proeven.

# Proef 1: Welke suiker zorgt voor een optimaal gistingsproces?

In deze proef testen we verschillende suikers om te weten welke suiker voor een optimale gisting zorgt. Omdat wij gekozen hebben om het vrijgekomen koolstofdioxide te meten, zoeken we dus naar de suiker die zorgt voor een optimale aanmaak van koolstofdioxide.

De suikers of voedingsstoffen die de leerlingen gaan testen kunnen erg uiteenlopend zijn. Het kan gaan van tafelsuiker, fructose, bloemsuiker, snoepjes, koekjes … tot een boterham of een stuk fruit. Het is leuk voor de leerlingen als ze zelf een suiker van thuis mee mogen brengen.

Om de proef efficiënt te laten uitvoeren kan je bijvoorbeeld 5 verschillende suikers testen en de leerlingen opdelen in vijf groepjes. Elk groepje test op dezelfde manier één soort suiker. Na het uitvoeren van de proeven kan je klassikaal de resultaten van elk groepje bekijken en vergelijken. Om zo tot een besluit te komen welke suiker voor een optimale gisting zorgt.

Denk eraan dat alle parameters bij alle groepjes (buiten de suiker) hetzelfde moeten blijven. De leerlingen moeten allemaal dezelfde proefopstelling gebruiken, in hetzelfde lokaal zitten (zodat het overal even warm is) … Ook de hoeveelheden moeten hetzelfde zijn. Zorg er ook voor dat de tijd dat de leerlingen meten hetzelfde is. Laat ze bijvoorbeeld allemaal op hetzelfde moment de gist bij het suikerwater doen. Of laat iedere groep zelf timen, bijvoorbeeld 25 minuten lang.

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Welke suiker zorgt voor een optimale gisting?

### 1.2. Hypothese

De hypothese is hier de suiker die de leerlingen gaan testen.

## 2. Voorbereiden

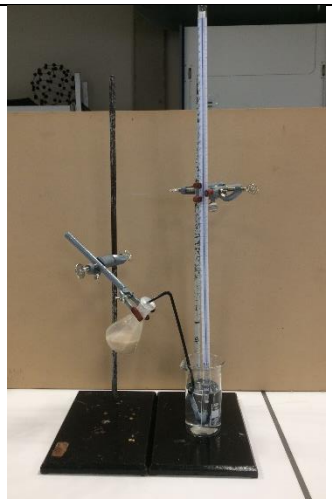
### 2.1. Technieken

In deze proef heb je de techniek ‘Het aflezen van eenheden op een maatcilinder.’ nodig. Die techniek staat beschreven in bijlage 3 op pagina 330.

### 2.2. Materiaal + stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Balans<br>• Weegschuitje<br>• Rietjes<br>• Ballonnen<br>• Plakband<br>• Elastiek<br>• Thermometer<br>• Buret van 50 ml<br>• Erlenmeyer 100 ml<br>• Maatbeker<br>• Statief + statiefklemmen<br>• Maatcilinder | • Verschillende voedingsbronnen: glucose, fructose, sacharose, maltose, zetmeel, stevia, bloem, tafelsuiker, honing, banaan, brood ….<br>• Droge gist<br>• Water |

## 2.3. Opstelling (foto)

| | | |
|---|---|---|
| | |  |
| Verbindingen tussen rietjes | Verbindingen tussen rietjes testen | Proefopstelling |

# 3. Uitvoeren

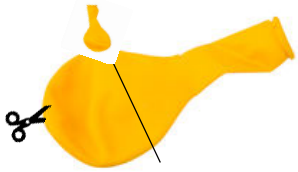
## 3.1. Werkwijze

De werkwijze kan je best door de leerlingen zelf laten maken.

A. Rietjes als verbinding.
   1. Steek het uiteinde van het eerste rietje door het uiteinde van het andere rietje.

2. Plak ze aan elkaar vast met plakband. Tip: gebruik meer dan 1 laag plakband en ga ook in de lengte van het rietje.
3. Test of het rietje luchtdicht is. Dat doe je door het rietje (ook het deel waar de plakband zit) onder water te houden en te blazen. Als er gasbellen verschijnen, is het niet luchtdicht en gebruik je meer plakband of begin opnieuw. Als er geen gasbellen verschijnen, is het rietje bruikbaar.

B. Proefopstelling bouwen
1. Bouw de opstelling na zoals op de foto.
2. Vul de buret volledig met water en plaats hem ondersteboven in de maatbeker die gevuld is met water. Dat doe je door de buret te vullen, je duim erop te plaatsen en hem zo ondersteboven in het water te brengen. Laat pas los als de opening van de buret volledig onder water zit. Let op dat het kraantje dicht is.
3. Als de opstelling klaar is maak je de gistoplossing.
4. Meet 30 ml water af m.b.v. de maatcilinder.
5. Meet de temperatuur van het water met de thermometer. Zorg dat de temperatuur van het water bij elke opstelling hetzelfde is. Bijvoorbeeld 21°C.
6. Doe het water in de erlenmeyer.
7. Weeg 4 gram van de gekozen suiker af m.b.v. de balans en het weegschuitje. Breng de suiker bij 30 ml water in de erlenmeyer, los de suiker op in het water. Roer goed door met de erlenmeyer rond te draaien.
8. Weeg 3 gram gist af m.b.v. de balans en het weegschuitje. Voeg de gist toe in de erlenmeyer. Roer goed door met de erlenmeyer rond te draaien.
9. Knip het lange gedeelte waar je normaal op blaast af en maak boven in de ballon een klein gaatje door een heel klein sneetje in de ballon te knippen.



10. Plaats de ballon een beetje gespannen over de erlenmeyer. Zorg dat het gat waar het rietje door moet niet te groot is na het aanspannen, zo sluit de ballon niet goed aan op het rietje en zal er koolstofdioxide ontsnappen.
11. Maak de ballon vast door er een elastiek een aantal keer rond te draaien.
12. Plaats het rietje door het gat van de ballen in de erlenmeyer.
13. Zet de erlenmeyer vast tussen de klemmen van het statief.
14. De andere kant van het rietje steek je in de buret. Zo kunnen de gasbellen vanuit het rietje in de buret komen.
15. Wacht tot de eerste gasbellen zich vormen. Dit duurt ongeveer zo'n 12 minuten. Vanaf dan lees je elke 30 seconden de waarde af op de buret en noteer je ze in een tabel zoals hieronder. Het experiment stopt als er meer dan 50 ml gas gevormd is.

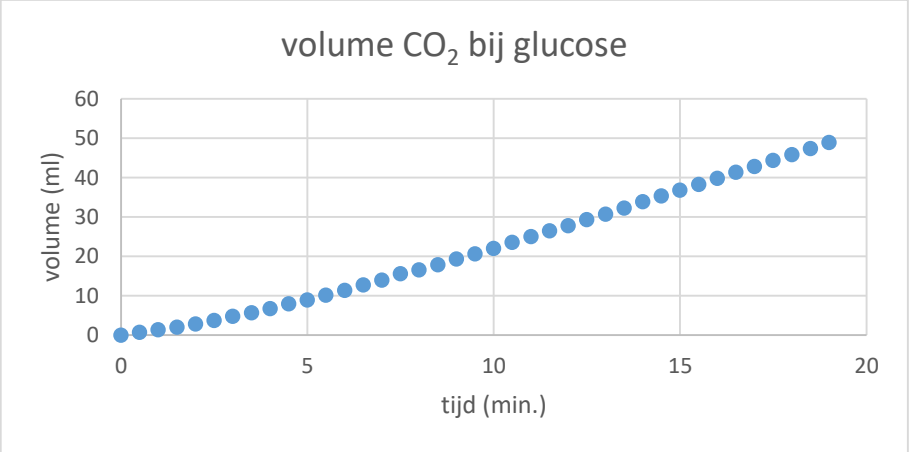
## 3.2. Waarnemingen

Na ongeveer 10 minuten zie je de eerste gasbellen verschijnen. Indien dat niet het geval is, ontsnapt er ergens koolstofdioxide in je opstelling.

| Tijd (minuten) | Volume (milliliter) |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 0,5 | … |
| 1,0 | … |

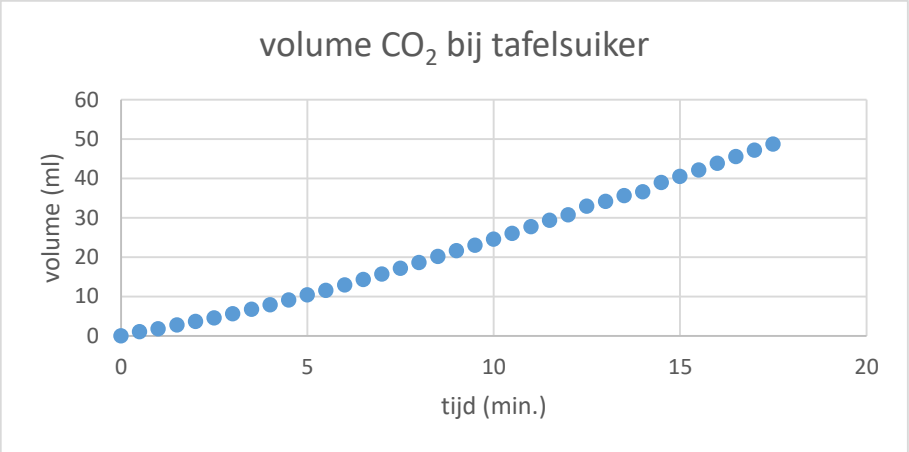
| | |
|---|---|
| … | … |

### 3.2.1. *Resultaten glucose*



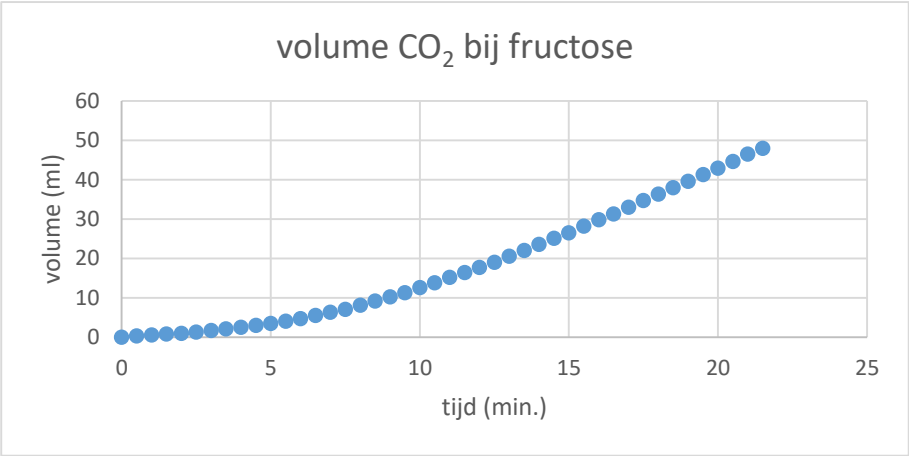

| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 6,5 | 12,8 | | 13 | 30,8 |
| 0,5 | 0,8 | | 7 | 14 | | 13,5 | 32,3 |
| 1 | 1,4 | | 7,5 | 15,6 | | 14 | 33,9 |
| 1,5 | 2,1 | | 8 | 16,6 | | 14,5 | 35,4 |
| 2 | 2,9 | | 8,5 | 17,9 | | 15 | 36,9 |
| 2,5 | 3,8 | | 9 | 19,4 | | 15,5 | 38,3 |
| 3 | 4,8 | | 9,5 | 20,7 | | 16 | 39,9 |
| 3,5 | 5,7 | | 10 | 22,1 | | 16,5 | 41,4 |
| 4 | 6,8 | | 10,5 | 23,6 | | 17 | 42,9 |
| 4,5 | 8 | | 11 | 25,1 | | 17,5 | 44,4 |
| 5 | 9 | | 11,5 | 26,5 | | 18 | 45,9 |
| 5,5 | 10,2 | | 12 | 27,8 | | 18,5 | 47,4 |
| 6 | 11,4 | | 12,5 | 29,4 | | 19 | 49 |

### 3.2.2. *Resultaten tafelsuiker*



| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 6 | 12,9 | 12 | 30,7 |
| 0,5 | 1 | 6,5 | 14,3 | 12,5 | 32,9 |
| 1 | 1,8 | 7 | 15,7 | 13 | 34,1 |
| 1,5 | 2,7 | 7,5 | 17,1 | 13,5 | 35,6 |
| 2 | 3,6 | 8 | 18,6 | 14 | 36,6 |
| 2,5 | 4,5 | 8,5 | 20,1 | 14,5 | 38,9 |
| 3 | 5,6 | 9 | 21,6 | 15 | 40,5 |
| 3,5 | 6,7 | 9,5 | 23 | 15,5 | 42,1 |
| 4 | 7,9 | 10 | 24,5 | 16 | 43,8 |
| 4,5 | 9,1 | 10,5 | 26 | 16,5 | 45,5 |
| 5 | 10,4 | 11 | 27,7 | 17 | 47,1 |
| 5,5 | 11,5 | 11,5 | 29,3 | 17,5 | 48,7 |

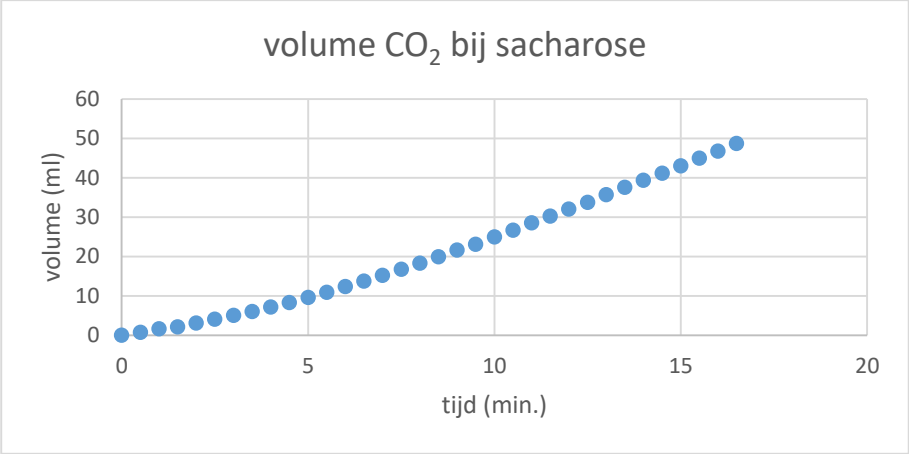
### 3.2.3. *Resultaten fructose*




| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 7,5 | 7,1 | 15 | 26,5 |
| 0,5 | 0,3 | 8 | 8,1 | 15,5 | 28,2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,6 | 8,5 | 9,2 | 16 | 29,8 |
| 1,5 | 0,8 | 9 | 10,2 | 16,5 | 31,3 |
| 2 | 1 | 9,5 | 11,3 | 17 | 33 |
| 2,5 | 1,3 | 10 | 12,6 | 17,5 | 34,7 |
| 3 | 1,7 | 10,5 | 13,8 | 18 | 36,3 |
| 3,5 | 2,1 | 11 | 15,2 | 18,5 | 38 |
| 4 | 2,5 | 11,5 | 16,4 | 19 | 39,6 |
| 4,5 | 3 | 12 | 17,7 | 19,5 | 41,3 |
| 5 | 3,5 | 12,5 | 19 | 20 | 42,9 |
| 5,5 | 4,1 | 13 | 20,6 | 20,5 | 44,6 |
| 6 | 4,7 | 13,5 | 22 | 21 | 46,5 |
| 6,5 | 5,5 | 14 | 23,6 | 21,5 | 48 |
| 7 | 6,3 | 14,5 | 25,1 | | |

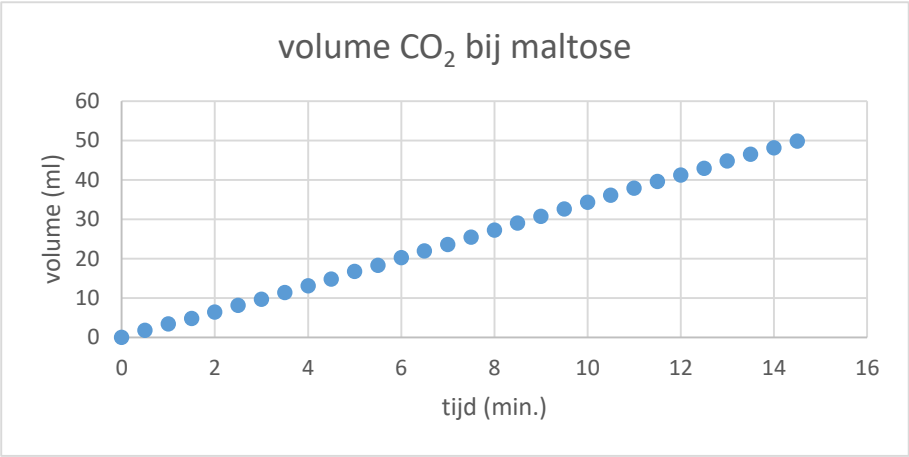
### 3.2.4. *Resultaten sacharose*




| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 6 | 12,3 | 12 | 32 |
| 0,5 | 0,7 | 6,5 | 13,7 | 12,5 | 33,7 |
| 1 | 1,6 | 7 | 15,2 | 13 | 35,7 |
| 1,5 | 2,1 | 7,5 | 16,7 | 13,5 | 37,5 |
| 2 | 3,1 | 8 | 18,3 | 14 | 39,3 |
| 2,5 | 4 | 8,5 | 19,9 | 14,5 | 41,1 |
| 3 | 5 | 9 | 21,6 | 15 | 43 |
| 3,5 | 6 | 9,5 | 23,1 | 15,5 | 44,9 |
| 4 | 7,1 | 10 | 24,9 | 16 | 46,7 |

