

De chemie van bier

Peer-reviewed author version

GUEDENS, Wanda & REYNDERS, Monique (2013) De chemie van bier. In:
VeLeWe Nieuwsbrief, 2013.

Handle: <http://hdl.handle.net/1942/14747>

De chemie van bier

Prof. dr. Wanda Guedens
Mevr. Monique Reynders



universiteit
▶▶ hasselt
KNOWLEDGE IN ACTION

VeLeWe
Congres leraars wetenschappen
17 november 2012

De chemie van bier

2

Inhoud

1. Protocol pH-meting van bier.....	3
2. Protocol bepaling alcoholgehalte in bier.....	4
Gefractioneerde destillatie versus gewone destillatie	4
Uitvoering gefractioneerde destillatie.....	4
VERSLAG Bepaling van het alcoholgehalte in bier	7
3. Protocol bepaling oxideerbare componenten door permanganometrie.....	8
A. Protocol bepaling oxideerbare componenten in bier	8
1. Benodigheden.....	8
2. Veiligheid	8
3. Procedure berekening concentratie van de oxideerbare componenten.....	9
B. Protocol bepaling oxideerbare componenten in bier, behalve tanine.....	9
1. Benodigheden.....	10
2. Veiligheid	10
3. Procedure berekening concentratie van de oxideerbare componenten.....	10
VERSLAG Bepaling van het tanninegehalte in bier met permanganometrie	11
Concentratie van de oxideerbare componenten in bier	11
Concentratie van de oxideerbare componenten in bier, behalve tannine	11
4. Een blaaspijpje maken	12
1. Benodigheden.....	12
2. Veiligheid	12
3. Procedure	13
VERSLAG het blaaspijpje	14
Referenties.....	15

De chemie van bier

3

Bierbrouwen is een kunst. Zou je het ook willen proberen dan kan je met een bierpakket (1) op een eenvoudige manier aan de slag. Dit kan een aanzet zijn om op een verantwoorde wijze met alcoholische dranken om te gaan in het secundair onderwijs. Als het bier dan klaar is om gedronken te worden, mag een chemische analyse niet ontbreken. Tijdens het practicum kunnen de deelnemers volgende tests (2,3) uitvoeren op zelf gebrouwen bier:

- bepaling van de zuurgraad van het bier
- bepaling van het alcoholgehalte in bier (kwalitatief en kwantitatief)
- bepaling van oxideerbare componenten in bier
- zelf een blaaspijpe maken

1. Protocol pH-meting van bier

1. Giet het bier een aantal malen om in een aantal bekervaten om te sterke schuimvorming te verhinderen (= gedeeltelijk ontgassen)
2. pipetteer 25 ml ontgast bier in een beker van 100 ml
3. plaats de pH-elektrode in de oplossing
4. meet de pH.

Benodigdheden

1. 2 bekervaten (500 ml)
2. pipet (25 ml)
3. beker (100 ml)
4. een pH-sensor + meettoestel
5. een flesje bier

De chemie van bier

4

2. Protocol bepaling alcoholgehalte in bier

Bier wordt eerst gedestilleerd en het destillaat wordt opgevangen. Uit de analyse van het destillaat wordt het alcoholgehalte bepaald a.h.v. een ijkcurve.

Gefractioneerde destillatie versus gewone destillatie

Een gefractioneerde destillatie wordt toegepast om twee of meer onderling oplosbare vloeistoffen met kookpunten, die weinig van elkaar verschillen, te scheiden. Bij het koken van een mengsel, zijn de uitgedreven dampen rijker aan het meest vluchtige bestanddeel; de resterende vloeistof wordt rijker aan het minder vluchtige bestanddeel. Het minst vluchtige bestanddeel blijft over = DESTILLATIEREST.

In de FRACTIONEERKOLOM condenseert de damp tot vloeistof die, door steeds aanstromende zwaardere dampen, opnieuw tot koken wordt gebracht.

Liggen de verschillende kookpunten ver genoeg van elkaar dan kan ook een gewone destillatieopstelling gebruikt worden. Dit is een destillatieopstelling zonder een fractioneerkolom.

