1981): „Lebensmittellexikon“, S. 903

⁵ Vgl. Obalski, Werner (2003): „Schnellkurs Wein“ S. 125 f., 130,

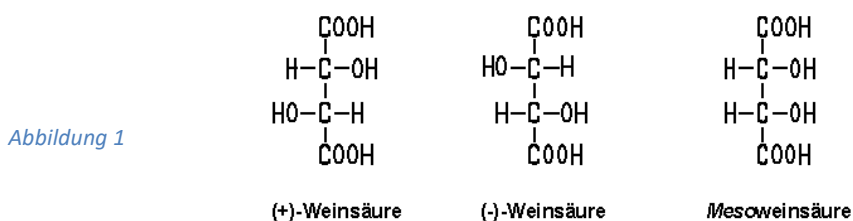
⁶ Vgl. Obalski, Werner (2003): „Schnellkurs Wein“ S.44, 100

⁷ Vgl. Obalski, Werner (2003): „Schnellkurs Wein“ S. 42, 162

⁸ Vgl. Täufel, Alfred (1981): „Lebensmittellexikon“, 904ff.

2.1.3 Weinsäure

Die Weinsäure, auch Dihydroxybernsteinsäure, ist eine organische Dicarbonsäure und hat die Summenformel $C_4H_6O_6$ mit einer sich daraus ergebenden Molekülmasse von 150 g/mol. Sie besitzt zwei Hydroxylgruppen (-OH) und zwei Carboxylgruppen (-COOH) und ist somit in der Lage zwei Protonen in wässriger Lösung abzugeben. Es existieren drei Isomere der Weinsäure. Diese Isomere sind die (+)Weinsäure und (-)-Weinsäure, die spiegelverkehrt zueinander sind, da sie „durch Drehung [...] um 180° [...] nicht miteinander zur Deckung gebracht werden können“ (Eberson&Senning, 1974, S.114), und die meso-Weinsäure, die in der Natur nicht vorkommt.⁹ Die (-)-Weinsäure kommt lediglich in der *Bauhinia reticulata* vor¹⁰



Weinsäure ist ein weißes kristallines Pulver, das gut in Wasser und Alkohol löslich ist¹¹. Die (+)-Weinsäure kommt in freier Form oder als Salz in der Natur in vielen Früchten und Pflanzen, wie in Trauben, bei denen sie 40% der Gesamtsäure ausmacht, Löwenzahn aber auch in Wein vor. Aufgrund des sauren Geschmacks wird die Weinsäure in Backpulver, Süßwaren oder Limonade als Säuerungsmittel verwendet.¹⁰ Die Salze der Weinsäure heißen Tartrate, bzw. Hydrogentartrate, wenn nur ein Proton abgegeben wird. Während der Weinverarbeitung entsteht Weinstein, das das Kaliumhydrogentartrat ist⁹.

2.1.4 Gesamtsäure

Wenn man eine Säure im Wein nachweisen möchte, so liegt es nahe, die (+)Weinsäure nachzuweisen, da diese in der größten Menge vorkommt. Jedoch ist das ohne weiteres nicht möglich, weil im Wein eine Vielzahl von Säuren enthalten ist (s. S.1). Spricht man in Weinanalysen also von Säuren, so ist immer die titrierbare Gesamtsäure gemeint, die alle Säuren, die titriert werden können, erfasst. Gewöhnlich liegt die Gesamtsäure in einem Bereich von 4 g/l bis 8 g/l und ist dazu abhängig von der jeweiligen Weinsorte.¹²

Durch die Titration, die im Folgenden noch erklärt wird, ergibt sich durch den Verbrauch an Lauge und einer folgenden Rechnung die Konzentration der Säure. Dieser sich ergebende Säurewert wird als Gesamtsäure bezeichnet und gibt die gesamte titrierbare Säure an. In Deutschland wird dieser Wert der Gesamtsäure in Gramm Weinsäure pro Liter (g/l) angegeben.¹³

⁹ Vgl. Beyer, Hans (1976): „Lehrbuch der organischen Chemie“, S.294

¹⁰ Vgl. Täufel, Alfred (1981): „Lebensmittellexikon“, S. 909

¹¹ Vgl. Seilnacht: http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_weins.htm, Anh. S. 30

¹² Vgl. Heidger, Michael (2013 a): „Gesamtsäure (Wein)“, <http://www.institut-heidger.de/gesamtsaeure/>, Anh. S.25

¹³ Vgl. Plattner, Philipp: „Die Aussagekraft der Gesamtsäure im Most und im Wein“ S.342, Anh. S.29

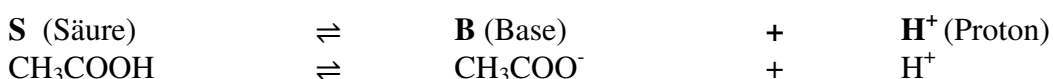
2.2.0 Säure und Base Begriff

Nach der Arrhenius Theorie der elektrolytischen Dissoziation aus dem Jahr 1884/87 bilden Säuren in wässrigen Lösungen Wasserstoffionen, die der Lösung ihren sauren Charakter geben, und ein negativ geladenes Säurerest-Ion, das die spezielle Eigenschaft der Säure trägt. Säuren verfärben Lackmus rot und können unedle Metalle zersetzen, indem sie ein Salz bilden, das aus einem Metallkation und einem Anion entsteht. Eine Base dissoziiert unter der Freisetzung von Hydroxidionen und verfärbt Lackmus blau. In einer Neutralisationsreaktion reagieren eine Säure und eine Base zu Wasser und einem Salz. Die Umkehrung wird Hydrolyse genannt. Mit der Theorie lassen sich Stärken von Säuren und Basen, sowie die Leitfähigkeit bestimmen. Jedoch ist die Definition nur auf wässrige Lösungen und neutrale Molekülsäuren beschränkt. Außerdem wird vereinfacht davon ausgegangen, dass Wasserstoffionen in einer Lösung vorkommen, was aber nicht möglich ist.¹⁴

Neuauffassung der Säure-Base Definition: nach Brönsted

1923 erstellte Brönsted eine Definition für Säuren und Basen, die die Funktion der Stoffe beschreibt, weswegen diese Definition auf verschiedene Stoffe übertragbar ist. Nach Brönsteds Definition sind Säuren Teilchen, die Protonen abgeben und werden als Protonendonatoren bezeichnet. Basen hingegen sind die Teilchen, die Protonen aufnehmen, also Protonenakzeptoren sind. Protonen sind Wasserstoffionen (H^+) und werden Proton genannt, da das Ion lediglich ein Proton im Atomkern besitzt, da es sein Elektron abgegeben hat. Säuren und Basen werden zusammengefasst Protolyte genannt und ihr Zerfall wird nicht mehr Dissoziation sondern Protolyse genannt. Protolyte können sowohl Kationen, Anionen, als auch neutrale Moleküle sein.

Schematisch betrachtet reagiert eine Säure zu einem Proton und einem Stoff, der in der Lage ist Protonen aufzunehmen und somit als Base funktioniert. Diese Base bildet zusammen mit der Säure ein korrespondierendes Säure-Base-Paar.¹⁵



Ein Proton kann wegen seiner großen Reaktionsfähigkeit, die aufgrund der hohen positiven Ladung und dem kleinen Radius zustande kommt, nicht lange in einer Lösung existieren, wodurch sich ergibt, dass das Proton einer Säure nur dann abgegeben werden kann, wenn eine Base dieses auch aufnehmen kann. Zu einer Reaktion benötigt man also zwei korrespondierende Säure-Base-Paare, sodass eine Säure-Base-Reaktion verläuft, was bedeutet, dass während einer Reaktion immer eine Säure- und eine Base- Reaktion gleichzeitig ablaufen.¹⁶

¹⁴ Vgl. Jander& Jahr (2003):„Maßanalyse“, S.67 ff.

¹⁵ Vgl. Jander& Jahr (2003):„Maßanalyse“, S.69

¹⁶ Vgl. Jander& Jahr (2003):„Maßanalyse“, S.70

Säure-Base-Reaktion Beispiel

Voraussetzung für diese Reaktionen sind gegenseitige Anziehungen der Moleküle, ein sogenannter Dipolcharakter, der wegen einer ungleichmäßigen Elektronenverteilung, wodurch das Elektronenpaar schwächer oder stärker zu einem Atom hingezogen wird, innerhalb des Moleküls zustande kommt, sowie ein freies Elektronenpaar, zu dem das Proton hingezogen wird. Die elektronegativeren Atome besitzen eine negative Partialladung (s.Abb1). Ein Beispiel einer Säure-Base-Reaktion ist die Reaktion von Chlorwasserstoff (HCl) mit Wasser (H₂O), bei der ein Chloridanion (Cl⁻) und ein Oxoniumion (H₃O⁺) entstehen, die charakteristisch für den sauren Geschmack der Säure sind.¹⁷

Sie bestehen nur kurze Zeit in wässrigen Lösungen, da sie mit den Wassermolekülen Wasserstoffbrückenbindungen bilden und das Ion hydratisiert wird, welches das Hydroniumion ist.¹⁸ Im Folgenden werden die H₃O⁺-Ionen Hydroniumionen genannt.