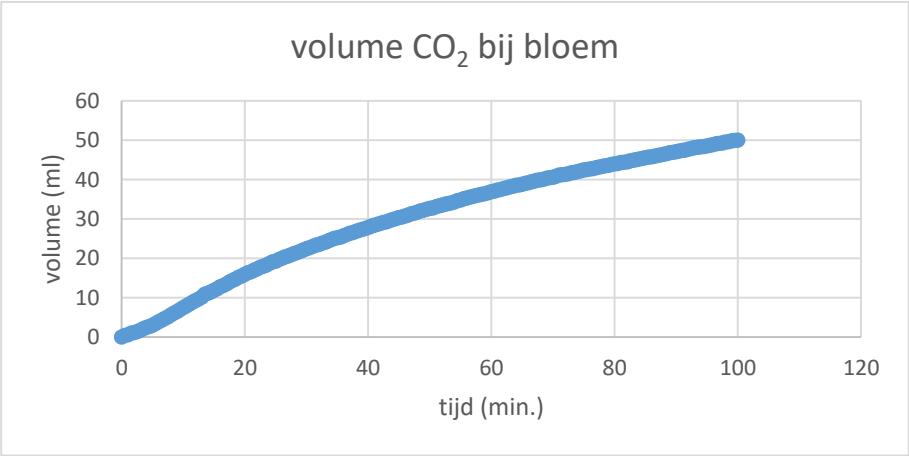
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,5 | 8,3 | 10,5 | 26,6 | 16,5 | 48,7 |
| 5 | 9,6 | 11 | 28,5 | | |
| 5,5 | 10,9 | 11,5 | 30,2 | | |

### 3.2.5. *Resultaten maltose*




| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 5 | 16,7 | 10 | 34,3 |
| 0,5 | 1,8 | 5,5 | 18,3 | 10,5 | 36,1 |
| 1 | 3,4 | 6 | 20,2 | 11 | 37,9 |
| 1,5 | 4,8 | 6,5 | 21,9 | 11,5 | 39,6 |
| 2 | 6,4 | 7 | 23,6 | 12 | 41,2 |
| 2,5 | 8,1 | 7,5 | 25,4 | 12,5 | 42,9 |
| 3 | 9,7 | 8 | 27,2 | 13 | 44,8 |
| 3,5 | 11,4 | 8,5 | 29 | 13,5 | 46,5 |
| 4 | 13,1 | 9 | 30,7 | 14 | 48,1 |
| 4,5 | 14,8 | 9,5 | 32,6 | 14,5 | 49,8 |

### 3.2.6. *Resultaten bloem*



# Gist

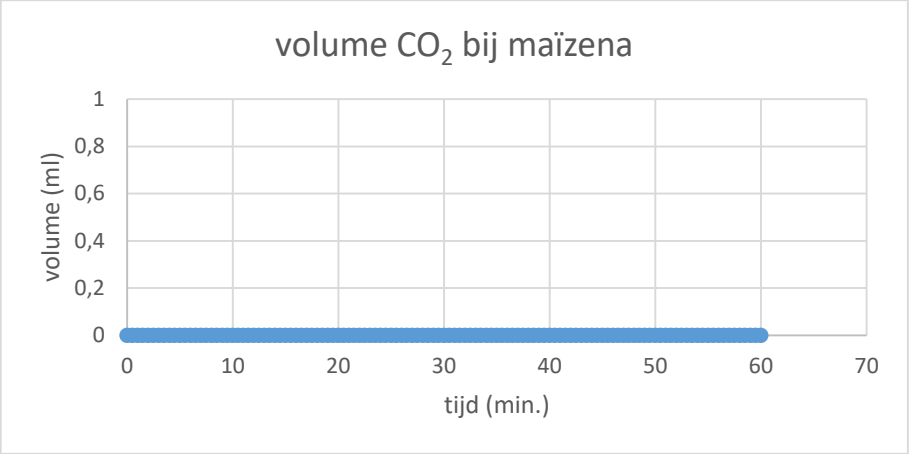
| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 33,5 | 24,4 | 67 | 39,6 |
| 0,5 | 0,4 | 34 | 24,7 | 67,5 | 39,8 |
| 1 | 0,6 | 34,5 | 25 | 68 | 39,9 |
| 1,5 | 1 | 35 | 25,2 | 68,5 | 40,1 |
| 2 | 1,1 | 35,5 | 25,4 | 69 | 40,3 |
| 2,5 | 1,4 | 36 | 25,7 | 69,5 | 40,5 |
| 3 | 1,7 | 36,5 | 26 | 70 | 40,6 |
| 3,5 | 2,1 | 37 | 26,3 | 70,5 | 40,8 |
| 4 | 2,4 | 37,5 | 26,5 | 71 | 41,1 |
| 4,5 | 2,7 | 38 | 26,8 | 71,5 | 41,2 |
| 5 | 3 | 38,5 | 27,1 | 72 | 41,3 |
| 5,5 | 3,4 | 39 | 27,3 | 72,5 | 41,5 |
| 6 | 3,9 | 39,5 | 27,6 | 73 | 41,7 |
| 6,5 | 4,3 | 40 | 27,8 | 73,5 | 41,8 |
| 7 | 4,7 | 40,5 | 28,1 | 74 | 42 |
| 7,5 | 5,1 | 41 | 28,4 | 74,5 | 42,2 |
| 8 | 5,6 | 41,5 | 28,6 | 75 | 42,4 |
| 8,5 | 6,1 | 42 | 28,9 | 75,5 | 42,5 |
| 9 | 6,5 | 42,5 | 29,1 | 76 | 42,7 |
| 9,5 | 7 | 43 | 29,3 | 76,5 | 42,8 |
| 10 | 7,5 | 43,5 | 29,6 | 77 | 43 |
| 10,5 | 7,9 | 44 | 29,8 | 77,5 | 43,2 |
| 11 | 8,4 | 44,5 | 30,1 | 78 | 43,3 |
| 11,5 | 8,9 | 45 | 30,3 | 78,5 | 43,5 |
| 12 | 9,3 | 45,5 | 30,5 | 79 | 43,6 |
| 12,5 | 9,7 | 46 | 30,7 | 79,5 | 43,8 |
| 13 | 10,2 | 46,5 | 31 | 80 | 44 |
| 13,5 | 10,9 | 47 | 31,3 | 80,5 | 44,1 |
| 14 | 11,1 | 47,5 | 31,5 | 81 | 44,3 |
| 14,5 | 11,5 | 48 | 31,7 | 81,5 | 44,4 |
| 15 | 11,9 | 48,5 | 32 | 82 | 44,5 |
| 15,5 | 12,3 | 49 | 32,2 | 82,5 | 44,7 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 12,8 | 49,5 | 32,4 | 83 | 44,9 |
| 16,5 | 13,1 | 50 | 32,7 | 83,5 | 45 |
| 17 | 13,5 | 50,5 | 32,8 | 84 | 45,2 |
| 17,5 | 14 | 51 | 33,1 | 84,5 | 45,4 |
| 18 | 14,4 | 51,5 | 33,3 | 85 | 45,5 |
| 18,5 | 14,7 | 52 | 33,5 | 85,5 | 45,7 |
| 19 | 15,2 | 52,5 | 33,7 | 86 | 45,8 |
| 19,5 | 15,5 | 53 | 33,9 | 86,5 | 45,9 |
| 20 | 15,9 | 53,5 | 34,1 | 87 | 46,1 |
| 20,5 | 16,3 | 54 | 34,3 | 87,5 | 46,3 |
| 21 | 16,6 | 54,5 | 34,6 | 88 | 46,4 |
| 21,5 | 17 | 55 | 34,8 | 88,5 | 46,6 |
| 22 | 17,3 | 55,5 | 35,1 | 89 | 46,8 |
| 22,5 | 17,7 | 56 | 35,3 | 89,5 | 46,9 |
| 23 | 18 | 56,5 | 35,5 | 90 | 47,1 |
| 23,5 | 18,3 | 57 | 35,7 | 90,5 | 47,2 |
| 24 | 18,7 | 57,5 | 35,9 | 91 | 47,4 |
| 24,5 | 19,1 | 58 | 36,1 | 91,5 | 47,5 |
| 25 | 19,3 | 58,5 | 36,3 | 92 | 47,7 |
| 25,5 | 19,7 | 59 | 36,4 | 92,5 | 47,9 |
| 26 | 20 | 59,5 | 36,7 | 93 | 48,1 |
| 26,5 | 20,3 | 60 | 36,9 | 93,5 | 48,2 |
| 27 | 20,6 | 60,5 | 37,1 | 94 | 48,3 |
| 27,5 | 20,9 | 61 | 37,3 | 94,5 | 48,4 |
| 28 | 21,2 | 61,5 | 37,5 | 95 | 48,5 |
| 28,5 | 21,5 | 62 | 37,7 | 95,5 | 48,7 |
| 29 | 21,8 | 62,5 | 37,9 | 96 | 48,9 |
| 29,5 | 22,1 | 63 | 38,1 | 96,5 | 49,1 |
| 30 | 22,4 | 63,5 | 38,3 | 97 | 49,2 |
| 30,5 | 22,7 | 64 | 38,5 | 97,5 | 49,3 |
| 31 | 23 | 64,5 | 38,6 | 98 | 49,5 |
| 31,5 | 23,3 | 65 | 38,8 | 98,5 | 49,6 |
| 32 | 23,5 | 65,5 | 39 | 99 | 49,8 |
| 32,5 | 23,8 | 66 | 39,2 | 99,5 | 49,9 |
| 33 | 24,1 | 66,5 | 39,4 | 100 | 50 |

### 3.2.7. *Resultaten maïzena*

Bij maïzena waren er geen bellen te zien, zelfs niet na een uur.

Een tabel met enkel nullen heeft geen zin om weer te geven. De grafiek wordt wel getoond om weer te geven hoe die eruitziet.



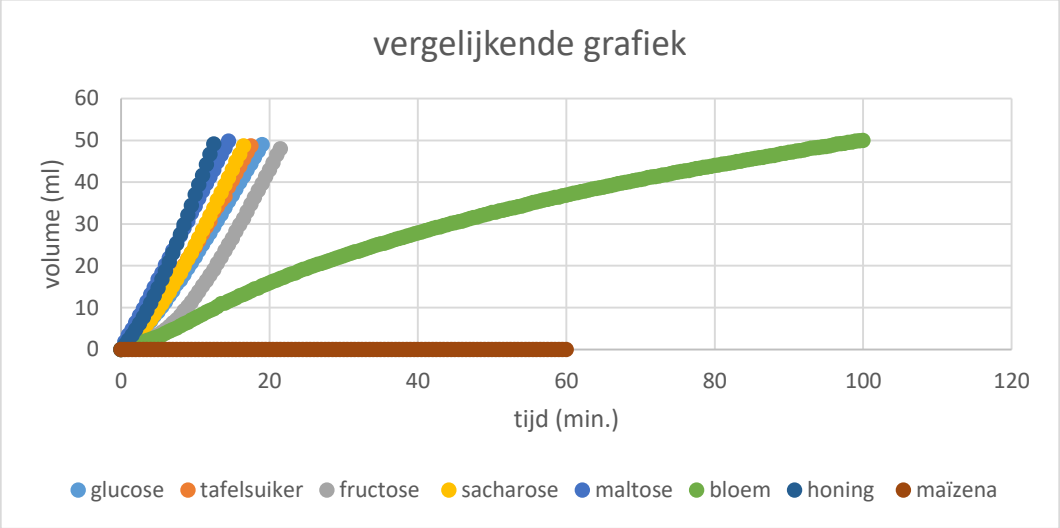

# 4. Reflecteren

## 4.1. Optredende reacties

$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2\ CH_3CH_2OH + 2\ CO_2$ (+ warmte)

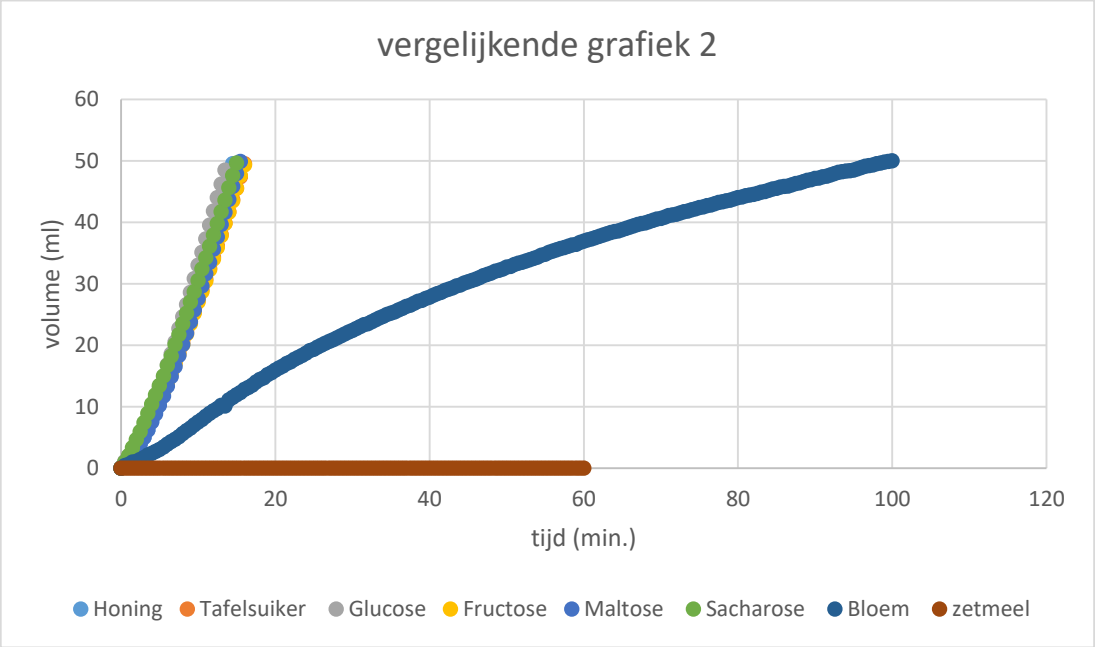
## 4.2. Verklaring

Al die aparte grafieken en tabellen geven geen mooi overzicht. Dus hebben we nog eens alle curves in één grafiek gezet.




Uit de bovenstaande grafiek halen we de volgende volgorde, gerangschikt van goede gisting naar slecht: honing, maltose, sacharose, tafelsuiker, glucose, fructose, bloem en maïzena.

Het komt eigenlijk toevallig uit dat de suikers in deze proef deze volgorde hebben. Met de meetapparatuur die wij tot onze beschikking hadden, konden we niet altijd even nauwkeurig werken. Bij de eerste metingen werkten we met een balans met op 0,1 gram nauwkeurig en een thermometer op 1 °C nauwkeurig. Om die reden is de proef nog eens opnieuw uitgevoerd. Ook hebben we gewerkt met een nauwkeurigere thermometer die nauwkeurig is tot op 0,1°C. In de tweede proef waren dit de resultaten:




Uit de bovenstaande grafiek halen we de volgende volgorde, gerangschikt van goed naar slecht: glucose, honing, sacharose, maltose, fructose, tafelsuiker, bloem en maïzena.

Tussen de twee vergelijkende grafieken zie je al een duidelijk verschil. In de tweede grafiek liggen alle curves bijna op elkaar. Dat komt omdat we in de tweede proef de temperatuur hebben kunnen meten tot op 0,1°C nauwkeurig. In deze proef merk je dus al dat de temperatuur een grote invloed zal hebben.

### 4.2.1. *Honing*

Gemiddeld bevat honing 38% fructose, 31% glucose, 10% andere suikers (waaronder maltose en sacharose) en 17% water. Hiernaast bevat honing nog 4% begeleidende waardevolle stoffen zoals enzymen, vitaminen, zuren, hormonen, bacterieremmers, waterstofperoxide, stuifmeelkorrels en mineralen zoals fosfor, mangaan, ijzer en koper. Honing heeft een gemiddelde dichtheid van 1,36 g/ml.

