

Arbeitsberichte der ÜK Projektarbeiten von Lehrberuf Laborant EFZ Fachrichtung Chemie

Einleitung

Die Laboranten der Fachrichtung Chemie des 2. Lehrjahres erhielten im Rahmen des überbetrieblichen Kurses von der Berufsschule Aarau einen Projektauftrag. Die praktischen Arbeiten für das Projekt konnten wir im PSI eigenen Lehlabor durchführen. Hier stellen wir Ihnen diese Arbeit vor. Wir, die Chemielaboranten des 2. Lehrjahres, sind Lucy, Davide und Silvan. Davide setzte sich mit der Frage auseinander wie viel Zucker sich in Süssgetränken befindet. Die Arbeit von Lucy befasste sich mit der Eisenbestimmung in Tee und Silvan überprüfte ob die Alkoholangabe auf der Weinflasche auch korrekt ist. Nach einer Planung und einer Methodenermittlung fingen wir sogleich mit der praktischen Umsetzung an. Im Folgenden werden die drei Arbeiten von uns genauer erläutert.

Bestimmung von Eisen in Tee (Lucy)

Wie man am Titel schon unschwer erkennen kann, war es meine Aufgabe, den Eisengehalt in drei verschiedenen Teesorten zu bestimmen.

Wenn man jetzt an Tee denkt, kommt vermutlich nur den Wenigsten Eisen in den Sinn und so eine Bestimmung wirkt vermutlich abstrus, aber in vielen Lebensmitteln sind verschiedene Mineralien und auch Metalle vorhanden und darunter befindet sich auch Eisen. Das Eisen und Metalle allgemein liegen aber nicht so vor, wie wir es uns normalerweise wie mit einem Eisennagel vorstellen, sondern die Metalle sind ionisch. Das heisst, jedes einzelne Metall Atom ist positiv geladen und hat somit ganz andere Eigenschaften, als der oben erwähnte Eisennagel. In dieser Form liegt auch das Eisen in unserem Blut vor (Hämoglobin) und ist keineswegs schädlich. Diese Metalle und Mineralien sind nur in ganz kleinen Spuren in Lebensmitteln enthalten aber unser Körper braucht sie, z.B. für die Knochen und auch für den Stoffwechsel. Ich denke, jeder kennt die Geschichte von Popeye, welcher seinen Spinat isst und plötzlich übermenschliche Kräfte erhält, da auch dem Spinat nachgesagt wird, dass er viel Eisen enthält.



Popeye mit Spinat

Kommen wir aber wieder zurück zum Tee: Für mein Projekt musste ich mir zwei grundlegende Fragen stellen, um auf gute und richtige Ergebnisse zu kommen.

1. Wie komme ich von handelsüblichem Tee nur zum darin enthaltenen Eisen?
2. Wie weise ich das Eisen nach?

Die erste Frage konnte ich zum Glück recht schnell beantworten. Eisen sowie allgemein Metalle und Salze, haben einen sehr hohen *Schmelz-/Zersetzungspunkt*, damit ist gemeint, dass sich ein fester Stoff bei einer gewissen Temperatur zersetzt (also kaputt geht) oder er einfach schmilzt. So etwas sieht man zum Beispiel, wenn Eis wieder zu Wasser schmilzt (schmelzen), oder wenn man ein Feuer macht und aus dem Holz Asche wird (zersetzen).

Das habe ich nun genutzt und die Teeproben in Porzellantiegel in einen sogenannten *Muffelofen* gestellt. Dieser Ofen kommt auf sehr hohe Temperaturen (bis zu 900°C) und so konnte ich problemlos selbst auf die höchsten Temperaturen heizen. Mit dem Tee passierte nun das gleiche wie mit dem Holz bei einem Feuer. Der Tee ist wie das Holz aus pflanzlichem Material und dieses wird sogar ohne eine Flamme bei sehr hohen Temperaturen zu Asche, deshalb nennt man diesen speziellen Vorgang auch: *veraschen*. Was in den Tiegel nun übrig war, ist das gewünschte Eisen.



Der Muffelofen mit den Teeproben

Da nun alle „störenden“ Stoffe beseitigt waren, konnte nun die zweite Frage bewältigt werden: Wie weise ich das Eisen nach?