Es verläuft folgende Reaktion:

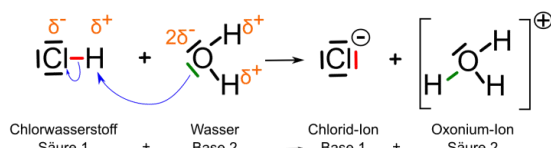


Abbildung 2

Die Wasserstoffatome besitzen in beiden Molekülen eine positive Partialladung und könnten abgegeben werden. Aufgrund der Elektronegativitätsdifferenz im Chlorwasserstoffmolekül, die 3,0-2,1=0,9 beträgt, wird das Proton von ihm abgespalten, da die Differenz im Wassermolekül 1,4 beträgt und hier das Wasserstoffatom fester gebunden ist und so mehr Energie benötigt werden würde.¹⁷

So gibt die Säure Chlorwasserstoff ein Proton ab, welches von dem als Base funktionierenden Wassers aufgenommen wird. Das positive Proton lagert sich an dem negativen freien Elektronenpaar des Sauerstoffatoms im Wassermolekül an und es bildet sich das Hydroniumion.¹⁹ Hierbei bilden der Chlorwasserstoff mit dem Chloridion, sowie das Wassermolekül mit dem Hydroniumion, ein korrespondierendes Säure-Base-Paar.

Ein anderes Beispiel einer Säure-Base-Reaktion ist die Reaktion von Wasser mit Ammoniak, wobei Hydroxidionen und das Ammoniumkation entstehen.¹⁹

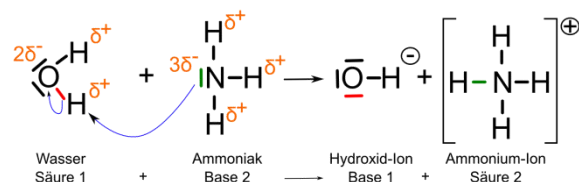


Abbildung 3

Das Wasser funktioniert als Säure und gibt ein Proton ab, da das Proton im Wassermolekül schwächer als im Ammoniakmolekül an das andere Atom gebunden ist. Das Proton setzt sich an das freie Elektronenpaar des Ammoniaks und bildet so

¹⁷ Vgl. Glöckner, Wolfgang (2002): „Fischer Kolleg Abiturwissen“, S. 31f., 111

¹⁸ Vgl. Jander & Jahr (2003): „Maßanalyse“, S. 70f.

¹⁹ Vgl. Glöckner, Wolfgang (2002): „Fischer Kolleg Abiturwissen Chemie“, S. 111

das Ammoniumkation (NH_4^+). Die Protonabgabe des Wassers führt „zur Bildung der für Basen charakteristischen Hydroxid-Ionen“ (Glöckner, 2002, S.111) (OH^-). Ammoniak und das Ammoniumkation, sowie das Wassermolekül mit dem Hydroxidion, bilden die beiden korrespondierenden Säure-Base-Paare.

Man erkennt, dass das Wassermolekül, je nach Reaktionspartner, als Base oder als Säure reagiert. Diese Art von Protolyten, welche Protonen aufnehmen und abgeben können, sind Ampholyte. Beispiele neben Wasser sind Hydrogensalze.²⁰

2.2.1 Salze als Säuren

Da Protolyte sowohl Kationen, Anionen, als auch neutrale Moleküle sein können, können auch Salze als Säure bzw. als Base reagieren. Sie müssen entweder ein Proton abgeben, oder selber ein Proton aufnehmen können. Bei der Reaktion als Säure bilden sich Hydroniumionen, wodurch die Lösung sauer wird. Bei der Reaktion als Base, wird die Lösung durch Hydroxidionen Bildung alkalisch.²¹

Das Sulfat-Ion ist negativ und in der Lage ein Proton aufzunehmen und bildet somit eine Anionen-Base, wohingegen das positiv geladene Ammonium-Ion als Kation-Säure funktioniert, indem es ein Proton abgibt.

2.2.2 zwei-protonige Säuren

Da die Weinsäure zwei Carboxylgruppen besitzt und so zwei mögliche Protonen abgeben kann, zählt sie zu den 2-protonigen Säuren, was bedeutet, dass die bei der Protolyse entstehende korrespondierende Base ebenfalls wieder als Säure reagieren kann. Bei einer vollständigen Protolyse zwei protoniger Säuren werden insgesamt zwei Protonen abgegeben.²² Die Schwefelsäure protolysiert erst zum Hydrogensulfat, welches ebenfalls als Säure unter Protonabgabe das Sulfation bildet.²³ Bei der Titration bedeutet dies, dass man bei zwei protonigen Säuren immer 2 Teilchen der Base benötigt, um ein Molekül an Säure zu neutralisieren.

2.2.3 pH-Wert

Der pH-Wert gibt die Konzentration der Hydroniumionen an und bestimmt den Charakter einer Lösung. Die pH-Wert Skala reicht üblicherweise über einen Bereich von 0 bis 14, wobei der pH-Wert 7 bedeutet, dass die Lösung neutral ist und die Konzentration an Hydroniumionen und Hydroxidionen gleich ist. Ein pH-Wert im Bereich 0 bis 7 kennzeichnet eine saure Lösung, in der mehr Hydroniumionen als Hydroxidionen vorliegen. In einem pH-Wert Bereich von 7 bis 14 befindet sie sich die Lösung im alkalischen Bereich, in dem die Hydroxidionen überwiegen.²⁴

2.2.4 Neutralisationstitation

„Die Titration oder Maßanalyse“ (Jander & Blasius, 1970, S.34) ist ein quantitatives Verfahren, bei dem man eine unbekannte Menge einer Probelösung bestimmt, indem

²⁰ Vgl. Jander & Jahr (2003): „Maßanalyse“, S. 71

²¹ Vgl. Jander & Jahr (2003): „Maßanalyse“, S. 69.

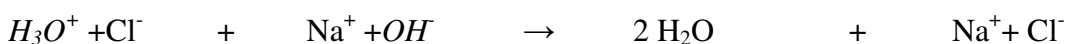
²² Vgl. Bitter, Thomas (1989): „Elemente Chemie II“, S. 96

²³ Vgl. Glöckner, Wolfgang (2002): „Fischer Kolleg Abiturwissen Chemie“, S. 111

²⁴ Vgl. Jander & Jahr (2003): „Maßanalyse“, S. 77f.

man eine Lösung mit bekannter Konzentration bis zu ihrer vollständigen Umsetzung hinzugibt. Die Neutralisationstiteration ist die Bestimmung einer sauren bzw. alkalisch reagierenden Lösung mit einer Base bzw. Säure. Grundlegend für die Bestimmung ist die Neutralisationsreaktion.²⁵

Reagieren eine vollständig protolysierte Säure und Base, verläuft eine Neutralisationsreaktion bei der das Hydroniumion der Säure ein Proton an das Hydroxidion der Base abgibt, wodurch sich zwei Wassermoleküle bilden. $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$. Die Kationen der Base und die Anionen der Säure „sind an der Säure-Base-Reaktion nicht beteiligt“ (Bitter, 1989, S.101) und besitzen eine zweitrangige Bedeutung bei der Salzbildung. Als Beispiel reagiert die Salzsäure mit Natronlauge unter Bildung von Wasser und Natriumchlorid.²⁶



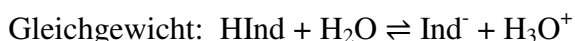
Bei jedem Zusatz an Hydroxidionen der Base steigt der pH-Wert und die Lösung rückt näher in den alkalischen Bereich. Je mehr an Hydroxidionen der Base zur Lösung hinzugefügt werden, umso schneller steigt der pH-Wert, bis er schließlich sprunghaft zunimmt. Danach steigt er immer langsamer. An der stärksten pH-Wert Zunahme, dem Äquivalenzpunkt, liegen Hydronium- und Hydroxidionen vollständig umgesetzt vor. Der Äquivalenzpunkt lässt sich nicht erkennen, da die Produkte „in der Regel farblos sind“ (Jander & Jahr, 2003, S. 99).²⁷

Am Äquivalenzpunkt ist das Stoffmengenverhältnis, also der Quotient der Stoffmenge ‚n‘ aus Hydroniumionen und Hydroxidionen, gleich 1 ($\frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{n(\text{OH}^-)} = 1$).