Uitvoering gefractioneerde destillatie



1. elektrische verwarmingsmantel
2. kookkolf
3. fractioneerkolom
4. tussenstuk
5. thermometer
6. liebigkoeler
7. opvangstuk
8. opvangkolfje
9. statief
10. noot + klem
11. metalen ring
12. afvoer koelwater
13. aanvoer koelwater

De chemie van bier

5

1. Benodigheden

1. een gefractioneerde destillatieopstelling
2. kooksteentjes
3. indicatorpapier
4. maatcilinders of maatkolven (100 ml)
5. balans
6. millimeterpapier
7. 100 ml bier
8. 1 mol/l NaOH oplossing
9. absolute ethanol (100%)

2. Veiligheid

Draag een veiligheidsbril

3. Procedure

1. Pipetteer exact 100 ml bier in een kookkolf
2. voeg met een pipet druppelsgewijze ± 1 ml 1 mol/l NaOH oplossing toe tot de pH licht alkalisch is. Controleer met indicatorpapier; de pH ligt iets boven 7
3. voeg enkele kooksteentjes toe
4. maak een gefractioneerde destillatieopstelling
5. weeg nauwkeurig een lege, propere maatcilinder of -kolf (100 ml) + stop
6. plaats de gewogen maatcilinder of -kolf onderaan de liebigkoeler om het destillaat op te vangen
7. blijf verwarmen totdat de temperatuur gestegen is tot 100 °C en/of tot het volume van het mengsel in de kookkolf tot op de helft gedaald is.
De vloeistof in de maatcilinder of -kolf bevat nu de volledige hoeveelheid ethanol die in het bier aanwezig is
8. leng het destillaat aan met gedeïoniseerd water tot 100 ml
9. weeg nauwkeurig de maatcilinder of -kolf + stop + inhoud.

De chemie van bier

6

4. Berekening V/V % alcohol in bier

1. Berekening van de massadichtheid van het destillaat

$$\rho = \frac{m_{\text{gevulde maatkolf}} - m_{\text{lege maatkolf}}}{100 \text{ ml}}$$

$$[\rho] = \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

2. Opstellen van een ijkcurve en bepaling van de concentratie ethanol in bier

1. Begin met het nummeren van 5 maatcilinders of -kolven (100 ml) + stop
2. weeg nauwkeurig de 5 maatcilinders of -kolven van (100 ml) + stop
3. pipetteer in de eerste maatcilinder of -kolf exact 100 ml gedeïoniseerd water, in de tweede exact 2 ml ethanol met gekende massadichtheid, in de derde exact 4 ml ethanol, in de vierde exact 6 ml ethanol en in de vijfde exact 8 ml ethanol
4. leng de tweede t.e.m. de vijfde maatcilinder of -kolf aan met gedeïoniseerd water
5. weeg de vijf gevulde maatcilinders of -kolven
6. bereken de massadichtheid van de verschillende oplossingen in de 5 maatcilinders of -kolven
7. zet de resultaten uit in een (V/V% ethanol, ρ)-grafiek = ijkcurve
8. plaats de massadichtheid van het destillaat op de ijkcurve en je kent V/V% ethanol.

De chemie van bier

7

VERSLAG Bepaling van het alcoholgehalte in bier

Berekening massadichtheid van de ijkoplossingen

	0 V/V% alcohol	2 V/V% alcohol	4 V/V% alcohol	6 V/V% alcohol	8 V/V% alcohol
m(g) (V = 100 ml)					
ρ (g/ml)					

Voeg de ijkcurve toe!

Berekening massadichtheid van de onbekende = massadichtheid destillaat aangelengd tot 100 ml

$$V_{\text{onbekende}} = 100 \text{ ml}$$

$$m_{\text{onbekende}} = \dots\dots\dots$$

$$\rho_{\text{onbekende}} = \dots\dots\dots$$

Afgelezen V/V% onbekende op de ijkcurve:

De chemie van bier

8

3. Protocol bepaling oxideerbare componenten door permanganometrie

A. Protocol bepaling oxideerbare componenten in bier

Maak de opstelling driemaal!

1. Pipetteer 5 ml bier in een erlenmeyer van 300 ml
2. voeg 10 ml gedeïoniseerd water toe
3. plaats een trechter in de hals van de erlenmeyer en verwarm het geheel zachtjes op een verwarmplaat tot de oplossing gereduceerd is tot 5 à 10 ml

Opmerking: De oplossing is alcohol vrijgemaakt.