Honing zit vol enzymen onder andere: katalase, glucoseoxidase, amylase en invertase.

Katalase zit van nature in de nectar zelf. Amylase, glucoseoxidase en invertase daarentegen worden toegevoegd door de bij zelf.

De hoeveelheid katalase in planten verschilt nogal veel. Bepaalde planten bezitten veel katalase en andere planten bezitten net heel weinig. Het enzym katalase ontleedt waterstofperoxide in water en zuurstof.

Glucoseoxidase zet glucose en water om in gluconzuur en waterstofperoxide, dat is nodig voor de houdbaarheid van de nog niet rijpe/ingedikte honing. Gluconzuur zorgt voor een zuur milieu waar bacteriën niet tegen kunnen en worden afgeremd. De waterstofperoxide werkt desinfecterend en is dus dodelijk voor micro-organismen. Andere stoffen in honing kunnen de aanmaak van waterstofperoxide tegen gaan, denk maar aan katalase. Wanneer de honing voldoende rijp is en dus ook dik genoeg is, zorgt de grote hoeveelheid suiker voor de conservering.

Amylase wordt door de honingbij gebruikt om zetmeel om te zetten naar disachariden (net zoals dat bij bloem en gist gebeurt).

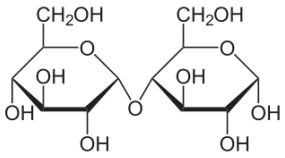
Invertase breekt sacharose af tot fructose en glucose.

| vochtgehalte honing | kans op fermentatie |
|---|---|
| < 17,1% | steeds veilig |
| 17,1 - 18,0% | veilig indien < 1000 gisten/g |
| 18,1 - 19,0% | veilig indien < 10 gisten/g |
| 19,1 - 20,0% | veilig indien < 1 gistcel/g |
| > 20,0% | steeds in gevaar |

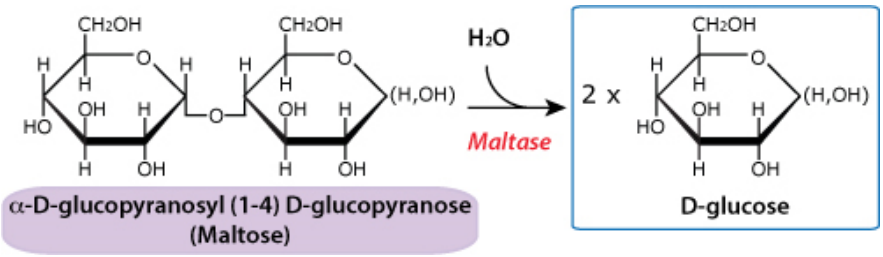
### 4.2.2. *Maltose*

Maltose is een disacharide met formule: $C_{12}H_{22}O_{11}$

Atoommassa: $12 \cdot 12{,}01115 + 22 \cdot 1{,}00797 + 11 \cdot 15{,}9994 = 342{,}30254$



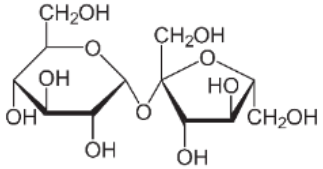

Gist bevat het enzym maltase. Eén molecuul maltose wordt met behulp van het enzym maltase afgebroken tot twee moleculen glucose. Dat proces noemt men hydrolyse. Hydrolyse is de splitsing van een chemische verbinding onder opname van water. Vrijwel alle organismen kunnen maltose afbreken met het enzym maltase.




### 4.2.3. *Sacharose*

Sacharose is een disacharide met formule: $C_{12}H_{22}O_{11}$

Atoommassa: $12 \cdot 12{,}01115 + 22 \cdot 1{,}00797 + 11 \cdot 15{,}9994 = 342{,}30254$




Gist bevat het enzym sacharase (ook invertase genoemd). Eén molecuul maltose wordt met behulp van het enzym sacharase afgebroken tot één molecule fructose en één molecule glucose. Dat proces noemt men hydrolyse. Hydrolyse is de splitsing van een chemische verbinding onder opname van water.

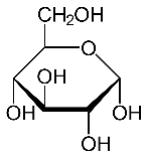
### 4.2.4. *Tafelsuiker*

Tafelsuiker is hetzelfde als sacharose. Het kan dat er in gewone tafelsuiker meer onzuiverheden zitten dan in sacharose.

### 4.2.5. *Glucose*

Glucose is een monoscharide met de formule: $C_6H_{12}O_6$

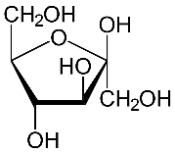
Atoommassa: $6 \cdot 12{,}01115 + 12 \cdot 1{,}00797 + 6 \cdot 15{,}9994 = 180{,}15894$




### 4.2.6. *Fructose*

Fructose is een monosacharide met de formule: $C_6H_{12}O_6$

Atoommassa: $6 \cdot 12{,}01115 + 12 \cdot 1{,}00797 + 6 \cdot 15{,}9994 = 180{,}15894$




### 4.2.7. *Bloem*

Bloem bestaan voor een groot deel uit zetmeel. Zetmeel bestaat uit lange ketens aan elkaar gekoppelde glucose moleculen. Gist heeft die glucosemoleculen nodig voor zijn metabolisme, maar de gist kan die lange ketens niet zelf afbreken.

Bloem is gemaakt uit tarwekorrels. In de tarwekorrels bevindt zich het enzym amylase. Het enzym amylase breekt het zetmeel af tot maltose. Maltose is een disacharide dat bestaat uit twee aan elkaar gekoppelde glucosemoleculen en zal dus nog eens moeten worden afgebroken om een monosacharide te krijgen. Gelukkig kan de gist die maltose zelf afbreken. In gist zit het enzym maltase die een maltose molecuul afbreekt tot 2 glucose moleculen.

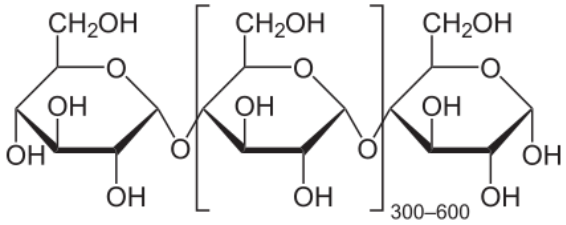
Alfa- en beta-amylase:

Het hierboven beschreven enzym amylase bestaat eigenlijk uit twee enzymen, alfa- en beta-amylase. Zetmeel omzetten naar maltose gebeurt in twee stappen. Eerst knipt alfa-amylase het zetmeel in grote stukken, genaamd dextrinen. Daarna verknipt beta-amylase die dextrine tot maltose.

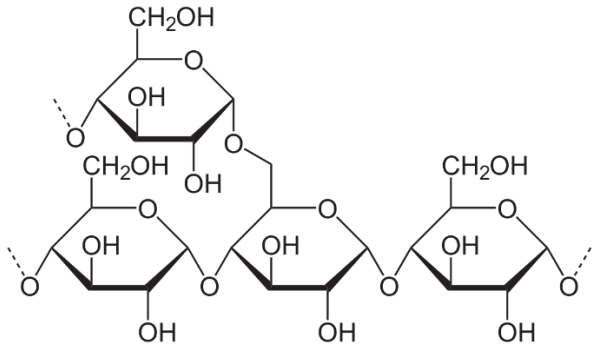
### 4.2.8. *Zetmeel*

Zetmeel is een polysacharide van glucose met de molecuulformule: $(C_6H_{10}O_5)_n$

Zetmeel kan d.m.v. amylase gehydrolyseerd worden. Amylase is een enzym dat voorkomt in graan. Gist zelf bevat geen amylase en kan dus het zetmeel niet afbreken.




Zetmeel kan ook zijtakken vertonen:




### 4.2.9. *Verklaring*

Uit de resultaten leiden we de volgende volgorde van suikers af, gerangschikt van goed naar slecht: honing, maltose, sacharose, tafelsuiker, glucose, fructose, bloem en zetmeel.

De twee grootste uitschieters zijn bloem en zetmeel. Bij bloem werd er erg weinig gas gevormd en bij zetmeel was er geen gasvorming. Zetmeel kan niet worden afgebroken tot maltosemoleculen omdat gist het enzym amylase niet bezit. Bloem bestaat ook bijna volledig uit zetmeel, maar bloem bevat zelf het enzym amylase waardoor het zetmeel bij de bloem wel omgezet kan worden tot maltosemoleculen. Daarna breekt gist de maltosemoleculen af tot glucosemoleculen met het enzym maltase. Omdat er dus twee keer een moleculen moet worden afgebroken en omdat bloem niet volledig uit zetmeel bestaat, komt het gistmetabolisme met bloem als voedingsstof erg traag op gang.

Dan is er nog: honing, maltose, sacharose, tafelsuiker, glucose en fructose. In de grafiek van de waarnemingen is er erg weinig verschil tussen de bovenstaande suikers te zien. Dit wordt niet verder

besproken. We besluiten dat honing, maltose, sacharose, tafelsuiker, glucose en fructose zorgen voor een optimaal gistingsproces.

### 4.3. Besluit

Honing, maltose, sacharose, tafelsuiker, glucose en fructose zorgen voor een optimaal gistingsproces.

## 5. Opmerkingen bij uitvoeren van proef

Uit de resultaten van de vorige proef vonden we de volgende volgorde van suikers, gerangschikt van goed naar slecht: honing, maltose, sacharose, tafelsuiker, glucose, fructose, bloem en zetmeel.

Uit pragmatische overwegingen hebben we besloten om in de volgende proeven verder te werken met tafelsuiker als voedingsstof voor de gist. Tafelsuiker vind je in elke voedingswinkel, daarbij is tafelsuiker makkelijker om af te wegen dan honing. Tot slot is tafelsuiker ook nog eens goedkoper.

Wanneer je deze proef met leerlingen uitvoert kan je best gebruik maken van suikers die verder uit elkaar zullen liggen: tafelsuiker, snoepjes, brood, koeken, fruit … Je moet anders te nauwkeurig zijn in het meten om duidelijke verschillen te zien. Zelfs de tweede proef is nog niet nauwkeurig genoeg omdat de weegschalen die gebruikt zijn, nauwkeurig zijn tot op 0,1 gram, wat in principe te weinig is. De verklaringen die hier gegeven worden moet je dus ook met een korreltje zout nemen. Dit is een voorbeeld van wat een verklaring kan zijn. Er zijn misschien nog andere eigenschappen van de suikers die een invloed hebben op de verklaringen.

# Proef 2: Welke concentratie suiker zorgt voor een optimaal gistingsproces?

In deze proef testen we verschillende hoeveelheden suiker om te weten welke hoeveelheid voor een optimale gisting zorgt. Omdat wij gekozen hebben om het vrijgekomen koolstofdioxide te meten, zoeken we dus naar de hoeveelheid suiker die zorgt voor een optimale aanmaak van koolstofdioxide.

Om de proef efficiënt te laten uitvoeren kan je bijvoorbeeld 5 verschillende hoeveelheden suiker testen en de leerlingen opdelen in vijf groepjes. Elk groepje test op dezelfde manier een bepaalde hoeveelheid suiker. De hoeveelheid suiker die de leerlingen gaan testen kunnen best uiteenlopend zijn. Bijvoorbeeld: enkele korrels suiker, 1 gram suiker, 5 gram suiker, 10 gram suiker en 20 gram suiker.

Na het uitvoeren van de proeven kan je klassikaal de resultaten van elk groepje bekijken en vergelijken. Om zo tot een besluit te komen welke suiker zorgt voor een optimale gisting.

Denk er aan dat alle parameters bij alle groepjes (buiten de hoeveelheid suiker) hetzelfde moeten blijven. De leerlingen moeten allemaal dezelfde proefopstelling gebruiken, in hetzelfde lokaal zitten (zodat het overal even warm is) … Ook de hoeveelheden gist en water moeten hetzelfde zijn. Zorg er ook voor dat de tijd dat de leerlingen meten hetzelfde is. Laat ze bijvoorbeeld allemaal op hetzelfde moment de gist bij het suikerwater doen. Of laat iedere groep zelf timen, bijvoorbeeld 25 minuten lang.

# 1. Oriënteren

## 1.1. Onderzoeksvraag

Welke concentratie suiker zorgt voor een optimale gisting?

## 1.2. Hypothese

De hypothese is hier de hoeveelheid suiker die de leerlingen gaan testen.

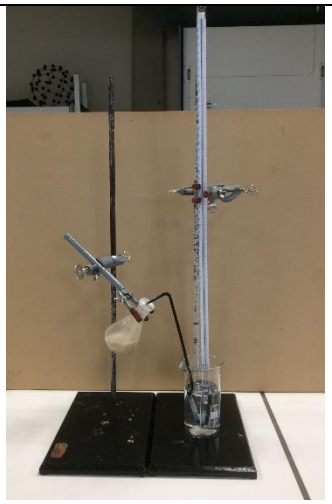
# 2. Voorbereiden

## 2.1. Materiaal + stoffen

Je gebruikt hier natuurlijk de materialen die de leerlingen voor hun eigen proefopstelling hebben gebruikt. Wij bespreken het nu voor de proefopstelling die we zelf hebben opgesteld.

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Balans<br>• Weegschuitje<br>• Rietjes<br>• Ballonnen<br>• Plakband<br>• Elastiek<br>• Thermometer<br>• Buret van 50 ml<br>• Erlenmeyer 100 ml<br>• Maatbeker<br>• Statief + statiefklemmen | • Tafelsuiker<br>• Droge gist<br>• Water |

## 2.2. Opstelling (foto)

| | | |
|---|---|---|
| | |  |
| Verbindingen tussen rietjes | Verbindingen tussen rietjes testen | Proefopstelling |

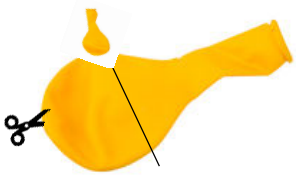
# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

De werkwijze kan je best door de leerlingen zelf laten maken.

A. Rietjes als verbinding.
   1. Steek het uiteinde van het eerste rietje door het uiteinde van het andere rietje.
   2. Plak ze aan elkaar vast met plakband. Tip: gebruik meer dan 1 laag plakband en ga ook in de lengte van het rietje.
   3. Test of het rietje luchtdicht is. Dat doe je door het rietje (ook het deel waar de plakband zit) onder water te houden en te blazen. Als er gasbellen verschijnen, is het niet luchtdicht en gebruik je meer plakband of begin opnieuw. Als er geen gasbellen verschijnen, is het rietje bruikbaar.

B. Proefopstelling bouwen
   1. Bouw de opstelling na zoals op de foto.
   2. Vul de buret volledig met water en plaats hem ondersteboven in de maatbeker die gevuld is met water. Dat doe je door de buret te vullen, je duim erop te plaatsen en hem zo ondersteboven in het water te brengen. Laat pas los als de opening van de buret volledig onder water zit. Let op dat het kraantje dicht is.
   3. Als de opstelling klaar is maak je de gistoplossing.
   4. Meet 30 ml water af m.b.v. de maatcilinder.
   5. Meet de temperatuur van het water met de thermometer. Zorg dat de temperatuur van het water gelijk is aan de gekozen temperatuur. Bijvoorbeeld 35°C.
   6. Doe het water in de erlenmeyer.



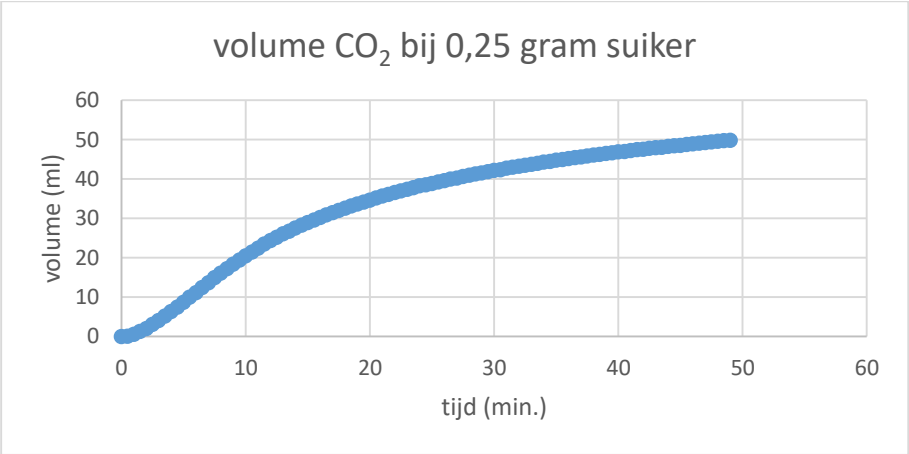
7. Weeg 4 gram van de gekozen suiker af m.b.v. de balans en het weegschuitje. Breng de suiker bij 30 ml water in de erlenmeyer, los de suiker op in het water. Roer goed door met de erlenmeyer rond te draaien.
8. Weeg 3 gram gist af m.b.v. de balans en het weegschuitje. Voeg de gist toe in de erlenmeyer. Roer goed door met de erlenmeyer rond te draaien.
9. Knip het lange gedeelte waar je normaal op blaast af en maak boven in de ballon een klein gaatje door een heel klein sneetje in de ballon te knippen.
10. Plaats de ballon een beetje gespannen over de erlenmeyer. Zorg dat het gat waar het rietje door moet niet te groot is na het aanspannen, zo sluit de ballon niet goed aan op het rietje en zal er koolstofdioxide ontsnappen.
11. Maak de ballon vast door er een elastiek een aantal keer rond te draaien.
12. Plaats het rietje door het gat van de ballen in de erlenmeyer.
13. Zet de erlenmeyer vast tussen de klemmen van het statief. Zorg dat de gistoplossing in de erlenmeyer in het waterbad zit.
14. De andere kant van het rietje steek je in de buret. Zo kunnen de gasbellen vanuit het rietje in de buret komen.
15. Wacht tot de eerste gasbellen zich vormen. Dit duurt ongeveer zo'n 12 minuten. Vanaf dan lees je elke 30 seconden de waarde af op de buret en noteer je ze in een tabel zoals hieronder. Het experiment stopt als er meer dan 50 ml gas gevormd is.