Daraus folgt, dass am Äquivalenzpunkt die Stoffmenge der Base gleich der der Säure ist. Es gilt somit: **n(Säure)=n(Base)**. Da ‚n‘ dem Produkt aus Konzentration und Volumen ($c \cdot V$) entspricht, kann man dies in die Formel einsetzen, damit man durch Umstellen die unbekannte Konzentration oder das Volumen errechnen kann. Es ergibt sich die Formel: $c(\text{Säure}) \cdot v(\text{Säure}) = c(\text{Base}) \cdot v(\text{Base})$ ²⁸

2.2.5 Säure-Base-Indikatoren

Indikatoren sind organische Farbstoffe, die entweder schwache Säuren oder Basen sind. Mit ihnen wird bestimmt, ob die Lösung von saurem, alkalischem oder neutralem Charakter ist. „Ist der Indikator [...] eine schwache Säure, dann liegt in Lösung stets ein Gleichgewicht zwischen der Indikatorsäure HInd und der korrespondierenden Base (Ind⁻) vor“ (Jander & Jahr, 2003, S.100).



Der Indikator besitzt zwei Grenzfärbungen, welche einerseits den alkalischen Bereich und andererseits den sauren Bereich anzeigt. Beispielsweise gelb für den sauren und

²⁵ Vgl. Jander & Blasius (1970): „Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum“, S.302, 307

²⁶ Vgl. Jander & Jahr (2003): „Maßanalyse“, S. 71

²⁷ Vgl. Jander & Jahr (2003): „Maßanalyse“, S.95f.

²⁸ Vgl. Bitter, Thomas (1989): „Elemente Chemie II“, S 101 f.

blau für den alkalischen Bereich, wie in dem im Versuch verwendeten Indikator Bromthymolblau. Gibt man diesen Indikator in eine saure Lösung, so ist die Konzentration der Indikatorsäure höher und die Lösung färbt sich gelb. Andersherum wird die Lösung blau, wenn die Konzentration der Base höher ist. Während der Neutralisation nimmt die Konzentration der Hydroniumionen ab, wodurch die Konzentration der Indikatorsäure geringer wird, während die der korrespondierenden Base höher wird. Am Äquivalenzpunkt, liegen gleiche Konzentrationen der Indikatorsäure und der korrespondierenden Base vor. Der Indikator weist dort „bei richtiger Auswahl“ (Jander & Jahr, 2003, S.99) einen Umschlagspunkt aus der Mischfarbe beider Grenzfarben auf.²⁹

2.2.6 Indikatorauswahl

Man beachtet, dass der Äquivalenzpunkt als Folge weiterer Protolysereaktionen mehr im sauren oder alkalischen Gebiet liegen kann und somit „der Äquivalenzpunkt [beispielsweise] oberhalb des Neutralpunkts im alkalischen Bereich“ (Jander & Jahr, 2003, S.97) liegen kann. Es wird versucht den Indikator so einzusetzen, dass dessen Umschlagsbereich in der Nähe des Äquivalenzpunkts liegt.³⁰ Da auch Salze in wässrigen Lösungen protolysieren können, ergibt sich, dass das bei der Titration von Weinsäure entstehende Tartrat-Ion mit Wasser als Base reagiert, da es in der Lage ist ein Proton aufzunehmen. Es entstehen das Hydrogentartrat und Hydroxid-Ionen, die den Äquivalenzpunkt in den alkalischen Bereich verschieben.

Indikator	Umschlagsbereich		Farbe		Umschlagsfarbe
	pH-Wert	sauer	alkalisch		
Bromthymolblau	6,0 – 7,6	gelb	blau		grün
Lackmus	5,0 – 8,0	rot	blau		rot
Phenolphthalein	8,2 – 10,0	farblos	rot		rosa

Tabelle 1

2.2.7 Zum Versuch

Pro Versuch wird die Titration drei Mal durchgeführt, um einen exakteren Wert, den Mittelwert zu errechnen, da es umstritten ist, dass ein einzelnes Ergebnis stimmt. Es wird Bromthymolblau eingesetzt, da man den Farbumschlag gut erkennen kann und sein Umschlag im leicht alkalischen Gebiet liegt. Genauso gut könnte man jedoch auch Phenolphthalein einsetzen. Vor dem Versuch muss der Wein zum Sieden gebracht werden, um die Kohlensäure zu entfernen. Dieser „Schritt [...] hat den größten Einfluss auf die Bestimmung des wahren Werts“ (Bill & Oetli, 2000).

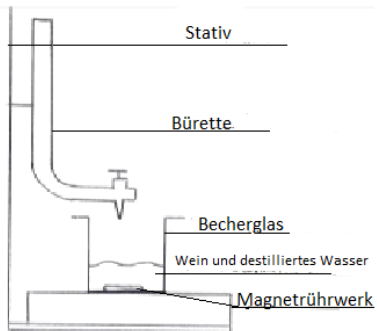
Liegen Base und Säure in der Konzentration 0.1 mol vor, so verläuft die Reaktion äußerst schnell und so gut wie vollständig mit einem Umsatz von 99.9%³¹. Da man davon ausgehen kann, dass die Weinsäure gering in Weinen konzentriert vorkommt, da viele andere Säuren in ihm vorkommen, kann man eine niedrig konzentrierte Natronlauge einsetzen, damit die Reaktion schnell und annähernd vollständig abläuft, da beide Konzentrationen annähernd gleich sind. Der Versuch ließe sich auch mit einer 0.3-molaren oder 0.25-molaren Natronlauge gut durchführen.

²⁹ Vgl. Jander & Jahr (2003): „Maßanalyse“, S. 100

³⁰ Vgl. Jander & Jahr (2003): „Maßanalyse“, S. 104 f.

³¹ Vgl. Jander & Jahr (2003): „Maßanalyse“, S. 71

2.3.0 Versuch

Überschrift	Titration von Weißweinen mit einer 0,1 molaren Natronlauge
Fragestellung	<i>Gibt es Unterschiede der Säurekonzentration von Weinen aus weltweit unterschiedlichen Regionen?</i>
Benötigte Geräte	Brenner, Becherglas, 10 ml Pipette, Bürette, Magnetrührstab, Stativ
Chemikalien	Wein, 0,1 molare Natronlauge, Bromthymolblau, destilliertes Wasser
Sicherheit	Kontakt mit Weinsäure verzichten, da sie reizend ist Haut- und Augenkontakt mit Natronlauge vermeiden, da diese ätzend ist
Entsorgung	Die neutralisierten Reste können in den Abfluss gegossen werden
Skizze	 Das Diagramm zeigt eine Titration. Ein Stativ hält eine Bürette, die über ein Becherglas mit Wein und destilliertem Wasser steht. Ein Magnetrührwerk befindet sich im Becherglas.
Durchführung	Zuerst füllt man 100ml des Weins in ein Becherglas und bringt dieses über dem Brenner zum Sieden, sodass Kohlenstoffdioxid entweichen kann. Danach entnimmt man 10ml des Weins mit der Pipette und füllt ihn mit 10 ml destilliertem Wasser und 3 Tropfen Bromthymolblau in ein weiteres Becherglas und legt den Magnetstab in das Becherglas. Nun stellt man das Becherglas auf den Magnetrührer. Die Bürette wird am Stativ mit einer Klemme befestigt und mit Natronlauge bei geschlossenem Hahn gefüllt. Das Becherglas wird unter die Bürette gestellt, das Magnetrührwerk wird eingeschaltet und die Lösung wird unter vorsichtiger Zugabe der Natronlauge bis zum Umschlagspunkt, der grün ist, titriert.³²

Beobachtung

Nach Zugabe des Indikators wird die Weinlösung gelblich. Der Farbumschlag erfolgt von gelblich zu grün.

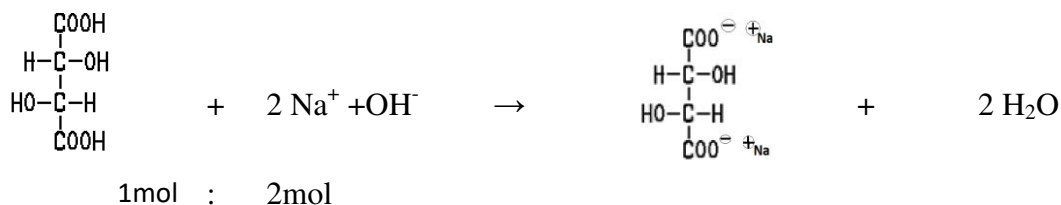
Verbrauch an Natronlauge am Umschlagspunkt

Wein	Deutscher Riesling Kabinett	Italienischer Bianco	Australischer Chardonnay
1.Durchführung	9 ml	7 ml	7,5 ml
2.Durchführung	9 ml	7 ml	7,5 ml
3.Durchführung	9,2 ml	7 ml	7,7 ml
Durchschnittswert	9,06 ml	7 ml	7,56 ml

³² Vgl. Bill & Oetli (2000): „Die Bestimmung der titrierbaren Gesamtsäure in Wein“, S. 293ff.

2.3.1. Fachliche Auswertung

Die gewonnen Erkenntnisse kann man nun auf diese Reaktion übertragen. Bei der Titration von Weinsäure mit Natronlauge verläuft eine Neutralisationsreaktion, bei der Wasser und das Salz Natriumtartrat entstehen.