Dank etwas Recherche und einigen Büchern aus unserem Labor, habe ich herausgefunden, dass es eine spezielle Chemikalie (1,10-Phenatrolin) gibt, welche zusammen mit Eisen im gelösten Zustand eine orangefarbene Lösung bildet. Dank dieser Chemikalie konnte ich nun zeigen, dass überhaupt Eisen vorhanden war (weil sich die Flüssigkeit orange färbte) und auch anhand der Intensität der Farbe, konnte ich nachweisen, dass umso stärker orange die Flüssigkeit war, desto mehr Eisen der Tee enthält.



Gelöste Proben vor der Zugabe von 1,10-Phenatrolin



Gelöste Proben nach der Zugabe von 1,10-Phenatrolin

Für die effektive Bestimmung habe ich in meinem Projekt die Teesorten: Fenchel Tee, Schwarztee und Mate Tee verwendet. Die Resultate sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.

Teesorten	µg/g Eisen in Tee
Fenchel Tee	40.8
Schwarztee	33.9
Mate Tee	49.6



Fenchel Tee



Schwarztee



Mate Tee

Zuckergehalt Bestimmung (Davide)

Bei der Zuckerbestimmung wurden fünf Getränke zur Bestimmung ausgewählt: Fanta, Sprite, Eistee, Powerade und Coca Cola. Zuerst habe ich recherchiert und überlegt, wie man Zucker im Labor überhaupt bestimmen kann. Dabei wurden drei Methoden ausgewählt um den Zucker zu bestimmen. Zwei davon werde ich ihnen nun genauer erläutern. Bevor ich mit der Bestimmung beginnen konnte, musste ich bei einigen Getränken noch die Kohlensäure mittels eines Ultraschallbades austreiben. Die erste Methode war eine Bestimmung mittels eines Refraktometers. Dieses macht sich die Brechung des Lichtes zu nutzen um den konzentrationsspezifischen Brechungsindex zu ermitteln. Auch Winzer verwenden ein ähnliches Prinzip um den Zuckergehalt in Trauben zu bestimmen (Öchslemeter).

Beide Methoden basieren auf der Brechung des weissen Lichtes, der einzige Unterschied besteht in der Genauigkeit: Das Refraktometer im Labor ist um einiges genauer als das Öchslemeter. Zur Bestimmung braucht man bloss einen Tropfen der zu bestimmenden Flüssigkeit auf eine durchsichtige Scheibe zu geben und kann dann ganz einfach den Brechungsindex ablesen. Um nun jedoch auf die Zuckerkonzentration zu schliessen, muss man nicht bloss das Getränk messen, sondern man



Öchslemeter

benötigt auch Lösungen, deren Konzentration man kennt. Diese nennt man Kalibrierlösungen. Die Konzentrationen werden in regelmässigen Abständen um die Konzentration der Prüflösung gewählt. Ich habe folgende Zuckerkonzentrationen gewählt: 1g, 2g, 4g, 6g, 8g, 10g und 12g, jeweils auf 100ml. Die Lösungen habe ich mit Haushaltszucker (Saccharose) und Wasser hergestellt. Als man die Kalibrierlösungen gemessen hatte erstellte man mittels Excel eine Kalibriergerade und konnte damit schliesslich auf die Zuckerkonzentrationen in den Getränken schliessen. Je mehr Zucker in einer Lösung, desto höher der Brechungsindex.

Die zweite Methode zur Zuckerbestimmung war die Dichtebestimmung, da man weiss, je mehr Zucker in Wasser gelöst ist, desto höher die Dichte der Lösung. Diese Regel kann man mit einem einfachen Versuch auch zu Hause testen indem man eine Büchse Coca Cola und eine Büchse Cola Light in ein Wasserbecken stellt. Was man nun feststellt ist, dass das normale Cola absinkt während das zuckerfreie an der Wasseroberfläche schwimmt. Dies liegt daran, dass die Dichte des zuckerhaltigen Cola, die des Wassers übertrifft, beim zuckerfreien Cola ist es genau umgekehrt.



Pyknometer

Auch hier wurden wieder Kalibrierlösungen mit bekannten Konzentrationen eingesetzt. Die Dichtebestimmung erfolgte mittels eines Pyknometers, einem Messgerät zur Bestimmung der Dichte. Zuerst wird das Volumen des Pyknometers, welches man verwendet, bestimmt. Dafür füllt man Wasser in das Pyknometer und temperiert dieses auf 20°C (die Dichte ist temperaturabhängig). Nun kann man mittels der Masse von Wasser auf das Volumen des Pyknometers schliessen. Dann kann man dasselbe mit der Prüflösung tun und mittels der Masse und des Volumens auf die Dichte der Lösung schliessen. Nun wird, wie bei