## 3.2. Waarnemingen

Na ongeveer 10 minuten zie je de eerste gasbellen verschijnen. Indien dat niet het geval is, ontsnapt er ergens koolstofdioxide in je opstelling.

| Tijd (minuten) | Volume (milliliter) |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 0,5 | … |
| 1,0 | … |
| 1,5 | … |
| … | … |

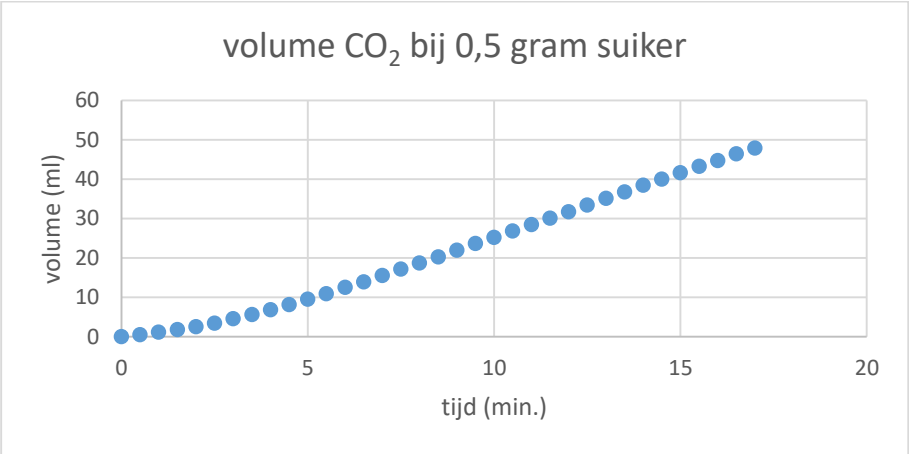
### 3.2.1. *Resultaten 0,25 gram suiker*




| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 16,5 | 30,9 | | 33 | 43,8 |
| 0,5 | 0,1 | | 17 | 31,5 | | 33,5 | 44 |
| 1 | 0,6 | | 17,5 | 32,1 | | 34 | 44,3 |
| 1,5 | 1,3 | | 18 | 32,6 | | 34,5 | 44,5 |
| 2 | 2,1 | | 18,5 | 33,2 | | 35 | 44,8 |
| 2,5 | 3,1 | | 19 | 33,7 | | 35,5 | 45 |
| 3 | 4,1 | | 19,5 | 34,2 | | 36 | 45,2 |
| 3,5 | 5,2 | | 20 | 34,7 | | 36,5 | 45,5 |
| 4 | 6,4 | | 20,5 | 35,2 | | 37 | 45,6 |
| 4,5 | 7,5 | | 21 | 35,7 | | 37,5 | 45,9 |
| 5 | 8,7 | | 21,5 | 36,1 | | 38 | 46,1 |
| 5,5 | 10 | | 22 | 36,6 | | 38,5 | 46,3 |
| 6 | 11,2 | | 22,5 | 37 | | 39 | 46,5 |
| 6,5 | 12,5 | | 23 | 37,4 | | 39,5 | 46,7 |
| 7 | 13,7 | | 23,5 | 37,8 | | 40 | 46,9 |
| 7,5 | 15 | | 24 | 38,3 | | 40,5 | 47 |
| 8 | 16,1 | | 24,5 | 38,6 | | 41 | 47,3 |
| 8,5 | 17,3 | | 25 | 38,9 | | 41,5 | 47,5 |
| 9 | 18,4 | | 25,5 | 39,3 | | 42 | 47,6 |
| 9,5 | 19,5 | | 26 | 39,6 | | 42,5 | 47,8 |
| 10 | 20,5 | | 26,5 | 40 | | 43 | 48 |
| 10,5 | 21,5 | | 27 | 40,3 | | 43,5 | 48,1 |
| 11 | 22,5 | | 27,5 | 40,7 | | 44 | 48,3 |
| 11,5 | 23,5 | | 28 | 41 | | 44,5 | 48,5 |

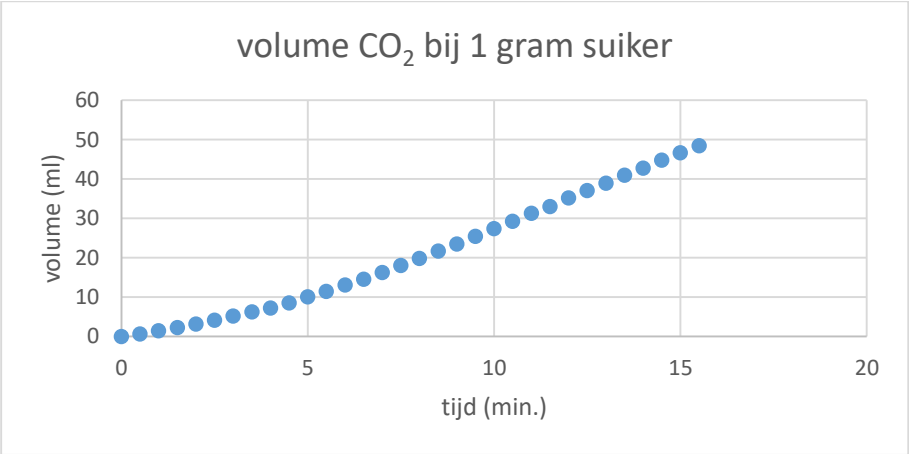
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 24,4 | 28,5 | 41,3 | 45 | 48,6 |
| 12,5 | 25,2 | 29 | 41,6 | 45,5 | 48,8 |
| 13 | 26,1 | 29,5 | 41,9 | 46 | 49 |
| 13,5 | 26,8 | 30 | 42,2 | 46,5 | 49,1 |
| 14 | 27,6 | 30,5 | 42,4 | 47 | 49,3 |
| 14,5 | 28,3 | 31 | 42,8 | 47,5 | 49,5 |
| 15 | 29 | 31,5 | 43 | 48 | 49,6 |
| 15,5 | 29,6 | 32 | 43,3 | 48,5 | 49,8 |
| 16 | 30,3 | 32,5 | 43,5 | 49 | 49,9 |

### 3.2.2. *Resultaten 0,5 gram suiker*



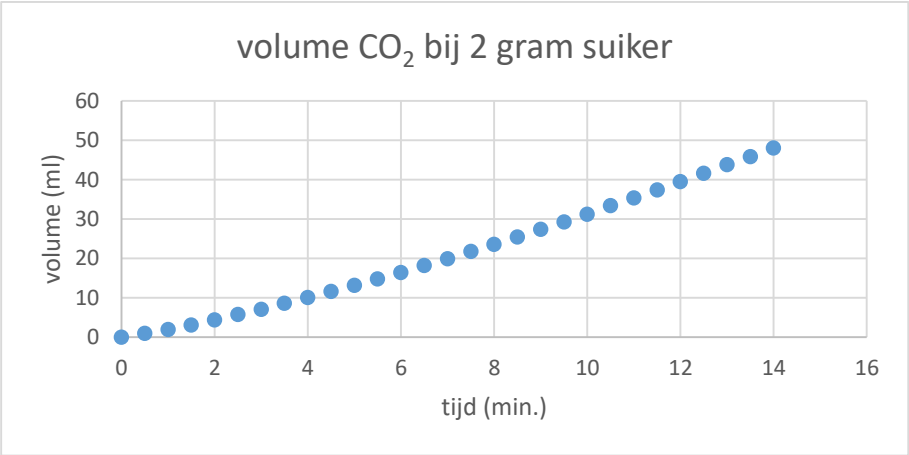

| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 6 | 12,5 | 12 | 31,7 |
| 0,5 | 0,5 | 6,5 | 13,9 | 12,5 | 33,4 |
| 1 | 1,1 | 7 | 15,5 | 13 | 35,1 |
| 1,5 | 1,8 | 7,5 | 17,1 | 13,5 | 36,7 |
| 2 | 2,5 | 8 | 18,7 | 14 | 38,4 |
| 2,5 | 3,4 | 8,5 | 20,2 | 14,5 | 40 |
| 3 | 4,5 | 9 | 21,9 | 15 | 41,6 |
| 3,5 | 5,6 | 9,5 | 23,6 | 15,5 | 43,2 |
| 4 | 6,8 | 10 | 25,2 | 16 | 44,7 |
| 4,5 | 8,1 | 10,5 | 26,8 | 16,5 | 46,4 |
| 5 | 9,5 | 11 | 28,4 | 17 | 47,9 |
| 5,5 | 10,9 | 11,5 | 30,1 | | |

### 3.2.3. *Resultaten 1 gram suiker*



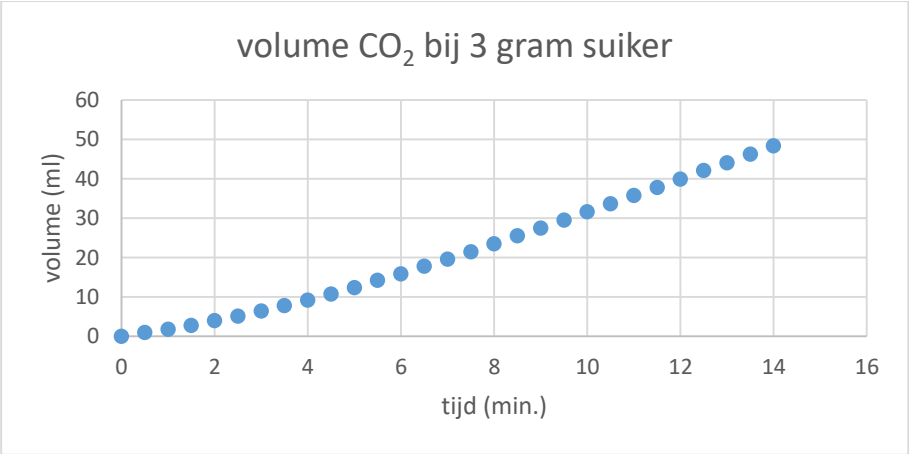

| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 5,5 | 11,5 | 11 | 31,3 |
| 0,5 | 0,7 | 6 | 13,1 | 11,5 | 33 |
| 1 | 1,5 | 6,5 | 14,6 | 12 | 35,2 |
| 1,5 | 2,3 | 7 | 16,3 | 12,5 | 37,1 |
| 2 | 3,2 | 7,5 | 18,1 | 13 | 39 |
| 2,5 | 4,2 | 8 | 19,9 | 13,5 | 41 |
| 3 | 5,2 | 8,5 | 21,7 | 14 | 42,8 |
| 3,5 | 6,3 | 9 | 23,5 | 14,5 | 44,8 |
| 4 | 7,3 | 9,5 | 25,5 | 15 | 46,7 |
| 4,5 | 8,6 | 10 | 27,4 | 15,5 | 48,5 |
| 5 | 10,1 | 10,5 | 29,3 | | |

### 3.2.4. *Resultaten 2 gram suiker*



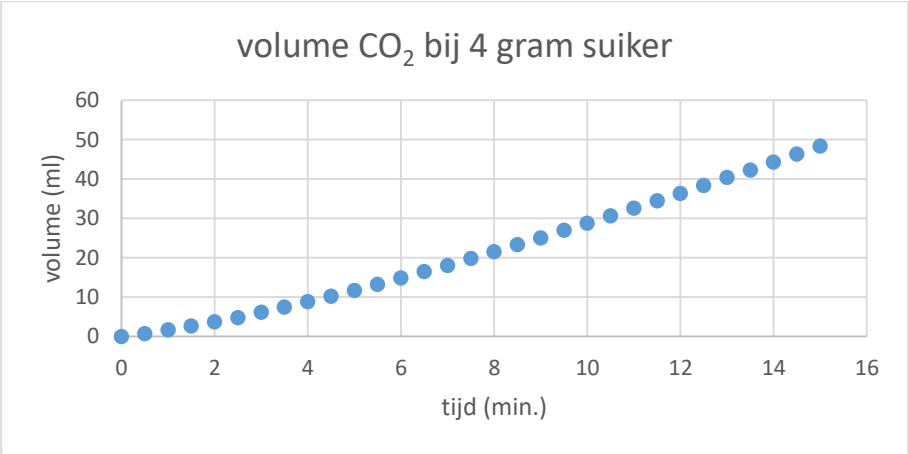
| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 5 | 13,2 | 10 | 31,2 |
| 0,5 | 1 | 5,5 | 14,8 | 10,5 | 33,4 |
| 1 | 2 | 6 | 16,4 | 11 | 35,4 |
| 1,5 | 3,1 | 6,5 | 18,2 | 11,5 | 37,4 |
| 2 | 4,4 | 7 | 19,9 | 12 | 39,5 |
| 2,5 | 5,8 | 7,5 | 21,8 | 12,5 | 41,6 |
| 3 | 7,1 | 8 | 23,6 | 13 | 43,8 |
| 3,5 | 8,6 | 8,5 | 25,5 | 13,5 | 45,9 |
| 4 | 10,1 | 9 | 27,4 | 14 | 48,1 |
| 4,5 | 11,6 | 9,5 | 29,3 | | |

### 3.2.5. *Resultaten 3 gram suiker*



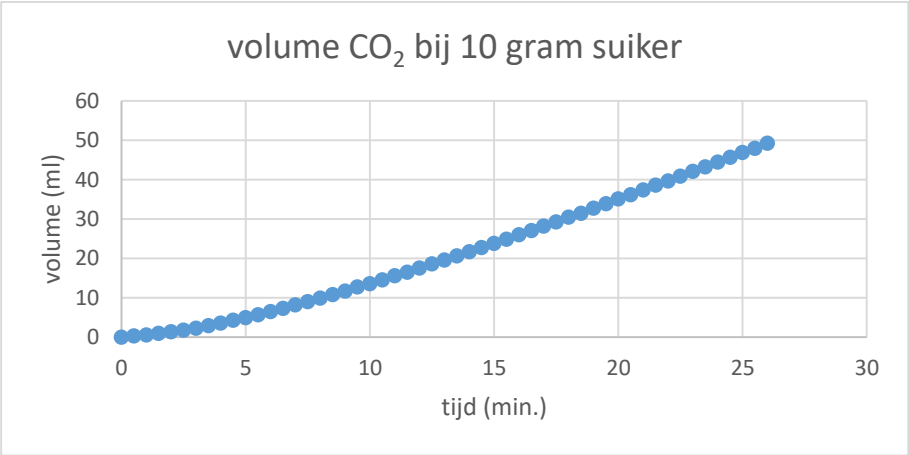

| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 5 | 12,4 | 10 | 31,6 |
| 0,5 | 1 | 5,5 | 14,2 | 10,5 | 33,7 |
| 1 | 1,8 | 6 | 15,9 | 11 | 35,8 |
| 1,5 | 2,8 | 6,5 | 17,8 | 11,5 | 37,8 |
| 2 | 4 | 7 | 19,6 | 12 | 39,9 |
| 2,5 | 5,1 | 7,5 | 21,5 | 12,5 | 42,1 |
| 3 | 6,4 | 8 | 23,5 | 13 | 44,1 |
| 3,5 | 7,8 | 8,5 | 25,5 | 13,5 | 46,3 |
| 4 | 9,2 | 9 | 27,5 | 14 | 48,4 |
| 4,5 | 10,7 | 9,5 | 29,5 | | |