Die Weinsäure gibt insgesamt 2 Protonen aufgrund der zwei Carboxylgruppen ab, da das Molekül polare Bindungen aufweist. Spaltet sich das erste Proton ab, so reagiert dieses mit einem Hydroxidion der Natronlauge zu Wasser, was die Neutralisationsreaktion ist. Die hinterlassene korrespondierende Base zur Weinsäure, das Hydrogentartrat, reagiert wieder als Säure, da sich an dem Ion eine Carboxylgruppe mit einem möglich abspaltbaren Proton befindet. Dieses Proton reagiert mit dem Hydroxidion der Natronlauge wieder zu Wasser und das zweifach negative Tartrat, das sich hierbei bildet, bildet mit Natrium das Natriumtartrat, ein Salz. Für den Vorgang werden 2 Teilchen (mol) an Natronlauge verbraucht, da man 2 Hydroxidionen benötigt. Dadurch entstehen 2 Wassermoleküle.

Die gelbliche Färbung der Lösung direkt nach der Indikatorzugabe zeigt den sauren Charakter der Lösung, während die Grünfärbung den Äquivalenzpunkt angibt.

Formel zu Berechnung der Gesamtsäure:

Wie bereits auf Seite 8 erwähnt, wird nicht die Konzentration der Weinsäure alleine, sondern die Konzentration der titrierbaren Gesamtsäuren ermittelt, so erhält man den Gesamtsäurewert. Angewendet auf die Formel von Seite 12, ergibt sich:

$$c(\text{Gesamtsäurewert}) \cdot v(\text{Wein}) = c(\text{Natronlauge}) \cdot v(\text{Verbrauch an Natronlauge})^{33}$$

$$c(\text{Gesamtsäurewert in mol/l}) = \frac{c(\text{Natronlauge in } \frac{\text{mol}}{\text{l}}) \times V(\text{Verbrauch an Natronlauge in ml})}{V(\text{Probenvolumen des Weins in ml})}$$

Da 2 Teilchen an Natronlauge benötigt werden, um ein Weinsäuremolekül zu neutralisieren, muss man den Gesamtsäurewert durch 2 teilen.

Deutscher Wein	$c(\text{Gesamt.}) = \frac{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \times 9,06 \text{ml}}{10 \text{ml}}$	$= 0,0906 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ $0,0906 \frac{\text{mol}}{\text{l}} : 2 = \mathbf{0,045 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}$
Italienischer Wein	$c(\text{Gsmt.}) = \frac{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \times 7 \text{ml}}{10 \text{ml}}$	$= 0,07 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ $0,07 \frac{\text{mol}}{\text{l}} : 2 = \mathbf{0,035 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}$
Australischer Wein	$c(\text{Gsmt.}) = \frac{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \times 7,56 \text{ml}}{10 \text{ml}}$	$= 0,0756 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ $0,0756 \frac{\text{mol}}{\text{l}} : 2 = \mathbf{0,0378 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}$

³³ Vgl. Bitter (1989): „Elemente Chemie II“, S. 102

2.3.2 Deutung der Ergebnisse

Die Ergebnisse geben die Konzentration der Gesamtsäure in den Weinen an. Es lässt sich erkennen, dass der deutsche Wein die höchste Konzentration von $0,045 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ an Säure besitzt und somit auch den höchsten Säuregehalt besitzt. Danach folgt der australische Wein mit $0,0378 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ und schließlich der italienische Wein, der eine Gesamtsäurekonzentration von $0,035 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ aufweist. Südastralien und Sizilien besitzen ein Klima (subtropisch bzw. mediterran), das von viel Sonne und Wärme geprägt ist. In Deutschland hingegen befinden sich, wie bereits erwähnt, die nördlichen Grenzgebiete des Weinanbaus, da das Klima ein gemäßigtes ist. Die Werte zeigen also an, dass der Wein des verhältnismäßig kältesten Lands, also Deutschland, auch die meiste Säure enthält. Auf der mediterranen warmen Insel Sizilien befindet sich der Wein mit der geringsten Säurekonzentration.

Für diesen Versuch scheint die Hypothese, dass in wärmeren Regionen auch weniger Säure im Wein enthalten ist, bestätigt, da man erkennt, dass der Säuregehalt, mit wärmer werdenden Klima, sinkt.

2.3.3 Fehleranalyse und Bewertung

Bei dem Versuch können Fehler zu einem veränderten Resultat führen. Da Natronlauge keine recht stabile Lauge ist verliert sie mit der Zeit immer etwas an Stärke. Das Einsetzen von Indikatoren bietet eine nur unsichere Erkennung des Umschlagpunkts, da man sehr genau arbeiten muss. Einen entscheidenden Einfluss auf die Präzision der Ergebnisse hat die Entfernung der Kohlensäure, da bei nicht vollständiger Entfernung die Werte zu hoch liegen, wohingegen man zu tiefe Werte erlangt, wenn man den Wein zu lange kocht. In Weinanalysen in Laboren wird oftmals Stickstoff zur Verhinderung von einer weiteren Kohlensäureentwicklung in die Lösung nach dem Sieden eingeführt. Da dies in diesem Versuch nicht geschah, weichen die Werte wahrscheinlich, im Vergleich zu mit Stickstoff behandelten Weinen, ab.³⁴ Dazu können verschmutzte Geräte oder eine schief angebrachte Bürette die Erkennung des Laugenverbrauchs und dadurch das Ergebnis verfälschen.

Innerhalb des Versuchs erkennt man jedoch, dass der Verbrauch an Natronlauge bei den einzelnen Weinen einen recht konstanten Wert besitzt mit einer maximalen Abweichung von +0,2 ml. Dies kann entweder durch falsches Ablesen oder nicht gut gereinigte Geräte geschehen, was aber keinen großen Fehler darstellt, da man drei Versuche durchführt und dann den Mittelwert und somit einen genaueren Wert bestimmt. Die nah beieinander liegenden bzw. teilweise gleichen Werte sind ein positives Zeichen für die Versuchsdurchführung. Der Versuch lässt sich mit einem mittleren Zeitaufwand und hohen Materialaufwand gut durchführen und schafft einen Alltagsbezug zu den in Lebensmitteln enthaltenen Säuren, sprich hier im Wein, sowie das Verständnis und Wichtigkeit der Titration zu erklären.

³⁴ Vgl. Bill & Oetli (2000): „Die Bestimmung der titrierbaren Gesamtsäure im Wein“, S.295

3.0 Schluss

In dieser Facharbeit sollte zum einen die Titration erklärt werden und der Frage nachgegangen werden, ob sich Unterschiede der Säurekonzentrationen in Weißweinen aus unterschiedlichen Klimaregionen ergeben. Durch die Arbeit sind diese Fragen gut zu beantworten.

Bei einer Titration wird eine sauer oder alkalisch reagierende Probelösung unbekannter Konzentration bestimmt, indem man eine bekannte Base bzw. Säure hinzugibt. Dem zu Grunde liegt die Neutralisationsreaktion bei der eine Base mit einer Säure zu einem Salz und Wasser reagieren. Säuren geben Protonen ab und Basen nehmen diese auf, wodurch Brönsted die Funktionen von Stoffen definiert und so beispielsweise Salze als Säure oder Base reagieren können. Protonen sind Wasserstoffionen und können nicht alleine in einer Lösung existieren, sodass diese immer auch aufgenommen werden müssten, woraus folgt, dass eine Säure und Base Reaktion immer gleichzeitig ablaufen, wobei bei den Stoffen vorausgesetzt sein muss, dass sie einen polaren Charakter haben und sich optimal ein freies Elektronenpaar bzw. eine negative Ladung an der Base befindet. Bei der Titration kann man Indikatoren einsetzen, die als Säure oder Base reagieren und den Charakter der Lösung durch eine Farbe anzeigen. Am Umschlagspunkt erfolgt der Farbumschlag und damit ist das Ende der Titration erreicht. An der Bürette kann man dann den Verbrauch an Lauge oder Säure ablesen.

Im Wein sind hauptsächlich organische Säuren enthalten, die den Geschmack im Wein ausmachen, wobei ein hoher Säuregehalt nicht schlecht ist, da es immer auf die Balance zwischen Süße und Säure ankommt. In den Trauben werden die Säuren abgebaut und der Zucker gebildet, was besser geschieht, wenn es wärmer ist. Am meisten ist die Weinsäure in den Weintrauben enthalten, sodass man diese bestimmen will. Allerdings kann man nur den Wert der gesamten titrierbaren Säuren erfassen, da eine Vielzahl an Säuren im Wein vorkommt. In dem Versuch, bei dem ein deutscher, italienischer und australischer trockener Weißwein analysiert wurde, wurde die Gesamtsäurekonzentration bestimmt. Der deutsche Wein besitzt dabei den höchsten Wert der Konzentration und damit den höchsten Anteil an Säure, gefolgt vom australischen. Die geringste Gesamtsäurekonzentration weist der italienische Wein auf. Die Leitfrage, ob sich Unterschiede der Weine aus verschiedenen Regionen ergeben, kann auf Grundlage des Versuchs bejaht werden, da sich aus dem Versuch zeigt, dass der Säuregehalt sinkt, je wärmer die Weinanbauregion wird.