4. voeg nu ± 250 ml gedeïoniseerd water toe
5. pipetteer 2 ml indigokarmijn indicator in de oplossing. De oplossing wordt donkerblauw
6. titreer met $\pm 0,002$ mol/l KMnO_4 tot een goudgele kleur verschijnt.

Opmerking: Titreer tot de groene kleur en dan druppelsgewijs tot de gele kleur verschijnt.

7. Maak het gemiddelde van de drie titraties

1. Benodigdheden

1. een volpipet van 5 ml
2. een buret + statief + klem
3. een trechtertje
4. 3 erlenmeyers van 250 ml
5. gedeïoniseerd water
6. een trechter
7. een verwarmplaat
8. 3 x 5 ml bier
9. indigokarmijn indicator
10. $0,002$ mol/l gestandaardiseerde KMnO_4 -oplossing

2. Veiligheid

Draag een veiligheidsbril.

De chemie van bier

9

3. Procedure berekening concentratie van de oxideerbare componenten

We berekenen de concentratie van de oxideerbare componenten in bier ($n_A \cdot c_A$):

$$n_A c_A V_A = n_{KMnO_4} c_{KMnO_4} V_{KMnO_4}$$

of

$$n_A c_A = \frac{n_{KMnO_4} c_{KMnO_4} V_{KMnO_4}}{V_A}$$

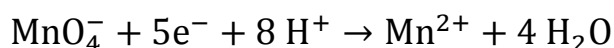
n_A = aantal mol elektronen afgegeven door 1 mol van de oxideerbare componenten

n_{KMnO_4} = aantal mol elektronen opgenomen door 1 mol $KMnO_4$

c_A, c_{KMnO_4} = concentratie van resp. reductor en oxidator in mol/l

V_A = 5 ml bier

V_{KMnO_4} = volume oxidator afgelezen op de buret



B. Protocol bepaling oxideerbare componenten in bier, behalve tanine

1. Pipetteer 40 ml bier in een erlenmeyer van 300 ml.
2. Voeg 2 g actieve kool toe.
3. Schud gedurende 15 min.
4. Filtreer de oplossing.

Maak de opstelling driemaal!
5. Pipetteer 5 ml van het filtraat in een erlenmeyer van 300 ml.
6. Voeg 10 ml gedeïoniseerd water toe.
7. Plaats een trechter in de hals van de erlenmeyer en verwarm het geheel zachtjes op een verwarmplaat tot de oplossing gereduceerd is tot 5 à 10 ml.
8. Opmerking: De oplossing is alcohol vrijgemaakt.
9. Voeg nu ± 250 ml gedeïoniseerd water toe.
10. Pipetteer 2 ml indigokarmijn indicator in de oplossing. De oplossing wordt donkerblauw.
11. Titreer met $\pm 0,002$ mol/l $KMnO_4$ tot een goudgele kleur verschijnt.
12. Opmerking: Titreer tot groene kleur en dan druppelsgewijs tot gele kleur verschijnt.
13. Maak het gemiddelde van de drie titraties.

De chemie van bier

10

1. Benodigheden

1. een maatcilinder van 50 ml
2. twee erlenmeyers van 250 ml
3. trechter
4. filtreerpapier
5. 2 g actieve kool
6. 40 ml bier

2. Veiligheid

Draag een veiligheidsbril

3. Procedure berekening concentratie van de oxideerbare componenten

We berekenen de concentratie van de oxideerbare componenten in bier ($n_B \cdot c_B$), behalve tannine.

$$n_B c_B V_B = n_{\text{KMnO}_4} c_{\text{KMnO}_4} V_{\text{KMnO}_4}$$

of

$$n_B c_B = \frac{n_{\text{KMnO}_4} c_{\text{KMnO}_4} V_{\text{KMnO}_4}}{V_B}$$

n_B = aantal mol elektronen afgegeven door 1 mol van de oxideerbare componenten

n_{KMnO_4} = aantal mol elektronen opgenomen door 1 mol KMnO_4

c_B, c_{KMnO_4} = concentratie van resp. reductor (zonder tannine) en oxidator in mol/l