### 3.2.6. *Resultaten 4 gram suiker*



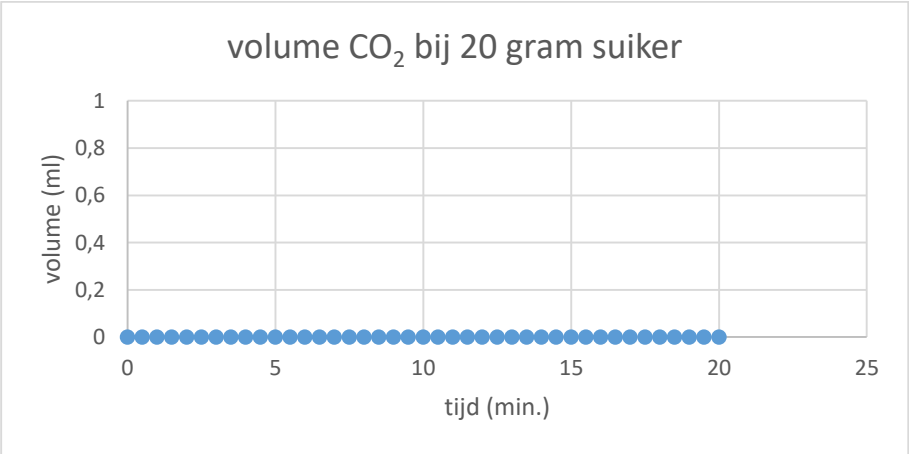

| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 5,5 | 13,3 | 11 | 32,6 |
| 0,5 | 0,8 | 6 | 14,9 | 11,5 | 34,5 |
| 1 | 1,7 | 6,5 | 16,5 | 12 | 36,4 |
| 1,5 | 2,7 | 7 | 18,1 | 12,5 | 38,4 |
| 2 | 3,8 | 7,5 | 19,9 | 13 | 40,4 |
| 2,5 | 4,8 | 8 | 21,6 | 13,5 | 42,3 |
| 3 | 6,2 | 8,5 | 23,4 | 14 | 44,3 |
| 3,5 | 7,5 | 9 | 25,1 | 14,5 | 46,4 |
| 4 | 8,9 | 9,5 | 27 | 15 | 48,4 |
| 4,5 | 10,3 | 10 | 28,8 | | |
| 5 | 11,7 | 10,5 | 30,7 | | |

### 3.2.7. *Resultaten 10 gram suiker*



| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 9 | 11,7 | 18 | 30,5 |
| 0,5 | 0,3 | 9,5 | 12,8 | 18,5 | 31,5 |
| 1 | 0,6 | 10 | 13,6 | 19 | 32,8 |
| 1,5 | 1 | 10,5 | 14,6 | 19,5 | 33,9 |
| 2 | 1,4 | 11 | 15,6 | 20 | 35,1 |
| 2,5 | 1,8 | 11,5 | 16,5 | 20,5 | 36,2 |
| 3 | 2,3 | 12 | 17,6 | 21 | 37,4 |
| 3,5 | 2,9 | 12,5 | 18,6 | 21,5 | 38,6 |
| 4 | 3,6 | 13 | 19,6 | 22 | 39,7 |
| 4,5 | 4,3 | 13,5 | 20,7 | 22,5 | 40,9 |
| 5 | 5 | 14 | 21,7 | 23 | 42,1 |
| 5,5 | 5,7 | 14,5 | 22,8 | 23,5 | 43,3 |
| 6 | 6,5 | 15 | 23,8 | 24 | 44,5 |
| 6,5 | 7,3 | 15,5 | 24,9 | 24,5 | 45,7 |
| 7 | 8,2 | 16 | 26 | 25 | 46,9 |
| 7,5 | 9 | 16,5 | 27,1 | 25,5 | 48 |
| 8 | 9,9 | 17 | 28,2 | 26 | 49,3 |
| 8,5 | 10,8 | 17,5 | 29,3 | | |

### 3.2.8. *Resultaten 20 gram suiker*




| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 7 | 0 | 14 | 0 |
| 0,5 | 0 | 7,5 | 0 | 14,5 | 0 |
| 1 | 0 | 8 | 0 | 15 | 0 |
| 1,5 | 0 | 8,5 | 0 | 15,5 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 0 | 9 | 0 | 16 | 0 |
| 2,5 | 0 | 9,5 | 0 | 16,5 | 0 |
| 3 | 0 | 10 | 0 | 17 | 0 |
| 3,5 | 0 | 10,5 | 0 | 17,5 | 0 |
| 4 | 0 | 11 | 0 | 18 | 0 |
| 4,5 | 0 | 11,5 | 0 | 18,5 | 0 |
| 5 | 0 | 12 | 0 | 19 | 0 |
| 5,5 | 0 | 12,5 | 0 | 19,5 | 0 |
| 6 | 0 | 13 | 0 | 20 | 0 |
| 6,5 | 0 | 13,5 | 0 | | |

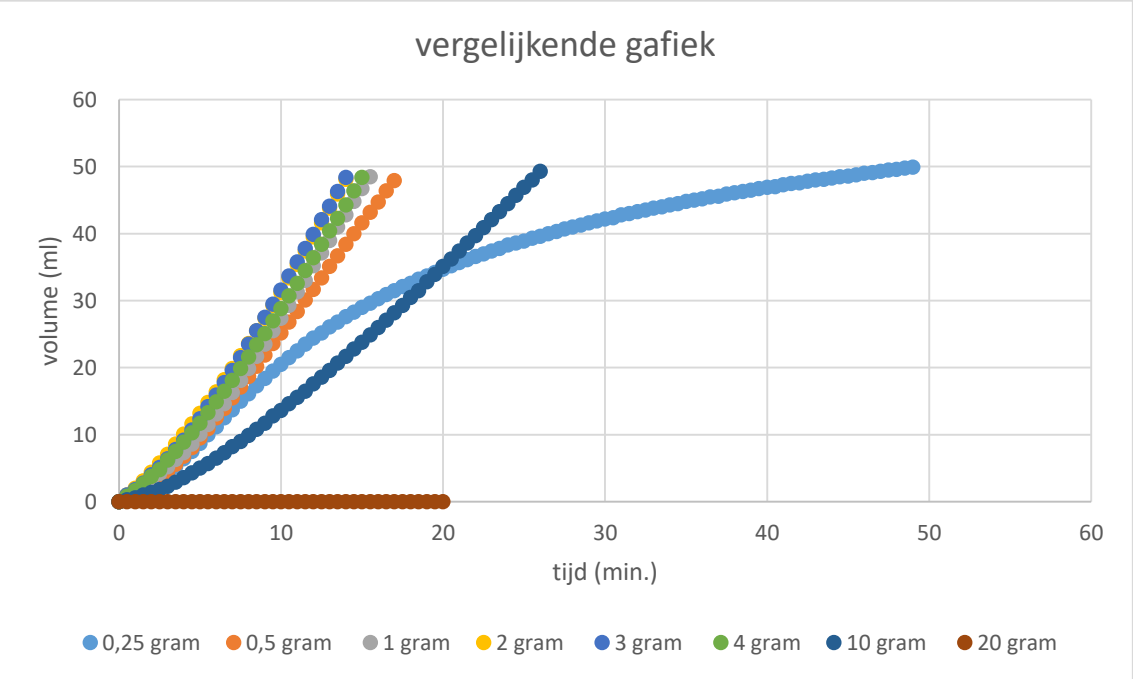
# 4. Reflecteren

## 4.1. Optredende reacties

$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow CH_3CH_2OH + 2\ CO_2$ (+ warmte)

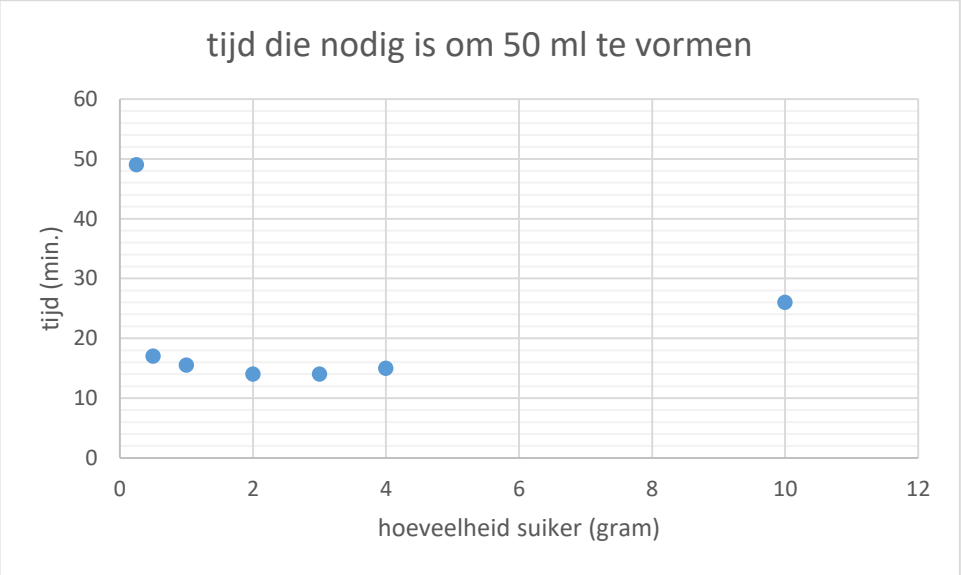
## 4.2. Verklaring

Al die aparte grafieken en tabellen geven geen mooi overzicht. Dus hebben we nog eens alle curves in één grafiek gezet.




Uit de bovenstaande grafiek halen we de volgende volgorde, gerangschikt van goede gisting naar slecht: 3 gram, 2 gram, 4 gram, 1 gram, 0,5 gram, 10 gram, 0,25 gram en 20 gram.

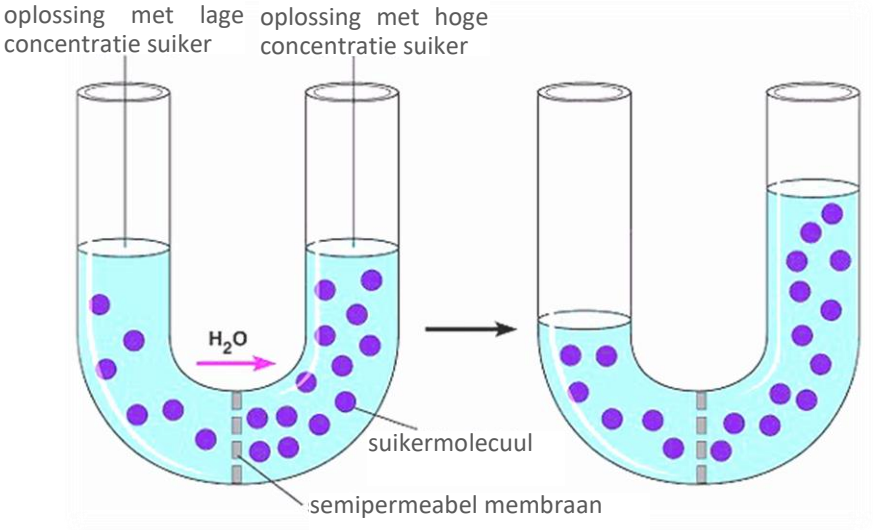
Deze grafiek geeft een mooi overzicht. Maar wanneer we de hoeveelheid suiker t.o.v. de tijd zetten krijgen we deze grafiek:




Het is best logisch dat hoe minder suiker je toevoegt aan de gist, dat er minder $CO_2$ gevormd wordt. De reactie loopt dan ook sneller af, dat zie je duidelijk bij 0,25 gram suiker.

Toch is meer suiker niet beter. Bij een te grote hoeveelheid suiker wordt er geen $CO_2$ meer gevormd. Suiker heeft dan een conserverende werking. Dat komt omdat er osmose of plasmolyse optreedt. Plasmolyse is de benaming voor osmose bij plantaardige cellen. Osmose is proces waarbij het water zich begeeft van een lage concentratie aan opgeloste stoffen naar een hoge concentratie aan opgeloste stoffen. Door de semipermeabele wand kan enkel water en niet de opgeloste stoffen. De suikermoleculen passen er niet door, daarom “semipermeabel” wat “halfdoorlatend” betekent.

Er treedt bij te veel suiker osmose op omdat de concentratie aan opgeloste stoffen (hier: suiker) buiten de cel, groter is dan de concentratie opgeloste stoffen binnen de cel. Het water verplaatst zich dan door de semipermeabele wand van de cel naar de plaats met de hoogste concentratie aan suiker. Bij




een groot verschil in suikerconcentratie binnen en buiten de cel, verplaatst er te veel water uit de cel waardoor de celwand het begeeft.

## 4.3. Besluit

Een hoeveelheid van 2 á 3 gram tafelsuiker zorgt voor een optimale gisting. Oftewel: wanneer de hoeveelheid (gram) tafelsuiker ongeveer gelijk is aan de hoeveelheid (gram) gist en één tiende van de hoeveelheid (ml) water. Dus: 3 gram suiker met 3 gram gist in 30 ml water, 4 gram suiker met 4 gram gist in 40 ml water …

# Proef 3: Welke temperatuur zorgt voor een optimaal gistingsproces

In deze proef testen we verschillende temperaturen om te weten te komen welke temperatuur er zorgt voor een optimale gisting. Omdat wij gekozen hebben om het vrijgekomen koolstofdioxide te meten, zoeken we dus naar de suiker die zorgt voor een optimale aanmaak van koolstofdioxide.

Om de proef efficiënt te laten uitvoeren kan je bijvoorbeeld 5 verschillende temperaturen testen en de leerlingen opdelen in vijf groepjes. Elk groepje test op die manier één temperatuur. Na het uitvoeren van de proeven kan je klassikaal de resultaten van elk groepje bekijken en vergelijken, om zo een tot een besluit te komen over welke temperatuur er nu zorgt voor een optimale gisting.

Denk er ook weer dat alle parameters bij alle groepjes (buiten de temperatuur) hetzelfde moeten blijven. De leerlingen moeten allemaal dezelfde proefopstelling gebruiken en de hoeveelheden moeten hetzelfde zijn. Zorg er ook voor dat de tijd dat de leerlingen meten hetzelfde is. Laat ze bijvoorbeeld allemaal op hetzelfde moment de gist bij het suikerwater doen. Of laat iedere groep zelf timen, bijvoorbeeld 25 minuten lang.

Wij hebben deze proef uitgevoerd met een waterbad. Het kan altijd dat een school geen waterbad of toch niet genoeg waterbaden heeft voor de leerlingen. Daarom beschrijven we kort een aantal alternatieven:

- In plaats van een waterbad kan je gewoon een (plastieken/ glazen/ ijzeren/ …) bak vullen met water dat dezelfde temperatuur heeft als de temperatuur die je gaat onderzoeken. Zet dan de erlenmeyer met het mengsel van gist, suiker en water (dat water moet ook dezelfde temperatuur hebben als degene die je gaat onderzoeken) in de bak. Zo gaat de te onderzoeken temperatuur minder snel verloren.
- In plaats van de erlenmeyer met het warme gistmengel in een waterbad te zetten, kan je het ook in een geïsoleerde bak zetten, een bak gemaakt uit isomo bijvoorbeeld.
- Je kan ook enkel het water dat je bij de gist voegt opwarmen tot de gewenste temperatuur. Denk er wel aan dat die temperatuur erg snel verloren gaat.

## 1 Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Welke temperatuur zorgt voor een optimale gisting?

### 1.2. Hypothese

De hypothese is hier de temperatuur die de leerlingen gaan testen.

## 2. Voorbereiden

## 2.2. Materiaal + stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Balans<br>• Weegschuitje<br>• Rietjes<br>• Ballonnen<br>• Plakband<br>• Elastiek<br>• Thermometer<br>• Buret van 50 ml<br>• Erlenmeyer 100 ml<br>• Maatbeker<br>• Statief + statiefklemmen<br>• Waterbad | • Tafelsuiker<br>• Droge gist<br>• Water |

## 2.3. Opstelling (foto)

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| Verbindingen tussen rietjes | Verbindingen tussen rietjes testen | Proefopstelling |

# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

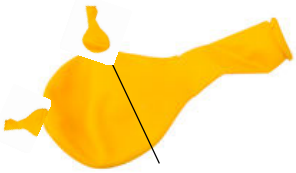
De werkwijze kan je best door de leerlingen zelf laten maken.

C. Rietjes als verbinding.

4. Steek het uiteinde van het eerste rietje door het uiteinde van het andere rietje.
5. Plak ze aan elkaar vast met plakband. Tip: gebruik meer dan 1 laag plakband en ga ook in de lengte van het rietje.
6. Test of het rietje luchtdicht is. Dat doe je door het rietje (ook het deel waar de plakband zit) onder water te houden en te blazen. Als er gasbellen verschijnen, is het niet luchtdicht en gebruik je meer plakband of begin opnieuw. Als er geen gasbellen verschijnen, is het rietje bruikbaar.