Weiterführend zu diesem Thema könnte man eventuell noch weitere trockene Weine anderer Regionen analysieren, um zu prüfen, ob sich die Hypothese immer bestätigt. Zudem ist es auch interessant zu erfahren, ob trockene, halb trockene und liebliche Weine einer Weinmarke einen unterschiedlichen Säuregehalt aufweisen. Hierzu könnte man vielfältige Versuchsreihen aufführen.

4.0 Literaturverzeichnis

Arbeitsgruppe Chemiedidaktik: „Experimentiermappe zum Thema Titrationsen“, Experimentiermappe, Friedrich-Schiller-Universität Jena. (Anh. S.22)

Beyer, Prof. Dr. Hans (1976): „Lehrbuch der organischen Chemie“, Hirzel Verlag, 18. Auflage, Stuttgart

Bill, Roland & Oetli, Manuela (2000): „Getränkeanalytik. Die Bestimmung der titrierbaren Gesamtsäure in Wein“. In: Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, Nr. 13/00, S.293-295

Bitter, Thomas (1989): „Elemente Chemie II“, Ernst Klett Verlag, 1. Auflage, Stuttgart

Damm, Nico (2010): „Weinchemie. Warum denn gleich so sauer?“ In: FAZ-aktuell-wissen-physik, http://www.faz.net/aktuell/wissen/physik-mehr/weinchemie-warum-denn-gleich-so-sauer-15519.html?printPagedArticle=true#pageIndex_2

Dziki, Julian, Weinsäure (Wein), <http://www.weinlexikon24.de/weinsaeure/>, 11.03.2016, Anh. S.23f.

Ebersson, Lennart & Senning, Alexander (1974): „Organische Chemie (Taschentext)“, Verlag Chemie, Weinheim

Heidger, Michael (2013a): „Gesamtsäure“, <http://www.institut-heidger.de/gesamtssaeure/>, 13.02.2016, Anh. S.25f.

Heidger, Michael (2013b): „Gesamtsäure (Wein)“, <http://www.institut-heidger.de/gesamtssaeure-wein/>, 13.02.2016, Anh. S.27f.

Glöckner, Wolfgang (2002): „Fischer Kolleg Abiturwissen Chemie“, Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt a. M.

Jander, Gerhart & Blasius, Ewald (1970): „Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum“, S. Hirzel Verlag, 9. Auflage, Leipzig

Jander, Gerhart & Jahr, Karl F. (2003): „Maßanalyse“, de Gruyter Verlag, 16. verbesserte Auflage, Berlin

Obalski, Werner (2003): „Schnellkurs Wein“, Dumont, Köln

Plattner, Philipp (2012): „Aus dem Weinkeller. Die Aussagekraft der Gesamtsäure im Most und im Wein“ In: Obstbau Weinbau, 49 (10), S. 342. (Anh. S.29)

Schneider, Iris: „Abitur vorbereitet Chemie“, Tandem Verlag, Potsdam

Seilnacht, Thomas: „L(+)-Weinsäure“, http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_weins.htm, 12.03.2016, Anh. S.30f.

Täufel, Alfred (1981): „Lebensmittellexikon“ , Fachbuchverlag, 2. verbesserte Auflage, Leipzig

4.0.1 Bilderverzeichnis

Bilder der Gefahrensymbole:

https://de.wikipedia.org/wiki/Global_harmonisiertes_System_zur_Einstufung_und_Kennzeichnung_von_Chemikalien#.C3.9Cbersicht:_EU-Gefahrensymbole.2C_UN.2FGHS-Gefahrenpiktogramme.2C_UN.2FADR-Gefahrensymbole

Bild der Weinsäure Isomere: <http://www.seilnacht.com/Chemie/weinisom.gif>

Reaktionsmechanismus Ammoniak und Wasser: Abbildung 3
<http://www.lte.lu/chimie/13GE/Cours/02/pu/NH3H2Oimg.png>

Reaktionsgleichung Chlorwasserstoff mit Wasser: Abbildung 2
<http://www.lte.lu/chimie/13GE/Cours/02/pu/HClH2Oimg.png>

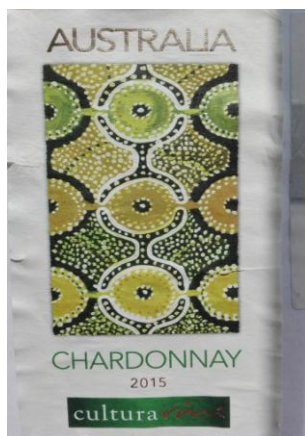
Tabelle 1: Vgl. Jander & Blasius (1970): „Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum“, S.313

5.0 Anhang

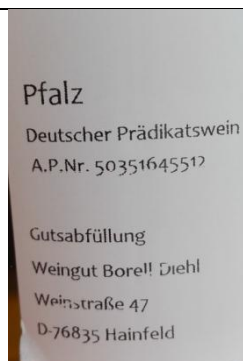
Die Etiketten der Flaschen der im Versuch genutzten Weine

Das erste ist der australische Wein, das zweite der deutsche Wein und das dritte Etikett ist schließlich von dem italienischen Wein.

1)



2)



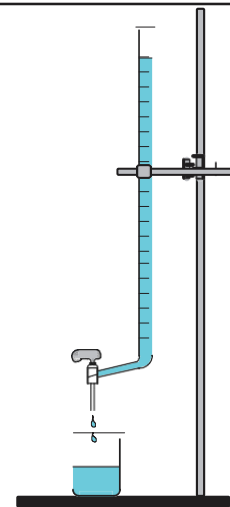
3)



Bestimmung der titrierbaren Gesamtsäure im Wein

Geräte/Chemikalien:

- Bürette, Bürettenständer
- Becherglas
- Messzylinder
- Weißwein (25 ml)
- 1/3 M Natronlauge (etwa 50 ml)
- Phenolphthalein



Durchführung:

Zur Bestimmung der Gesamtsäure werden 25 ml Wein mit 3 - 4 Tropfen Phenolphthalein versetzt und mit 1/3 M Natronlauge bis zum Farbumschlag titriert.

Auswertung: Der Farbumschlag erfolgt von farblos zu rosa. Im Handel erhältliche Weine enthalten neben Weinsäure auch Äpfelsäure, Milchsäure Bernsteinsäure und schweflige Säure. Es ist sehr schwierig, den Gehalt der chemisch sehr ähnlichen Säuren getrennt zu ermitteln, so dass man lediglich die titrierbare Gesamtsäure ermittelt und diese dann in Weinsäureäquivalent angibt.

$$\begin{aligned}
 C_{\text{NaOH}} &= 1/3 \text{ mol/l} &= 1/3000 \text{ mol/ml} \\
 \text{€ 1 ml NaOH} &&= 1/3000 \text{ mol OH}^- \\
 &&= 1/3000 \text{ mol H}^+ \\
 &&= \frac{1}{2} * 1/3000 \text{ mol Weinsäure} \\
 &&= 150 * \frac{1}{2} * 1/3000 \text{ g Weinsäure} \\
 &&= 1/40 \text{ g Weinsäure}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 n[\text{H}^+] &= n[\text{OH}^-] \\
 &\text{(2-protonige Säure)} \\
 M[\text{Weinsäure}] &= 150 \text{ g/mol}
 \end{aligned}$$

€ auf 1 l Wein € 40 * 1/40 g = 1 g Weinsäure (eingesetzt waren 0,25 l = 1/40 l) € 1 ml NaOH entspricht 1 g Weinsäure in 1 l Wein.

Beispiel: Untersucht wurden ein trockener Weißwein (Müller-Thurgau) ein trockener Rotwein (Chianti, vorher entfärbt) und ein Apfelwein.

Wein	V(NaOH) in ml	€ Weinsäuregehalt in g/l
Apfelwein	5,8	5,8
Weißwein (Müller-Thurgau)	6,3	6,3
Rotwein (Chianti)	7,3	7,3



- [Rotwein Rebsorten »](#)
- [Weißwein Rebsorten »](#)
- [Weinsäure](#)
- [Sulfite im Wein](#)

Weinsäure

Selbst für den Laien ist schnell erschmeckbar, ob ein Wein eher säuerlich oder süß schmeckt. Säure im Wein ist Kaufkriterium vieler Konsumenten: dabei wissen die meisten nicht, dass ein hoher Weinsäure-Gehalt nicht gleich ein schlechtes Zeichen ist. Die Säure im Wein, die aus vielen unterschiedlichen Säuren besteht, ist wichtig, um Geschmack und Farbe des Weins zu erzeugen – entscheidend ist eine ausgewogene Süße-Säure-Struktur. Gute Winzer und Kellermeister wissen, wie man mit einem hohen Säuregehalt umgeht. Denn maßgeblich entscheidend für den Säuregehalt im Wein ist das Wetter. Als Faustregel kann man sich merken: je wärmer die Anbauregion, desto säureärmer ist der Wein. Ob man Säure im Wein verträgt, hängt meist nicht so sehr vom eigenen Magen ab, sondern den begleitenden Mahlzeiten: Fett und Alkohol sind hier das größere Problem.