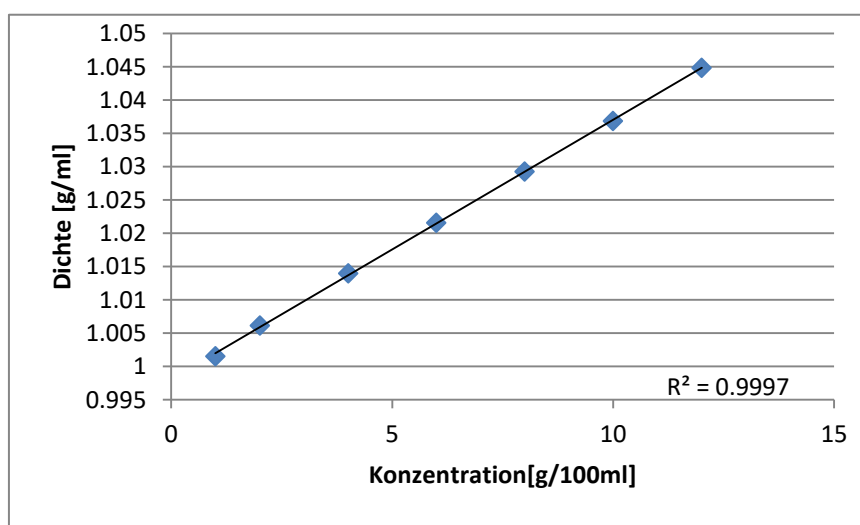
der 1. Methode, eine Kalibriergerade mit Excel erstellt, mit welcher man schlussendlich auf den Zuckergehalt schliessen kann.

Beide Methoden ergaben leicht konzentriertere Zuckerwerte: Im Fanta wies ich beispielsweise 10.4g statt 10.3g nach. Beim Sprite hatte ich jedoch viel mehr Zucker gefunden, ich fand 2.3g statt 1.9g Zucker, was einer Abweichung ca. 20% entspricht. Deshalb fing ich dann sogleich an die Inhaltsstoffe im Sprite genauer zu untersuchen. Wie sich durch einige Versuche herausstellte, hatte die darin enthaltene Zitronensäure einen Einfluss auf die Dichte, was die Abweichung erklärte. Dadurch, dass im Sprite so wenig Zucker drin ist, war der Wert relativ gesehen zu den anderen Getränken am stärksten abgewichen.

Das kann man sich ganz einfach erklären, wenn man sich die prozentualen Anteile von Zucker und Zitronensäure in den Süssgetränken ansieht: Zitronensäure wird bei allen Getränken etwa gleich viel zugegeben, ca. 250mg/100ml. Jedoch haben diese 250mg im Verhältnis zu dem geringen Zuckergehalt in Sprite von 2.0g/100ml einen viel grösseren Einfluss auf die Messung als im Verhältnis zu den 10.5g im Fanta. Deshalb wichen auch die Werte vom Sprite stärker von den Literaturwerten ab, als bei den anderen Getränken.

Getränk	Refraktometrie		Dichtebestimmung	
	Konzentration [g/100ml]	Abweichung in %	Konzentration[g/100ml]	Abweichung in %
Coca Cola	10,53	0,6	10,88	2,7
Sprite	2,33	22	2,41	27
Eistee	4,53	1,4	4,96	7,8
Fanta	10,47	1,6	-	-
Powerade	4,07	4,4	-	-

Resultate Zuckergehalt Süssgetränke; In Grün die Resultate der Refraktometrie, in Blau die Resultate der Dichtebestimmung



Kalibriergerade die über die Dichte der Lösungen erstellt wurde:

Blaue Punkte = Kalibrierlösungen

R^2 = Bestimmtheitsmass

Alkoholgehalt-Bestimmung von Wein (Silvan)

Mir wurde die Alkoholgehalt-Bestimmung im Wein zugeteilt. Dabei soll der Alkoholgehalt von einer Weinprobe bestimmt werden. Es handelt sich um einen Wein mit einem Ethanolgehalt von ca. 12vol%.

In einem Wein sind Wasser, Zucker, Säure, Phenole (Farbstoffe), Tannine (Gerbstoffe), Aromen (unter anderem verschiedene Ester), sowie Alkohole enthalten. Zu den Alkoholen gehören Ethanol, Methanol und höher wertige Alkohole wie Glycerin. Bei einer Gehaltsbestimmung von Alkohol im Wein ist umgangssprachlich die Gehaltsbestimmung von Ethanol gemeint. Alle diese Inhaltsstoffe (ausser Wasser und Ethanol) könnten die Messwerte verfälschen, weshalb man den Wein vor dem Messen zu einer Probe mittels Destillation vorbereiten sollte. Die Konzentrationsbestimmung wurde mittels zwei verschiedenen Methoden gemacht, wobei ich euch die Bestimmung mittels Gaschromatographie genauer erläutern werde, weil die zweite Methode mittels Dichtebestimmung gemacht wird, welche ähnlich wie die von Davide abläuft.