V_B = 5 ml filtraat

V_{KMnO_4} = volume oxidator afgelezen op de buret

Uit de resultaten kunnen we dan de concentratie aan tannine berekenen.

$$n_C \cdot c_C = n_A \cdot n_A - n_B \cdot n_B$$

(tannine+ pigmenten) % = $n_C \cdot c_C \times 0,0166$

De chemie van bier

11

VERSLAG Bepaling van het tanninegehalte in bier met permanganometrie

Concentratie van de oxideerbare componenten in bier

$$V_{\text{bier}} = 5 \text{ ml}$$

Indicator : Kleuromslag:

DRIE TITRATIES

$$V_{\text{MnO}_4^-} = \dots \text{ ml}$$

$$V_{\text{MnO}_4^-} = \dots \text{ ml}$$

$$V_{\text{MnO}_4^-} = \dots \text{ ml}$$

$$\langle V_{\text{MnO}_4^-} \rangle = \dots \text{ ml}$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} = \dots \quad c_{\text{MnO}_4^-} = \dots \text{ mol/l}$$

$$n_A \cdot c_A = \dots$$

Concentratie van de oxideerbare componenten in bier, behalve tannine

$$V_{\text{filtraat}} = 5 \text{ ml}$$

Indicator : Kleuromslag:

DRIE TITRATIES

$$V_{\text{MnO}_4^-} = \dots \text{ ml}$$

$$V_{\text{MnO}_4^-} = \dots \text{ ml}$$

$$V_{\text{MnO}_4^-} = \dots \text{ ml}$$

$$\langle V_{\text{MnO}_4^-} \rangle = \dots \text{ ml}$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} = \dots \quad c_{\text{MnO}_4^-} = \dots \text{ mol/l}$$

$$n_B \cdot c_B = \dots$$

$$\text{(tannine + pigmenten) \%} = \dots \%$$

De chemie van bier

12

4. Een blaaspijpje maken

1. Benodigheden

1. 1 glazen buisje (ca. 15 x 0,5 cm)
2. een rubberen slangetje ca. 5 cm
3. een mortier met stamper
4. een maatcilinder (10 ml)
5. watten
6. een weegschuitje
7. een balans
8. een plastic pasteurpipetje
9. een satéstokje
10. ethanol
11. 10 g kiezelgel
12. 0,2 g kaliumdichromaat
13. 8 ml verdund zwavelzuur (50 V/V% zwavelzuur)

2. Veiligheid

Draag een veiligheidsbril en handschoenen

De chemie van bier

13

3. Procedure

1. Maak 0,2 g kaliumdichromaat fijn in een mortier
2. voeg 10 g kiezelgel toe en meng.
3. voeg 8 ml verdund zwavelzuur toe.
4. roer het mengsel zo lang in de mortier tot het droog is.
5. breng een wattenpropje met een satéstokje in het glazen buisje.
6. vul het buisje over een lengte van 2 cm met het mengsel kaliumdichromaat/kiezelgel/swavelzuur. Zuig hiervoor met een pasteurpipetje een weinig mengsel op en spuit dit in het glazen buisje.
7. sluit het glazen buisje aan de open zijde af met een wattenpropje.
8. bevochtig een derde wattenpropje in ethanol en breng dit in het buisje.
9. bevestig een slangetje aan dezelfde kant van het buisje.
10. blaas door het slangetje.

De chemie van bier

14

VERSLAG het blaaspijpje

Teken de opstelling

Waarneming

Schrijf de reactie. Welke soort reactie is dit?

.....

.....

.....

.....

De chemie van bier

15

Referenties

(1) <http://www.brouwland.com/nl/> (geraadpleegd november 2012)

(2) Guedens, Wanda & Reynders, Monique et al. (2005); Rijden onder invloed: een vakoverschrijdend project voor leerlingen van de derde graad, In: Callaert, H.; Guedens, W; Reygel, P.; Beerden, L.; Braeken, K.; Depaire, B. en Maelstaf, M. (Ed.)

(3) Guedens, Wanda & Reynders, Monique (2012); *Science Outreach Programs as a Powerful Tool for Science Promotion: An Example from Flanders*, *Journal of Chemical Education*, 89(5), p. 602-604.