Beim Weingenuß macht sauer auch lustig. Die richtige Balance bestimmt dabei den Geschmack.

Weinsäure: ist das alles?

Weinsäure alleine lässt den Wein nicht säuerlich erscheinen: ebenso wichtig sind Apfelsäure und Citronensäure. Diese drei Säuren sind als nichtflüchtige Säuren im Wein enthalten. Daneben kommen aber auch noch eine Menge anderer flüchtiger Säuren im Wein vor, die etwa bei der Gärung oder im Reifeprozess entstehen. [Mehr zu den Säuren im Wein können Sie hier erfahren.](#)

Die verschiedenen Säuren im Wein werden vom Konsumenten oft als frisch wahrgenommen, daneben ist das Verhältnis von Apfel- und Weinsäure aber auch bestimmend für den gesamten Geschmack des Weins. Wichtig ist ein

ausgewogenes Verhältnis von Süße zu Säure. Insgesamt sind reifere Trauben reicher an Zucker und die konservierenden Säuren werden abgebaut bzw. nicht mehr neu produziert. Wir alle kennen den Geschmack von unreifen Früchten: säurelastig und bitter. Deswegen wartet der Winzer bis die Trauben reif genug sind und genügend Zucker die Weinsäure in Schach hält.

Welcher Säuregehalt ist der Beste?

Nicht selten hört man von Freunden oder Bekannten, sie würden keinen säurelastigen Wein vertragen. **Da unser Magen aber selber Säure zum Verdauen produziert, ist das meist so losgelöst nicht unbedingt der Grund. Eher die Verbindung von Alkohol mit sehr fettigen Speisen macht dem Magen zu schaffen.** Saures Aufstoßen oder auch Magen-Darm-Beschwerden können die Folgen sein. Deshalb gibt es keine Faustregel, welcher Säuregehalt der beste ist.

Eher lässt sich feststellen, dass Weine mit niedrigem Säureanteil als langweilig und eindimensional wahrgenommen werden. Unabhängig von der Farbe liegt der Säuregehalt in Weinen meist zwischen 4,5 und 6,7 Gramm pro Liter. Wenig Säure ist dabei alles unter 5 Gramm und von einem säurestarken Wein spricht man ab 7,5 Gramm. Außerdem muss man hierbei bedenken, dass diese reine Grammzahl nichts über den wahren Geschmack aussagt, denn ein guter Kellermeister versteht es, den hohen Säuregehalt durch entsprechende Süße auszugleichen. [Mehr dazu, wie Säure im Wein ausgeglichen oder abgebaut wird finden Sie hier.](#)

Umgekehrt lässt sich übrigens auch sagen, dass zu viel Süße einem Wein nicht gut tut und mit Säure ausbalanciert werden muss.

Foto: majcot / shutterstock.com

[Impressum](#) — Copyright © 2016 — [weinlexikon24.de](http://www.weinlexikon24.de) — Aktuelle Seite: "Weinsäure: Das sagt der Säuregehalt im Wein aus"

<http://www.weinlexikon24.de/weinsaeure/> (Dziki)



START NACHRICHTEN ANALYTIK QUALITÄTSMANAGEMENT ÜBER UNS STELLENANGEBOTE

KONTAKT

Gesamtsäure

Methode	Potentiometrie
----------------	----------------

Nachweisgrenze	0,1 g/l
-----------------------	---------

Natürliches Vorkommen	4 g/l bis 8 g/l, Abhängigkeit vom Weintyp
------------------------------	---

Grund der Analyse	Kontrolle des Extraktes und Körpers des Weines/td>
--------------------------	--

Verfälschung	unerlaubte Zugabe von Säuren, Grenzwertkontrolle
---------------------	--

Wenn in Weinanalysen von Säure die Rede ist, spricht man von der titrierbaren Gesamtsäure, der Summe aller titrierbaren Säuren auf den Neutralpunkt pH 7 titriert. Die Gesamtsäure wird in Deutschland in g Weinsäure je Liter berechnet angegeben. Die Berechnung der titrierbaren Gesamtsäure ist nicht in allen Ländern gleich! Während in Deutschland die Gesamtsäure als Weinsäure berechnet wird, gibt man in Frankreich die Säure in g/l Schwefelsäure an. Der Umrechnungsfaktor zwischen beiden Werten liegt bei 1,53. Wenn ein Wein nach deutscher Methode eine Säure von 6 g/l aufweist, so ergibt sich nach der französischen Methode für den gleichen Wein ein Wert von 3,9 g/l (= 6 g/l

Kategorien

Ausstattung (9)

Nachrichten (8)

Parameter (86)

Slider (3)

Letzte Beiträge

Ausbildung erfolgreich!

Umfirmierung im Januar 2016

Institut geschlossen / Institute closed

Akkreditierung 2015

Außenaufnahme mit Multicopter

geteilt durch 1,53).

Der durch Titration ermittelte Wert entspricht auch nicht der als Summe der einzelnen Säuren berechneten Gesamtsäure. Ebenso wenig korreliert die titrierbare Gesamtsäure mit dem pH-Wert des Weins. Der durch Kalium, Magnesium oder Calcium gepufferte Teil der Säuren wird weder durch Titration noch sensorisch erfasst. Bei der Bestimmung der Gesamtsäure durch Chromatographie wird dagegen die Konzentration aller Säuren unabhängig vom Ausmaß der Pufferung gemessen. Sowohl die mit dem Chromatographen ermittelte Gesamtsäure als auch der pH-Wert sind damit ein deutlich schlechteres Maß für die Säurewahrnehmung als die titrierbare Gesamtsäure. Weinsäure und Citronensäure senken den pH-Wert beispielsweise deutlich stärker als Äpfelsäure, Milchsäure oder auch Bernsteinsäure.

Sensorisch spielt die Gesamtsäure eine große Rolle. Sie verleiht dem Wein Struktur und im Idealfall einen frischen, meist fruchtigen Geschmackseindruck. Verstärkt wird dieser Eindruck durch ein leichtes Prickeln auf der Zunge. Weine mit zu niedrigem Säureanteil werden meist als fiach und uninteressant empfunden.

By michaelheidger | 17. Dezember 2013 | Parameter |

← Glukose

zuckerfreier Extrakt →

english
français

italiano
español

Search

Copyright © 2016 Institut Heidger KG

<http://www.institut-heidger.de/gesamtsaeure/> (Heidger)



START NACHRICHTEN ANALYTIK QUALITÄTSMANAGEMENT ÜBER UNS STELLENANGEBOTE

KONTAKT

Gesamtsäure (Wein)

Wenn in Weinanalysen von Säure die Rede ist, spricht man von der titrierbaren Gesamtsäure. Der durch Titration ermittelte Wert entspricht jedoch nicht der als Summe der einzelnen Säuren berechneten Gesamtsäure. Ebenso wenig korreliert die titrierbare Gesamtsäure mit dem pH-Wert des Weins. Der durch Kalium, Magnesium oder Calcium gepufferte Teil der Säuren wird weder durch Titration noch sensorisch erfasst. Bei der Bestimmung der Gesamtsäure durch Chromatographie wird dagegen die Konzentration aller Säuren unabhängig vom Ausmaß der Pufferung gemessen. Sowohl die mit dem Chromatographen ermittelte Gesamtsäure als auch der pH-Wert sind damit ein deutlich

schlechteres Maß für die Säurewahrnehmung als die titrierbare Gesamtsäure. Weinsäure und Citronensäure senken den pH-Wert beispielsweise deutlich stärker als Äpfelsäure, Milchsäure oder auch Bernsteinsäure.

Die Berechnung der titrierbaren Gesamtsäure ist nicht in allen Ländern gleich! Während in Deutschland die Gesamtsäure als Weinsäure berechnet wird, gibt man in Frankreich die Säure in g/l Schwefelsäure an. Der Umrechnungsfaktor zwischen beiden Werten liegt bei 1,53. Wenn ein Wein nach deutscher Methode eine Säure von 6 g/l aufweist, so ergibt sich nach der französischen Methode für den gleichen Wein ein Wert von 3,9 g/l ($= 6 \text{ g/l} \text{ geteilt durch } 1,53$).

Im Gegensatz zu den nichtflüchtigen Säuren verdampfen die flüchtigen im Wein bei einer Destillation bzw. verflüchtigen sich im Laufe der Zeit. Die im Wein enthaltenen flüchtigen Säuren sind zum Großteil Essigsäure mit ihren chemischen Verbindungen, sowie Ameisensäure, Bernsteinsäure, Buttersäure und Propionsäure. Die leicht beobachtbar flüchtige Kohlensäure wird beim Wein nicht zur Gruppe der flüchtigen Säuren gerechnet.