D. Proefopstelling bouwen

16. Bouw de opstelling na zoals op de foto.
17. Vul de buret volledig met water en plaats hem ondersteboven in de maatbeker die gevuld is met water. Dat doe je door de buret te vullen, je duim erop te plaatsen en hem zo ondersteboven in het water te brengen. Laat pas los als de opening van de buret volledig onder water zit. Let op dat het kraantje dicht is.
18. Als de opstelling klaar is maak je de gistoplossing.
19. Meet 30 ml water af m.b.v. de maatcilinder.
20. Meet de temperatuur van het water met de thermometer. Zorg dat de temperatuur van het water gelijk is aan de gekozen temperatuur. Bijvoorbeeld 35°C.
21. Doe het water in de erlenmeyer.
22. Weeg 4 gram van de gekozen suiker af m.b.v. de balans en het weegschuitje. Breng de suiker bij 30 ml water in de erlenmeyer, los de suiker op in het water. Roer goed door met de erlenmeyer rond te draaien.
23. Weeg 3 gram gist af m.b.v. de balans en het weegschuitje. Voeg de gist toe in de erlenmeyer. Roer goed door met de erlenmeyer rond te draaien.



24. Knip het lange gedeelte waar je normaal op blaast af en maak boven in de ballon een klein gaatje door een heel klein sneetje in de ballon te knippen.
25. Plaats de ballon een beetje gespannen over de erlenmeyer. Zorg dat het gat waar het rietje door moet niet te groot is na het aanspannen, zo sluit de ballon niet goed aan op het rietje en zal er koolstofdioxide ontsnappen.
26. Maak de ballon vast door er een elastiek een aantal keer rond te draaien.
27. Plaats het rietje door het gat van de ballen in de erlenmeyer.
28. Zet de erlenmeyer vast tussen de klemmen van het statief. Zorg dat de gistoplossing in de erlenmeyer in het waterbad zit.
29. De andere kant van het rietje steek je in de buret. Zo kunnen de gasbellen vanuit het rietje in de buret komen.
30. Wacht tot de eerste gasbellen zich vormen. Dit duurt ongeveer zo'n 12 minuten. Vanaf dan lees je elke 30 seconden de waarde af op de buret en noteer je ze in een tabel zoals hieronder. Het experiment stopt als er meer dan 50 ml gas gevormd is.

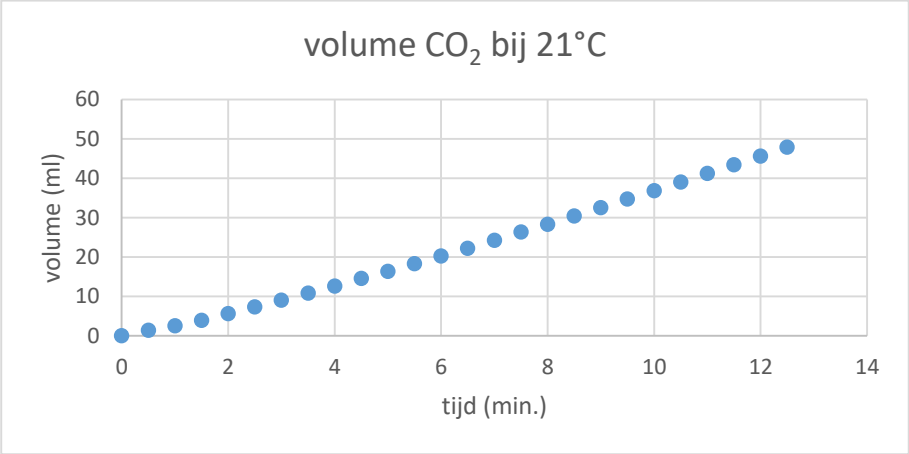
## 3.2. Waarnemingen

Na ongeveer 10 minuten zie je de eerste gasbellen verschijnen. Indien dat niet het geval is, ontsnapt er ergens koolstofdioxide in je opstelling.

| Tijd (minuten) | Volume (milliliter) |
|---|---|
| 0 | 0 |

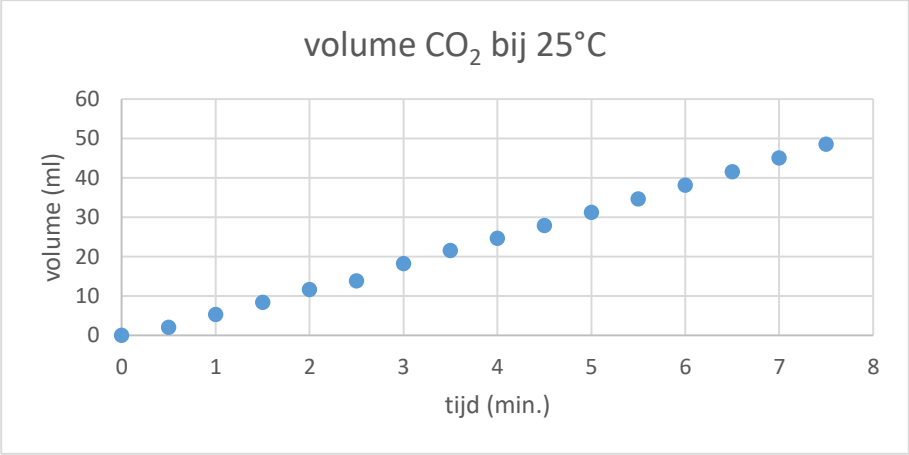
| | |
|---|---|
| 0,5 | … |
| 1,0 | … |
| 1,5 | … |

### 3.2.1. Resultaten 21°C



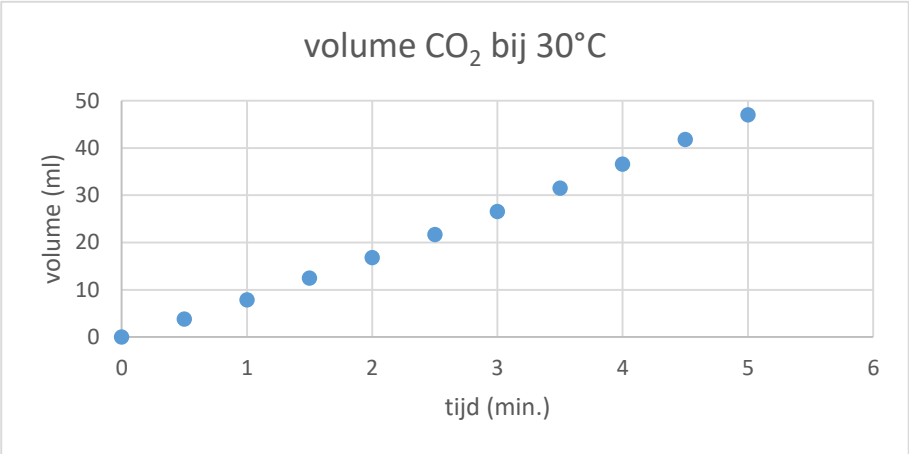

| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 4,5 | 14,5 | 9 | 32,5 |
| 0,5 | 1,4 | 5 | 16,3 | 9,5 | 34,7 |
| 1 | 2,5 | 5,5 | 18,3 | 10 | 36,8 |
| 1,5 | 3,9 | 6 | 20,2 | 10,5 | 39 |
| 2 | 5,6 | 6,5 | 22,2 | 11 | 41,2 |
| 2,5 | 7,3 | 7 | 24,2 | 11,5 | 43,4 |
| 3 | 9 | 7,5 | 26,3 | 12 | 45,6 |
| 3,5 | 10,8 | 8 | 28,3 | 12,5 | 47,9 |
| 4 | 12,6 | 8,5 | 30,4 | | |

### 3.2.2. Resultaten 25°C



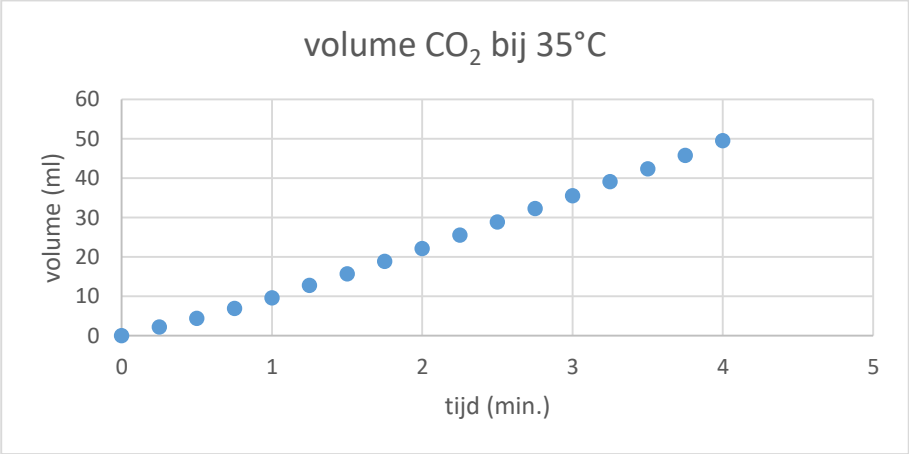
| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 4 | 24,6 |
| 0,5 | 2 | | 4,5 | 27,9 |
| 1 | 5,3 | | 5 | 31,2 |
| 1,5 | 8,4 | | 5,5 | 34,6 |
| 2 | 11,6 | | 6 | 38,1 |
| 2,5 | 13,8 | | 6,5 | 41,5 |
| 3 | 18,2 | | 7 | 45 |
| 3,5 | 21,5 | | 7,5 | 48,5 |

### 3.2.3. Resultaten 30°C



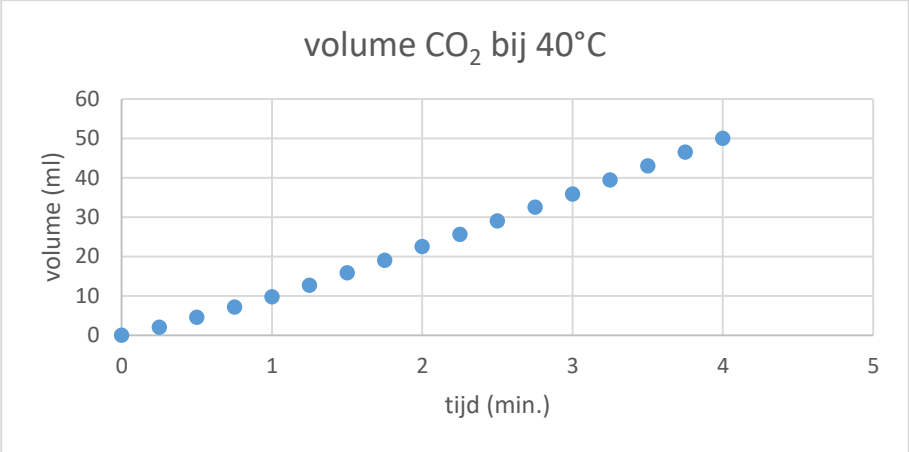

| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 3 | 26,6 |
| 0,5 | 3,8 | | 3,5 | 31,5 |
| 1 | 7,9 | | 4 | 36,6 |
| 1,5 | 12,5 | | 4,5 | 41,8 |
| 2 | 16,8 | | 5 | 47 |
| 2,5 | 21,7 | | | |

### 3.2.4. Resultaten 35°C



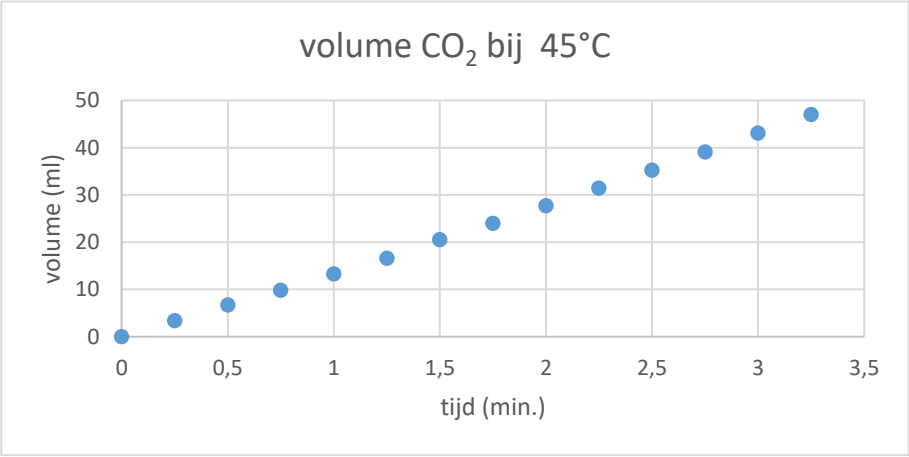
| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 2,25 | 25,5 |
| 0,25 | 2,2 | | 2,5 | 28,9 |
| 0,5 | 4,4 | | 2,75 | 32,3 |
| 0,75 | 6,9 | | 3 | 35,5 |
| 1 | 9,6 | | 3,25 | 39,1 |
| 1,25 | 12,8 | | 3,5 | 42,4 |
| 1,5 | 15,7 | | 3,75 | 45,8 |
| 1,75 | 18,9 | | 4 | 49,5 |
| 2 | 22,1 | | | |

### 3.2.5. Resultaten 40°C



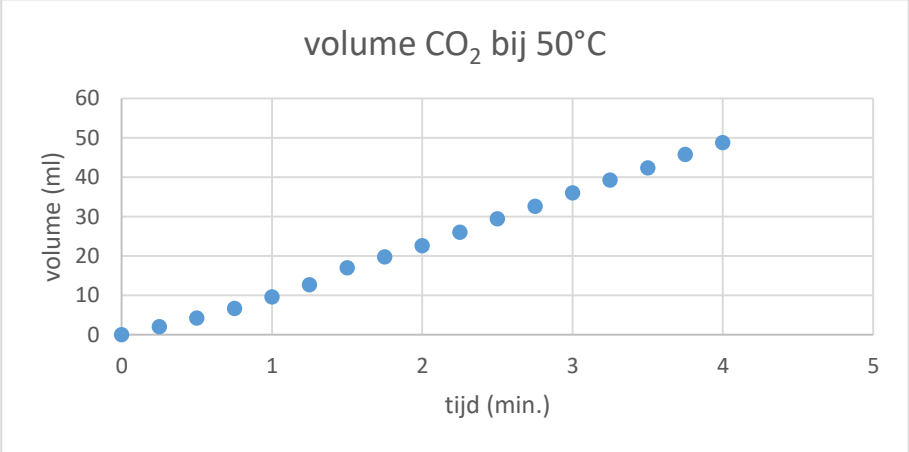

| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 2,25 | 25,6 |
| 0,25 | 2 | | 2,5 | 29 |
| 0,5 | 4,5 | | 2,75 | 32,5 |
| 0,75 | 7,1 | | 3 | 35,8 |
| 1 | 9,7 | | 3,25 | 39,4 |
| 1,25 | 12,7 | | 3,5 | 43 |
| 1,5 | 15,8 | | 3,75 | 46,5 |
| 1,75 | 19 | | 4 | 50 |
| 2 | 22,5 | | | |

### 3.2.7. Resultaten 45°C




| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 1,75 | 24 |
| 0,25 | 3,4 | | 2 | 27,7 |
| 0,5 | 6,7 | | 2,25 | 31,4 |
| 0,75 | 9,8 | | 2,5 | 35,2 |
| 1 | 13,3 | | 2,75 | 39,1 |
| 1,25 | 16,6 | | 3 | 43,1 |
| 1,5 | 20,5 | | 3,25 | 47 |

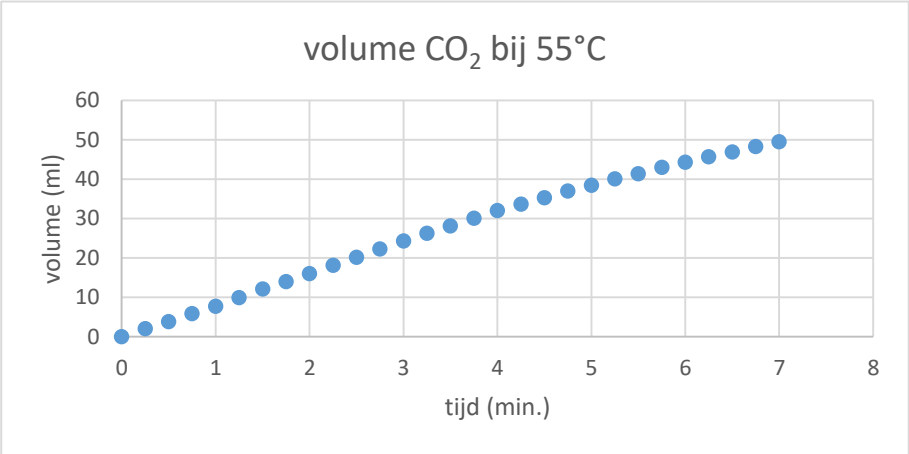
### 3.2.8. Resultaten 50°C




| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 2,25 | 26 |

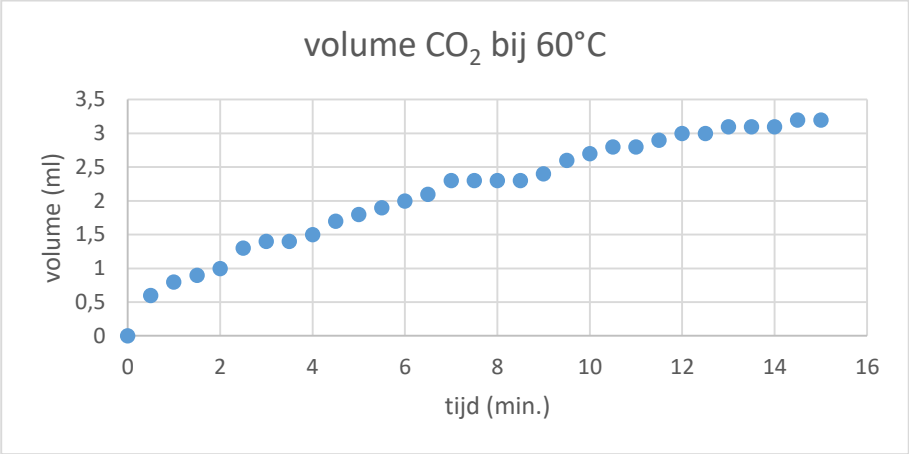
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,25 | 2 | | 2,5 | 29,4 |
| 0,5 | 4,2 | | 2,75 | 32,6 |
| 0,75 | 6,7 | | 3 | 36 |
| 1 | 9,6 | | 3,25 | 39,3 |
| 1,25 | 12,7 | | 3,5 | 42,4 |
| 1,5 | 17 | | 3,75 | 45,8 |
| 1,75 | 19,8 | | 4 | 48,8 |
| 2 | 22,6 | | | |