Die Gaschromatographie (GC) ist ein modernes Analyseverfahren für Substanzgemische. Um die einzelnen Komponenten zu analysieren, müssen sie zunächst getrennt werden. Dies geschieht, indem das Gemisch (einen kleinen Teil, ca. 1 μ L) verdampft und durch eine Glaskapillare (GC Säule) mit einer Länge von ca. 30 m geleitet wird. Die Glaskapillare ist innen speziell beschichtet, wodurch die verschiedenen Substanzen unterschiedlich lange an dieser Beschichtung festgehalten werden. Also kommen die verschiedenen Komponenten zu unterschiedlichen Zeiten aus der Säule. Die Trennung ist auch vom Siedepunkt abhängig. Die Substanzen kommen nun aufgetrennt aus der Säule und werden an einem Detektor gemessen, wobei dies auf einem Chromatogramm zu einem Berg (einem sogenannten Peak) führt. Auf diesem Chromatogramm bildet nun jede Substanz einen separaten Peak.



Gaschromatograph

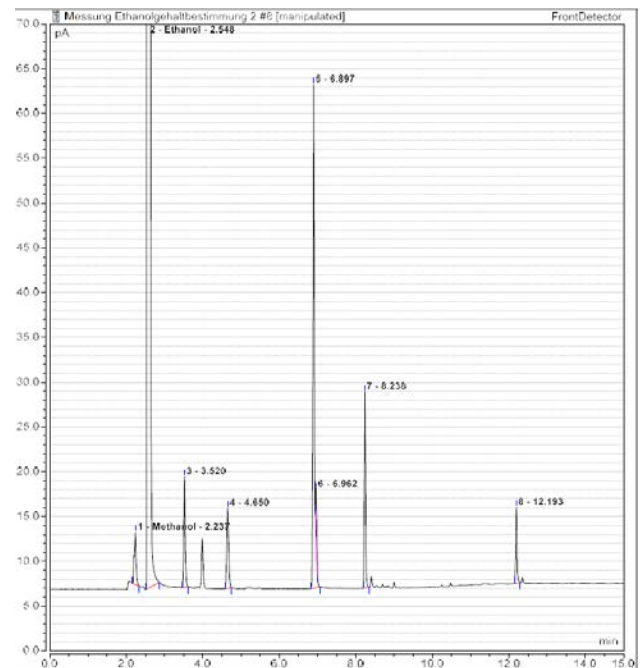
Zur Probenvorbereitung wurden 100 ml Wein mittels einer Destillationsapparatur destilliert. Da Ethanol den tieferen Siedepunkt als Wasser hat, wurde dieses als erstes destilliert. Da man den ganzen Alkohol destillieren will, habe ich vorher anhand der Volumenprozent Angabe von 12% die zu erwartende Alkoholmenge berechnet. Dadurch kann ich sicher gehen, dass alles Ethanol destilliert wurde. Nachdem alles Ethanol destilliert war, wurde dieses mit Wasser auf 100 ml verdünnt. Diese Lösung hat nun den gleichen Ethanolgehalt wie der Wein. Man macht diese



Destillationsapparatur

Proben-Vorbereitung, um unter anderem zu verhindern, dass Substanzen wie Zucker den Gaschromatographen beschädigen. Diese Probelösung wurde nun am GC gemessen.

Um der gemessenen Probelösung eine Konzentration zuweisen zu können, müssen Lösungen mit einer bekannten Konzentration hergestellt und auch mittels GC gemessen werden. Dabei führen hohe Konzentrationen zu einer proportional größeren Peakfläche. Mittels dieser bekannten Lösungen wurde nun eine Kalibriergerade erstellt. Die Fläche vom Ethanol Peak der Probelösung konnte nun mit den Flächen der Peaks mit bekannten Konzentrationen, also der Kalibriergerade, verglichen und somit bestimmt werden. Dabei kam heraus, dass der Wein einen Ethanol Gehalt von 11.99 Vol. % hat, was mit dem Wert auf der Weinflasche übereinstimmt (gerundet).



Chromatogramm mit Peaks von mehreren Komponenten