Die wichtigsten drei nichtflüchtigen Säuren sind Weinsäure, Äpfelsäure und Zitronensäure, die etwa zwei Drittel ausmachen. In geringeren Mengen vorhanden sind Milchsäure, Galacturonsäure, Gluconsäure, Glucuronsäure,

Kategorien

Ausstattung (9)
Nachrichten (8)
Parameter (86)
Slider (3)

Letzte Beiträge

Ausbildung erfolgreich!

Umfirmierung im Januar 2016

Institut geschlossen / Institute closed

Akkreditierung 2015

Außenaufnahme mit Multicopter

Archive

Januar 2016
Dezember 2015
November 2015
Januar 2015
Februar 2014
Januar 2014
Dezember 2013

Glykolsäure, Oxalsäure und Schleimsäure sowie eine Vielzahl anderer Säuren, die nur in Spuren im Wein vorhanden sind.

Sensorisch spielt die Gesamtsäure eine große Rolle. Sie verleiht dem Wein Struktur und im Idealfall einen frischen, meist fruchtigen Geschmackseindruck. Verstärkt wird dieser Eindruck durch ein leichtes Prickeln auf der Zunge. Weine mit zu niedrigem Säureanteil werden meist als fisch und uninteressant empfunden.

By michaelheidger | 17. Dezember 2013 | Parameter |

← Farbpunkte

Schwefeldioxid (SO₂) →

english
français

italiano
español

Search

Copyright © 2016 Institut Heidger KG

<http://www.institut-heidger.de/gesamtsaeure-wein/> (Heidger)

Die Aussagekraft der Gesamtsäure im Most und im Wein

Philipp Plattner, Versuchszentrum Laimburg

In den Traubenbeeren wird ab dem phänologischen Stadium der „grünen Beeren“ (nach Eichhorn & Lorenz) eine Vielzahl verschiedener Säuren gebildet. Dies geschieht durch Wirken spezifischer Enzyme und erfolgt gleichermaßen bei belichteten Beeren als auch im Schatten. Erst ab dem Stadium „Weichwerden der Beeren“ (nach Eichhorn & Lorenz) nehmen die Säuren in ihrer Menge und Konzentration wieder ab¹.

Die Säureabnahme wird im Unterschied zur Säurebildung von verschiedenen an die Temperatur gebundenen Faktoren verstärkt, wie es in der folgenden Tabelle vereinfacht dargestellt ist:

Einflussgrößen	Niedrige Säure	Höhere Säure
Klima	Warm	Kalt und feucht
Ausrichtung der Anlage	Süd	Nord
Rebsorte	Früh	Spät
Traubenexposition	Frei	Verdeckt

In der Praxis spielen von allen während der Reife gebildeten Säuren die Weinsäure und die Apfelsäure die wichtigste Rolle. Sie dienen einerseits zur Bestimmung des geeigneten Erntetermins und andererseits zur Anwendung der passenden Maßnahmen im Keller, die für die Herstellung eines bestimmten Weintyps erforderlich sind (Ansäuerung, biologischer Säureabbau). Die Säurezusammensetzung und der pH-Wert im Wein werden nämlich davon abhängen und sich vor allem auf folgende Eigenschaften auswirken:

- Säureempfinden in organoleptischer Hinsicht
- Mikrobiologische Stabilität
- Auftreten und Auswirkung des biologischen Säureabbaus
- Löslichkeit von Kaliumbitartrat und Kalziumtartrat
- Bildung und Hydrolyse von Estern
- Ionisierung der verschiedenen Moleküle und Reaktionsfähigkeit

- Polymerisationsrate von Farbpigmenten einzelnen Säurewerte. Die einzelnen Säurewerte werden nämlich nicht durch Titration mit einer Lauge, sondern mittels chromatographischer Methoden und im Wein genau zu kennen. Zu diesem Zweck wird aber oft nur die sog. „Gesamtsäure“ gemessen, ohne den Anteil der wichtigsten organischen Säuren (Weinsäure und Apfelsäure) zu betrachten und den pH-Wert zu bestimmen.

Was sagt die gesamte titrierbare Säure aus?

Der pH-Wert ist ein Maß für den sauren (oder basischen) Charakter einer Lösung auf einer Skala von 0 bis 14. Unabhängig davon, welche Säure oder Base den entsprechenden Charakter der Lösung bewirkt, ist der pH-Wert eine dimensionslose Zahl, wobei gilt:

pH-Wert	Wässrige Lösung
pH = 1 bis 7	Lösung ist sauer
pH = 7	Lösung ist neutral
pH = 7 bis 14	Lösung ist basisch

Sowohl der Most als auch der Wein sind aufgrund ihrer Vielzahl an organischen Säuren sauer und haben in Südtirol meist einen pH-Wert zwischen 3,20 und 4,00.

Was ist die Gesamtsäure?

Die organischen Säuren sind chemische Verbindungen, die in Lösungen eine Gleichgewichtsreaktion eingehen, indem sie H^+ -Ionen an die Lösung abgeben und diese somit „sauer“ werden lassen. Bei der Bestimmung der Gesamtsäure werden die abgegebenen H^+ -Ionen mit einer Lauge bis zum Erreichen des pH-Werts = 7 (entspricht der Neutralität) titriert und durch Umrechnung der dafür verwendeten Menge an Lauge, bestimmt. Der sich auf diese Weise ergebende Säurewert wird umgangssprachlich als „Gesamtsäure“ bezeichnet, ist in Wahrheit aber nur die „gesamte titrierbare Säure“ - ausgedrückt in g/l Weinsäure - bis die Lösung neutral (pH=7) ist. Dabei gilt es zu wissen, dass die Säuren im Most und im Wein anstelle der H^+ -Ionen auch andere Kationen (K^+ , Na^+) an sich binden, die nicht an die wässrige Lösung abgegeben werden und deshalb nicht durch Titration erfasst werden können. Aus diesem Grund ist bei den

Der Wert der „gesamten titrierbaren Säure“, den man umgangssprachlich als „Gesamtsäure“ bezeichnet, ist leider nur ein schwacher Indikator für den Inhalt an organischen Säuren. Versuchsergebnisse in Davis (R. Boulton) haben gezeigt, dass der Wert der „gesamten titrierbaren Säure“ im Most im Schnitt 68% der gesamten organischen Säuren ausmacht und im Wein durchschnittlich 74%. Der Wert der „gesamten titrierbaren Säure“ gibt zudem keinen Aufschluss über die Stabilität der Säuren im Most oder im Wein. Es lässt sich nicht abschätzen, wie stark verschiedene Säuren in der alkoholischen oder malolaktischen Gärung zu neuen Säuren umgebaut werden oder durch Versalzung mit Kalium oder Kalzium als Weinstein ausfallen. Nichtsdestotrotz wird die „gesamte titrierbare Säure“ als wichtiger Indikator zur Entscheidungsfindung der gewünschten Reife und zur Säureeinstellung bei fertigen Weinen verwendet. Mit Recht, wenn der Wert als Vergleichswert gehandhabt wird und in Hinblick des eigenen organoleptischen Säureempfinden interpretiert wird. Zu Unrecht, wenn aus dem Wert auf das chemische, enzymatische oder mikrobiologische Verhalten im Wein geschlossen wird, weil die Aussagekraft dafür zu schwach ist.

Der aufmerksame Kellermeister betrachtet zur Steuerung seiner kellertechnischen Maßnahmen nicht allein den Wert der „gesamten titrierbaren Säure“, sondern seine Zusammensetzung mit den wichtigsten organischen Säuren, der Weinsäure und der Apfelsäure. Zudem interpretiert er die „gesamte titrierbare Säure“ nur in Anbetracht des pH-Wertes und der Konzentration an Kationen - von denen das Kalium das wichtigste ist.

philipp.plattner@provinz.bz.it

¹ Durch Verdünnung - Beerenwachstum - und Verbrennung - Bildung von Zuckern und Aminosäuren.