### 3.2.9. Resultaten 55°C




| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 2,5 | 20,2 | | 5 | 38,5 |
| 0,25 | 2 | | 2,75 | 22,3 | | 5,25 | 40,1 |
| 0,5 | 3,8 | | 3 | 24,3 | | 5,5 | 41,4 |
| 0,75 | 5,9 | | 3,25 | 26,3 | | 5,75 | 43 |
| 1 | 7,7 | | 3,5 | 28,1 | | 6 | 44,3 |
| 1,25 | 9,9 | | 3,75 | 30,1 | | 6,25 | 45,7 |
| 1,5 | 12,1 | | 4 | 32 | | 6,5 | 46,9 |
| 1,75 | 14 | | 4,25 | 33,7 | | 6,75 | 48,3 |
| 2 | 16 | | 4,5 | 35,3 | | 7 | 49,5 |
| 2,25 | 18,1 | | 4,75 | 37 | | | |

### 3.2.11. Resultaten 60°C




| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 5,5 | 1,9 | 10,5 | 2,8 |
| 0,5 | 0,6 | 6 | 2 | 11 | 2,8 |
| 1 | 0,8 | 6,5 | 2,1 | 11,5 | 2,9 |
| 1,5 | 0,9 | 7 | 2,3 | 12 | 3 |
| 2 | 1 | 7,5 | 2,3 | 12,5 | 3 |
| 2,5 | 1,3 | 8 | 2,3 | 13 | 3,1 |
| 3 | 1,4 | 8,5 | 2,3 | 13,5 | 3,1 |
| 3,5 | 1,4 | 9 | 2,4 | 14 | 3,1 |
| 4 | 1,5 | 9,5 | 2,6 | 14,5 | 3,2 |
| 4,5 | 1,7 | 10 | 2,7 | 15 | 3,2 |
| 5 | 1,8 | | | | |

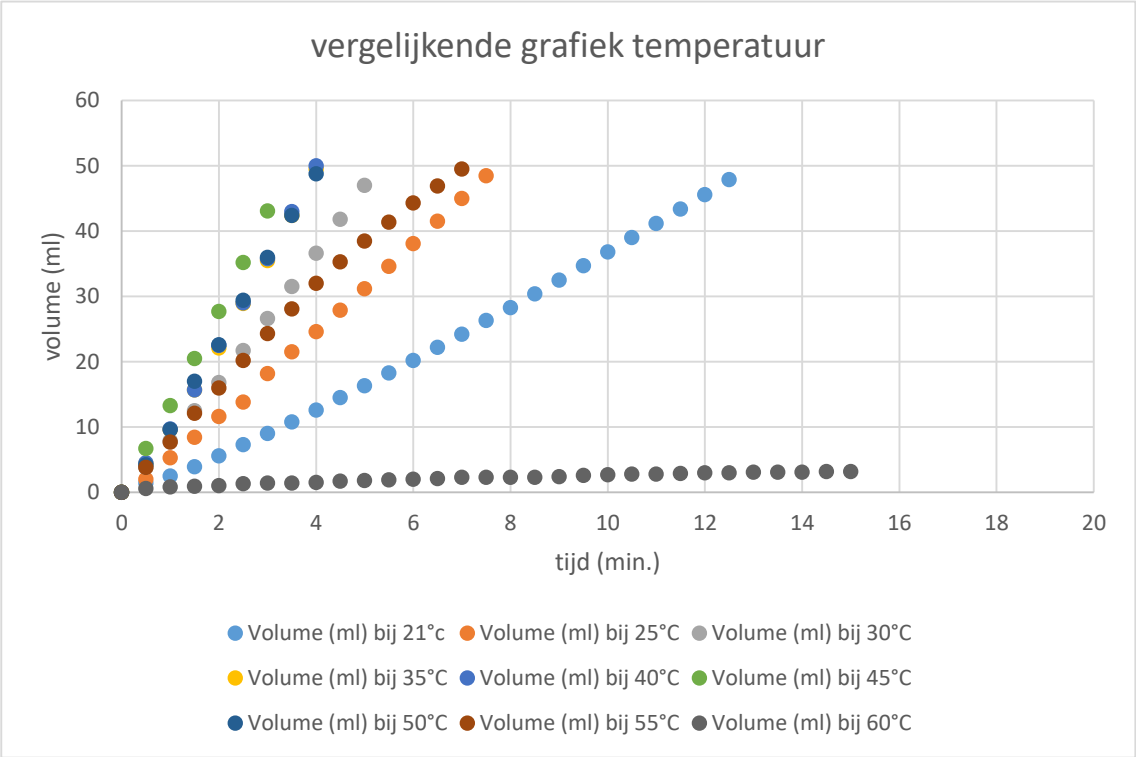
# 4. Reflecteren

## 4.1. Optredende reacties

$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2\ CH_3CH_2OH + 2\ CO_2$ (+ warmte)

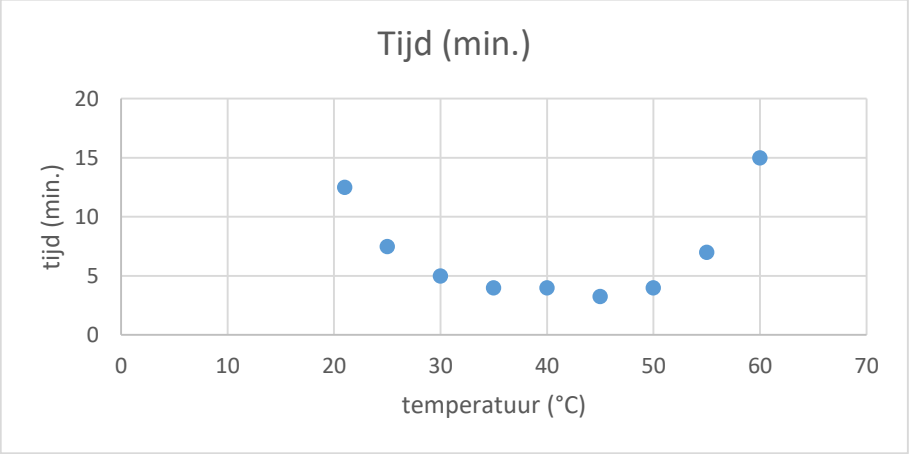
## 4.2. Verklaring

Al die aparte grafieken en tabellen geven geen mooi overzicht. Dus hebben we nog eens alle curves in één grafiek gezet.




Uit de bovenstaande grafiek halen we de volgende volgorde, gerangschikt van goed naar slecht: 45°C, 40°C, 35°C, 50°C, 30°C, 55°C, 25°C, 21°C, 60°C.

Deze grafiek geeft een mooi overzicht. Maar wanneer we de temperaturen t.o.v. de tijd zetten krijgen we deze grafiek:




De meeste enzymen werken beter bij bepaalde temperaturen. De enzymen in de droge gist in deze proef werken het beste bij een temperatuur van 45°C.

Micro-organismen zouden boven een temperatuur van 40°C gedeeltelijk hun werking verliezen. De enzymen in de gist werken dan niet meer. Dat komt door het verschijnsel “denaturatie”. Enzymen zijn eiwitten, bij een te hoge temperatuur verandert de ruimtelijke structuur van een eiwit (= denatureren). Bij het bakken van een ei gebeurt net hetzelfde, de eiwitten in het ei denatureren tijdens het bakken. Meestal wordt bij een ei “stollen” gezegd, dat klopt uiteraard niet. Stollen is een fysisch en dus een omkeerbaar proces. Denatureren is het chemisch proces en kan niet meer worden omgekeerd.

Een te lage temperatuur remt het gistproces af. Bij invriezen worden de gistcellen (die bestaan uit 70% water) kapotgevroren, waardoor ze hun werking verliezen. Enzymen gaan niet kapot bij het invriezen.

## 4.3. Besluit

Een temperatuur van 45°C zorgt voor een optimale gisting.

# Proef 4: Hoe zorg je voor een juiste pH-waarde?

In deze proef worden er verschillende pH-waardes getest om te weten te komen welke pH-waarde zorgt voor een optimaal gistmetabolisme. Omdat wij gekozen hebben om het vrijgekomen koolstofdioxide te meten, zoeken we dus naar de suiker die zorgt voor een optimale aanmaak van koolstofdioxide.

Om de proef efficiënt te laten uitvoeren kan je bijvoorbeeld 5 verschillende pH-waardes testen en de leerlingen opdelen in vijf groepjes. Elk groepje test op die manier één pH-waarde. Na het uitvoeren van de proeven kan je klassikaal de resultaten van elk groepje bekijken en vergelijken. Om zo een tot een besluit te komen over welke pH-waarde er nu zorgt voor een optimaal gistmetabolisme.

Denk er ook weer dat alle parameters bij alle groepjes (buiten de pH-waarde) hetzelfde moeten blijven. De leerlingen moeten allemaal dezelfde proefopstelling gebruiken, in hetzelfde lokaal zitten (zodat het overal even warm is) … Ook de hoeveelheden enzoverder moeten hetzelfde zijn. Zorg er ook voor dat de tijd dat de leerlingen meten hetzelfde is. Laat ze bijvoorbeeld allemaal op hetzelfde moment de gist bij het suikerwater doen. Of laat iedere groep zelf timen, bijvoorbeeld 25 minuten lang.

Om de gist bij verschillende pH-waardes te meten, moet je het water dat je toevoegt bij de gist een bepaalde pH-waarde kunnen geven. Wij hebben deze proef uitgevoerd door telkens enkele druppels citroensap aan het water toe te voegen. Ook hier kan je zelf een ander product toevoegen om de pH-waarde van het gistmengsel te verlagen. Bijvoorbeeld cola of een zuur uit het chemielokaal bij jou op school. Het is moeilijk om zonder een heel correcte pH-meter de pH van het water de bepalen. Ouder universeelindicatorpapier kan al een vertekend beeld geven van de werkelijke pH-waarde. Daarom hebben wij het water 'getitreerd' met druppels citroensap om zo tot de nodige pH-waardes te komen. Op die manier konden we in de bundel vermelden hoeveel druppels citroensap in bijvoorbeeld 50 milliliter water zorgt voor een pH-waarde gelijk aan 5. Van die proef vinden jullie hieronder de uitwerking.

## 1. Oriënteren

### 1.1 Onderzoeksvraag

Hoeveel druppels citroensap moeten we toevoegen aan 30 milliliter water om pH-waarde van 3, 4, 5, 6 te krijgen?

### 1.2 Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen

## 2. Voorbereiden

### 2.1 Materiaal + stoffen

Je gebruikt hier natuurlijk de materialen die de leerlingen voor hun eigen proefopstelling hebben gebruikt. Wij bespreken het nu voor de proefopstelling die we zelf hebben opgesteld.

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Maatbeker<br>• Maatcilinder<br>• pH-meter<br>• Pasteurpipet | • Gedemineraliseerd water<br>• Citroensap |

## 2.2 Opstelling (foto)

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| Verbindingen tussen rietjes | Verbindingen tussen rietjes testen | Proefopstelling |

# 3. Uitvoeren

## 3.1 Werkwijze

De werkwijze kan je best door de leerlingen zelf laten maken.

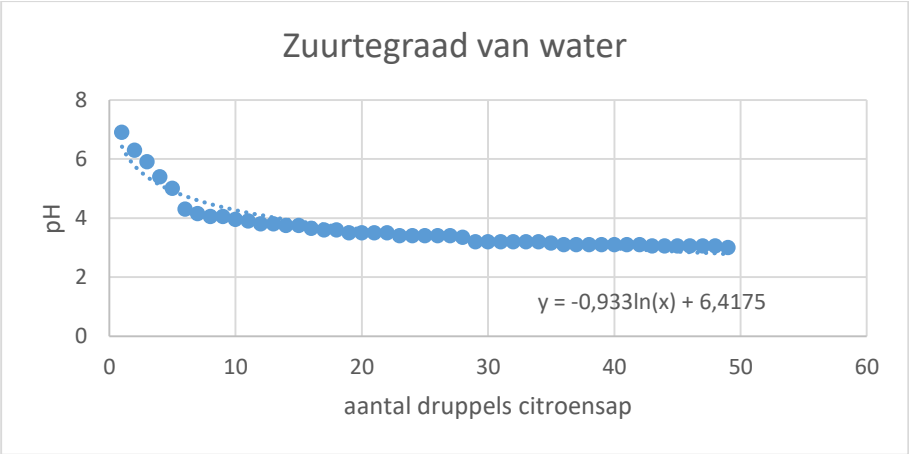
1. Doe m.b.v. een maatcilinder 30 ml gedemineraliseerd water in de maatbeker.
2. Meet de pH waarde van het water. Noteer.
3. Meet de pH-waarde van het citroensap. Noteer. De pH-waarde van het citroensap is ook de laagste pH waarde die je kan bereiken.
4. Voeg een druppel citroensap m.b.v. de pasteurpipet toe aan het water.
5. Meet de pH waarde en noteer.
6. Voeg opnieuw een druppel citroensap toe aan het water.
7. Meet de pH-waarde en noteer.
8. Blijf dit herhalen tot je aan de laagste pH-waarde zit.

## 3.2 Waarnemingen

pH-waarde citroensap: 3,0
pH-waarde gedemineraliseerd water: 7,0

| Aantal druppels citroensap | pH-waarde water |
|---|---|
| 0 | 7 |
| 1 | … |
| 2 | … |
| 3 | … |
| … | … |

### 3.2.1 Resultaten



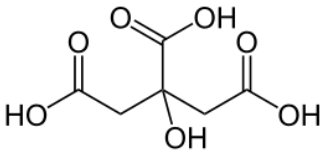

| druppels | pH-waarde | druppels | pH-waarde | druppels | pH-waarde |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6,9 | 18 | 3,6 | 35 | 3,15 |
| 2 | 6,3 | 19 | 3,5 | 36 | 3,1 |
| 3 | 5,9 | 20 | 3,5 | 37 | 3,1 |
| 4 | 5,4 | 21 | 3,5 | 38 | 3,1 |
| 5 | 5 | 22 | 3,5 | 39 | 3,1 |
| 6 | 4,3 | 23 | 3,4 | 40 | 3,1 |
| 7 | 4,15 | 24 | 3,4 | 41 | 3,1 |
| 8 | 4,05 | 25 | 3,4 | 42 | 3,1 |
| 9 | 4,05 | 26 | 3,4 | 43 | 3,05 |
| 10 | 3,95 | 27 | 3,4 | 44 | 3,05 |
| 11 | 3,9 | 28 | 3,35 | 45 | 3,05 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 3,8 | 29 | 3,2 | 46 | 3,05 |
| 13 | 3,8 | 30 | 3,2 | 47 | 3,05 |
| 14 | 3,75 | 31 | 3,2 | 48 | 3,05 |
| 15 | 3,75 | 32 | 3,2 | 49 | 3 |
| 16 | 3,65 | 33 | 3,2 | | |
| 17 | 3,6 | 34 | 3,2 | | |

# 4. Reflecteren

## 4.1 Optredende reacties

$C_5H_7O_5COOH + H_2O \longrightarrow C_5H_7O_5COO^- + H_3O^+$




## 4.2 Verklaring

In citroensap zit citroenzuur, wat de zure smaak geeft. Citroenzuur heeft deze formule: $C_6H_8O_7$. Citroensap is dus een zuur, het is een protonendonor. Wanneer citroensap opgelost wordt in water dissocieert het volgens bovenstaande reactie en krijgt het water een lagere pH-waarde.

## 4.3 Besluit

Aan 30 milliliter water moeten we respectievelijk 49, 9, 5 en 3 druppels citroensap toevoegen om een pH-waarde van 3, 4, 5, 6 te krijgen.