Analyseergebnissen der Wert der „gesamten titrierbaren Säure“ kleiner als die Summe der

L(+)-Weinsäure $C_4H_6O_6$

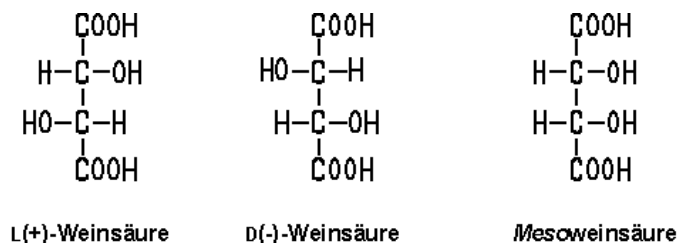
	$ \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{COOH} \end{array} $ Weißes, kristallines Pulver Vorkommen Pflanzen, Früchte, Trauben	Molmasse 150,087 g/mol AGW keine Angaben Dichte 1,7598 g/cm³ Schmelzpunkt ca. +170 °C Wasserlöslichkeit Konz. bei 20 °C 1390 g/l (sauer) Flammpunkt +210 °C Zündpunkt +425 °C
Piktogramme GHS 07 Achtung	Gefahrenklassen + Kategorie Schwere Augenschäd./-reizung 2	HP-Sätze (siehe auch Hinweis) H 319 P 280.3, 305+351+338, 337+313 Entsorgung G 3
Etikett drucken	Dt. Bezeichnung Synonyme (deutsch)	Engl. Bezeichnung Synonyme (engl.)
CAS 87-69-4	L(+)-Weinsäure 2,3-Dihydroxybutandisäure 2,3-Dihydroxybernsteinsäure Threarsäure	L-Tartaric acid 2,3-Dihydroxybutanedioic acid 2,3-Dihydroxysuccinic acid Racemic acid

Eigenschaften

L(+)-Weinsäure bildet farblose Kristalle nach dem [monoklinen Kristallsystem](#). Das im Handel erhältliche kristalline Pulver erscheint weiß, es schmeckt stark sauer. Die Kristalle lösen sich sehr gut im Wasser. Sie sind auch in vielen Alkoholen gut löslich.



Weinsäure ist eine relativ starke organische Säure. In der Natur kommt überwiegend die L(+)-Weinsäure vor. Es existieren drei Enantiomere mit [Spiegelbild-Isomerie](#):



Das Gemisch aus L(+)-Weinsäure und D(-)-Weinsäure wird als Traubensäure bezeichnet und ist ein Racemat. Es kommt wie die Mesoweinsäure in der Natur nicht vor, kann aber künstlich hergestellt werden



Beim vorsichtigen Erhitzen von L(+)-Weinsäure bilden sich Anhydride. Bei weiterem Erhitzen tritt unter Karamelgeruch Verkohlung ein. Die Salze der Weinsäure werden Tartrate genannt. Ist nur ein Wasserstoff-Atom einer Carboxy-Gruppe durch ein Metall-Atom ersetzt, handelt es sich um Hydrogentartrate. Kaliumnatriumtartrat wird als Zusatzstoff in Lebensmitteln eingesetzt und ist Bestandteil der Fehlingschen Lösung. Kaliumhydrogentartrat wird im Backpulver verwendet. Weinstein ist ein Gemisch aus Kaliumhydrogentartrat und Calciumtartrat. Bei der Lagerung von Wein oder Traubensaft kann sich am Boden einer Fasses oder einer Flasche Weinstein bilden

Herstellung

Zur Gewinnung von Weinsäure wird Kaliumhydrogentartrat mit Calciumhydroxid zu Calciumtartrat umgewandelt. Bei der Zugabe von Schwefelsäure erhält man dann die Weinsäure. Ein ähnliches Verfahren wandte der schwedische Chemiker Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) bei seiner Entdeckung der Weinsäure schon im Jahr 1770 an. Weinstein kann aus dem Saft von Weintrauben gewonnen werden. Er scheidet sich an den Wänden von Weinfässern ab.

Verwendung

Weinsäure ist als Lebensmittelzusatzstoff E334 zugelassen, sie wird als Komplexbildner, Säuerungsmittel



und Säureregulator verwendet. Sie dient auch zur Zubereitung von Speiseeis, Backpulver, Brausepulver, Kunsthonig, Limonaden und zur Säuerung von Wein. Weinsäure eignet sich als schonender Entkalker für Kaffeemaschinen. Die Textilindustrie benötigt sie als Reduktionsmittel beim Färben und Drucken.

http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_weins.htm

(Seilnacht)

6.0 Weitere Materialien

zur Veranschaulichung des Themas

eine Schematische Darstellung einer Säure-Base-Reaktion...dient zur Anschaulichkeit der auf Seite 9 erwähnten Säure-Base-Reaktion

Säurereaktion			S_1	$\rightleftharpoons$	B_1	+	H^+
Basenreaktion	H^+	+	B_2	$\rightleftharpoons$	S_2		
	S_1	+	B_2	$\rightleftharpoons$	S_2	+	B_1
	<i>nur schematische Darstellung</i> ³⁵						

S_1 und B_1 , sowie B_2 und S_2
bilden korrespondierende Paare.

³⁵Tabelle: Jander& Jahr (2003):„Maßanalyse“, S.70

2.3.3 Umrechnung g/l

Diese Rechnung dient nur zur weiteren Veranschaulichung der Ergebnisse, da sie für die eigentliche Arbeit nicht von so hoher Relevanz ist, weil man durch die Errechnung der Gesamtsäurekonzentration bereits verhältnismäßig bestimmen kann welcher Wein am meisten bzw. am wenigsten Säure enthält. Da dies allerdings ein offizieller Wert ist, der bei Weinanalysen angegeben wird, finde ich es interessant diesen errechnen und angeben zu können.

Nun wird der Gesamtsäurewert in Deutschland in g/l als Weinsäure angegeben. Ziel in der Rechnung ist es zu bestimmen, wie viel Weinsäure in Gramm in einem Liter des Weins vorkommt. Dazu muss beachtet werden, dass man jeweils ein unterschiedliches Volumen an Natronlauge benötigt, um die Weinsäure zu neutralisieren. Aus der Rechnung wird sich ein Wert ergeben, den man mit dem verbrauchten Volumen an Lauge multiplizieren muss um den Säurewert herauszubekommen. Dieser Wert ist abhängig des eingesetzten Probevolumens.

Die Berechnung erfolgt durch folgende Formel:

$$m(\text{Säure}) : M(\text{Säure}) = c(\text{Base}) \cdot V(\text{Base})$$

$$m(\text{Säure}) : M(\text{Säure}) = n(\text{Base})$$

umgestellt nach m:
$$m(\text{Säure}) = n(\text{Base}) \cdot M(\text{Säure})$$

n ist die Stoffmenge eines Stoffes und gibt die Teilchenanzahl in Mol an (mol)

M ist die molare Masse eines Stoffs und wird in Gramm pro Mol angegeben(g/mol)

m ist die Masse in Gramm (g) eines Stoffs

Um die Stoffmenge der Natronlauge zu bestimmen betrachtet man ihre Konzentration, die $\frac{1}{10} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ beträgt, was bezogen auf ml $\frac{1}{10000} \frac{\text{mol}}{\text{ml}}$ entspricht. Hieraus ergibt sich, dass sich in 1ml der Natronlauge $\frac{1}{10000}$ mol befinden.

Die molare Masse der Weinsäure beträgt 150 g/mol. Eingesetzt in die Formel erhält man dann die Masse in g der Weinsäure, welche durch 2 dividiert werden muss (bzw. mit $\frac{1}{2}$ multipliziert), da die Weinsäure eine 2-protonige Säure ist.

$m(\text{Weinsäure}) = 150 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{1}{10000} \frac{\text{mol}}{\text{ml}} = \frac{3}{200} \text{ g}^*$ * mol kürzt sich weg und es bleibt Gramm übrig	$\frac{3}{200} \text{ g} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{400} \text{ g} = 0,0075 \text{ g}$
---	--

1 ml der Natronlauge neutralisieren in 10 ml ($=\frac{1}{100}$ l) Wein 0,0075g der Weinsäure. Um auf die Masse der Weinsäure in einem Liter zu kommen multipliziert man das Ergebnis 0,0075g mit 100, woraus sich schließlich ergibt, dass 1 ml der Natronlauge 0,75g an Weinsäure in 1 l neutralisieren.³⁶ Nun muss man das Volumen der verbrauchten Natronlauge mit dem Wert 0,75 multiplizieren³⁷, da man so erfährt wie viel Gramm der Weinsäure von der Natronlauge in 1l neutralisiert wird. „Der [sich daraus ergebende] Wert entspricht der titrierbaren Gesamtsäure ausgedrückt in Gramm Weinsäure pro Liter“ (Bill & Oetli, 2000).

Deutscher Wein	$9,06 \text{ ml} \cdot 0,75 = 6,795 \text{ g/l}$
Italienisch	$7 \text{ ml} \cdot 0,75 = 5,25 \text{ g/l}$
Australisch	$7,56 \text{ ml} \cdot 0,75 = 5,67 \text{ g/l}$

Man erkennt, dass sich die Reihenfolge, welcher Wein wie viel Säure enthält mit der Reihenfolge der Versuchsauswertung mit der Gesamtsäurekonzentration deckt.

³⁶ Vgl. Universität Jena, Chemiedidaktik: „Bestimmung der titrierbaren Gesamtsäure im Wein“, Anh. S.22

³⁷ Vgl. Bill & Oetli (2000): „Die Bestimmung der titrierbaren Gesamtsäure im Wein“

7.0 Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die Facharbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literatur- und Quellenverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Hagen, 31.03.2016 
Ort/Datum/Unterschrift