# Proef 5: Welke pH-waarde zorgt voor een optimaal gistingsproces?

## 1. Oriënteren

### 1.1 Onderzoeksvraag

Welke pH-waarde zorgt voor een optimaal gistmetabolisme?

### 1.2 Hypothese

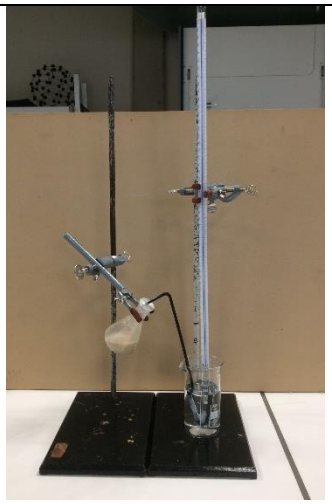
Dit moeten de leerlingen zelf invullen

## 2. Voorbereiden

### 2.1 Materiaal + stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Maatbeker<br>• Maatcilinder<br>• pH-meter<br>• Pasteurpipet<br>• Balans<br>• Rietjes<br>• Ballonnen<br>• Plakband<br>• Elastieken<br>• Erlenmeyer 100 ml<br>• Maatbeker<br>• Statief + statiefklemmen | • Gedemineraliseerd water<br>• Citroensap<br>• Gist<br>• Tafelsuiker |

## 2.2 Opstelling (foto)

| | | |
|---|---|---|
| | |  |
| Verbindingen tussen rietjes | Verbindingen tussen rietjes testen | Proefopstelling |

# 3. Uitvoeren

## 3.1 Werkwijze

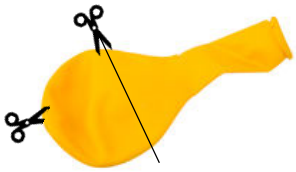
De werkwijze kan je best door de leerlingen zelf laten maken.

A. Rietjes als verbinding.
   1. Steek het uiteinde van het eerste rietje door het uiteinde van het andere rietje.
   2. Plak ze aan elkaar vast met plakband. Tip: gebruik meer dan 1 laag plakband en ga ook in de lengte van het rietje.
   3. Test of het rietje luchtdicht is. Dat doe je door het rietje (ook het deel waar de plakband zit) onder water te houden en te blazen. Als er gasbellen verschijnen, is het niet luchtdicht en gebruik je meer plakband of begin opnieuw. Als er geen gasbellen verschijnen, is het rietje bruikbaar.

A. Proefopstelling bouwen
   1. Bouw de opstelling na zoals op de foto.
   2. Vul de buret volledig met water en plaats hem ondersteboven in de maatbeker die gevuld is met water. Dat doe je door de buret te vullen, je duim erop te plaatsen en hem zo ondersteboven in het water te brengen. Laat pas los als de opening van de buret volledig onder water zit. Let op dat het kraantje dicht is.

B. Werkwijze:
   1. Als de opstelling klaar is maak je de gistoplossing.
   2. Meet 30 ml water af m.b.v. de maatcilinder en doe het water in de erlenmeyer.

3. Voeg bij de 30 ml water de hoeveelheid druppels citroensap om de pH-waarde te bekomen die je wilt meten. Bijvoorbeeld pH-waarde 5 = 5 druppels.
4. Weeg 4 gram tafelsuiker af m.b.v. de balans. Breng de suiker bij 30 ml water in de erlenmeyer, los de suiker op in het water.
5. Weeg 3 gram gist af m.b.v. de balans. Voeg de gist toe in de erlenmeyer. Roer goed door met de erlenmeyer rond te draaien.
6. Knip van de ballon het lange gedeelte (waar je normaal op blaast) af en maak boven in de ballon een klein gaatje door een heel klein sneetje in de ballon te knippen.
7. Plaats de ballon een beetje gespannen over de erlenmeyer. Zorg dat het gat waar het rietje door moet niet te groot is na het aanspannen, zo sluit de ballon niet goed aan op het rietje en zal er koolstofdioxide ontsnappen.



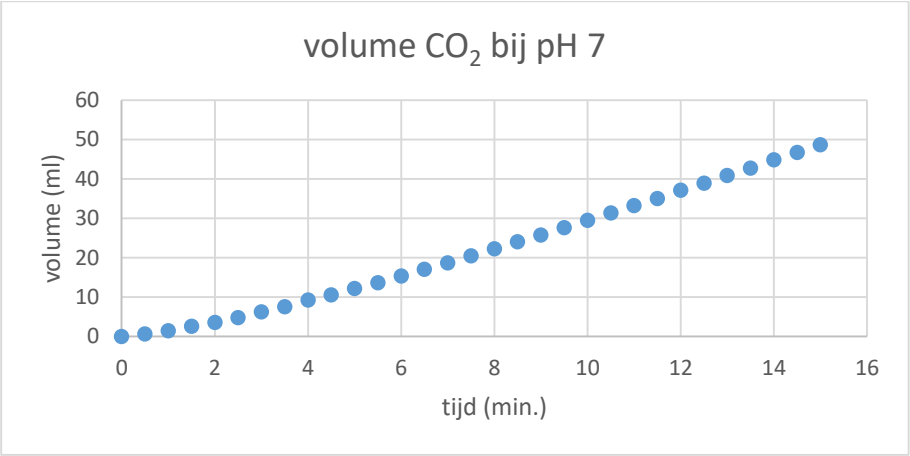
8. Maak de ballon vast door er een elastiek een aantal keer rond te draaien.
9. Plaats het rietje door het gat van de ballen in de erlenmeyer.
10. Zet de erlenmeyer vast tussen de klemmen van het statief.
11. De andere kant van het rietje steek je in de buret. Zo kunnen de gasbellen vanuit het rietje in de buret komen.
12. Wacht tot de eerste gasbellen zich vormen. Dit duurt ongeveer zo'n 12 minuten. Vanaf dan lees je elke 30 seconden de waarde af op de buret en noteer je ze in een tabel zoals hieronder. Het experiment stopt als er meer dan 50 ml gas gevormd is.
13. Herhaal dit voor elke pH-waarde.

## 3.2 Waarnemingen

Na ongeveer 10 minuten zie je de eerste gasbellen verschijnen. Indien dat niet het geval is, ontsnapt er ergens koolstofdioxide in je opstelling.

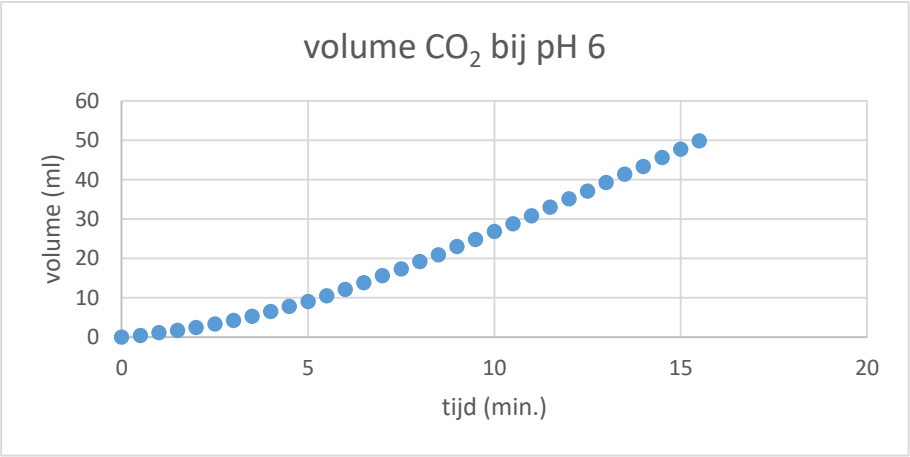
| Tijd (minuten) | Volume (milliliter) |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 0,5 | … |
| 1,0 | … |
| 1,5 | … |
| … | … |

### 3.2.1 Resultaten pH = 7



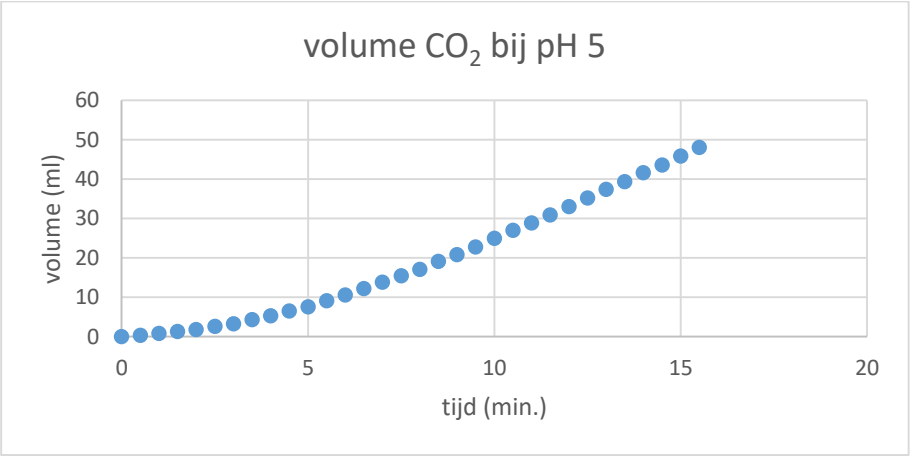

| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 5,5 | 13,7 | | 11 | 33,3 |
| 0,5 | 0,7 | | 6 | 15,4 | | 11,5 | 35,1 |
| 1 | 1,5 | | 6,5 | 17,1 | | 12 | 37,2 |
| 1,5 | 2,6 | | 7 | 18,7 | | 12,5 | 39 |
| 2 | 3,6 | | 7,5 | 20,5 | | 13 | 40,9 |
| 2,5 | 4,8 | | 8 | 22,3 | | 13,5 | 42,8 |
| 3 | 6,3 | | 8,5 | 24,1 | | 14 | 44,9 |
| 3,5 | 7,6 | | 9 | 25,8 | | 14,5 | 46,8 |
| 4 | 9,3 | | 9,5 | 27,7 | | 15 | 48,7 |
| 4,5 | 10,6 | | 10 | 29,5 | | | |
| 5 | 12,2 | | 10,5 | 31,4 | | | |

### 3.2.2 Resultaten pH = 6



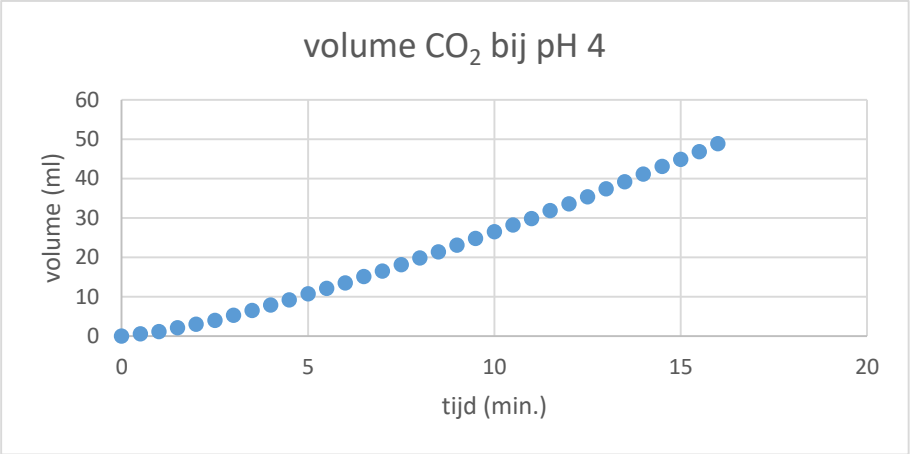
| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 5,5 | 10,5 | | 11 | 30,8 |
| 0,5 | 0,4 | | 6 | 12,1 | | 11,5 | 33 |
| 1 | 1,1 | | 6,5 | 13,8 | | 12 | 35,1 |
| 1,5 | 1,7 | | 7 | 15,6 | | 12,5 | 37,1 |
| 2 | 2,4 | | 7,5 | 17,3 | | 13 | 39,3 |
| 2,5 | 3,3 | | 8 | 19,2 | | 13,5 | 41,4 |
| 3 | 4,2 | | 8,5 | 20,9 | | 14 | 43,3 |
| 3,5 | 5,3 | | 9 | 23 | | 14,5 | 45,6 |
| 4 | 6,5 | | 9,5 | 24,8 | | 15 | 47,7 |
| 4,5 | 7,8 | | 10 | 26,8 | | 15,5 | 49,8 |
| 5 | 9 | | 10,5 | 28,8 | | | |

### 3.2.3 *Resultaten pH = 5*



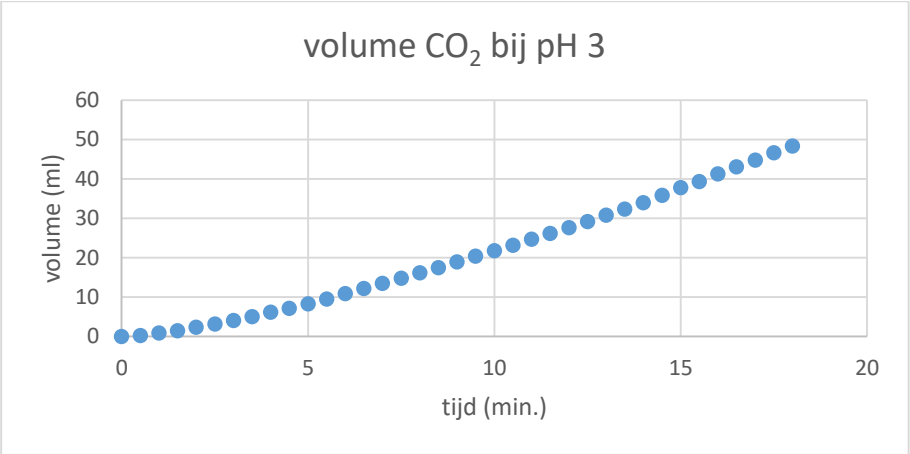

| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 5,5 | 9,1 | | 11 | 28,9 |
| 0,5 | 0,3 | | 6 | 10,6 | | 11,5 | 30,9 |
| 1 | 0,8 | | 6,5 | 12,2 | | 12 | 33 |
| 1,5 | 1,3 | | 7 | 13,8 | | 12,5 | 35,2 |
| 2 | 1,8 | | 7,5 | 15,5 | | 13 | 37,4 |
| 2,5 | 2,6 | | 8 | 17,1 | | 13,5 | 39,4 |
| 3 | 3,3 | | 8,5 | 19,1 | | 14 | 41,6 |
| 3,5 | 4,3 | | 9 | 20,8 | | 14,5 | 43,6 |
| 4 | 5,3 | | 9,5 | 22,8 | | 15 | 45,9 |
| 4,5 | 6,5 | | 10 | 25 | | 15,5 | 48,1 |
| 5 | 7,6 | | 10,5 | 27 | | | |

### 3.2.4 Resultaten pH = 4




| tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) | | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 5,5 | 12,1 | | 11 | 29,8 |
| 0,5 | 0,6 | | 6 | 13,5 | | 11,5 | 31,9 |
| 1 | 1,1 | | 6,5 | 15,1 | | 12 | 33,6 |
| 1,5 | 2,1 | | 7 | 16,5 | | 12,5 | 35,4 |
| 2 | 3 | | 7,5 | 18,1 | | 13 | 37,4 |
| 2,5 | 4 | | 8 | 19,8 | | 13,5 | 39,2 |
| 3 | 5,3 | | 8,5 | 21,4 | | 14 | 41,1 |
| 3,5 | 6,5 | | 9 | 23,1 | | 14,5 | 43,1 |
| 4 | 7,9 | | 9,5 | 24,8 | | 15 | 44,9 |
| 4,5 | 9,2 | | 10 | 26,5 | | 15,5 | 46,8 |
| 5 | 10,7 | | 10,5 | 28,2 | | 16 | 48,9 |

### 3.2.5 Resultaten pH = 3




| tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) | tijd (min) | Volume (ml) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 6,5 | 12,2 | 13 | 30,8 |
| 0,5 | 0,3 | 7 | 13,5 | 13,5 | 32,4 |
| 1 | 0,9 | 7,5 | 14,8 | 14 | 34 |
| 1,5 | 1,5 | 8 | 16,2 | 14,5 | 35,9 |
| 2 | 2,4 | 8,5 | 17,5 | 15 | 37,8 |
| 2,5 | 3,2 | 9 | 19 | 15,5 | 39,4 |
| 3 | 4,1 | 9,5 | 20,4 | 16 | 41,3 |
| 3,5 | 5,1 | 10 | 21,8 | 16,5 | 43,1 |
| 4 | 6,2 | 10,5 | 23,2 | 17 | 44,8 |
| 4,5 | 7,2 | 11 | 24,7 | 17,5 | 46,7 |
| 5 | 8,3 | 11,5 | 26,2 | 18 | 48,4 |
| 5,5 | 9,5 | 12 | 27,7 | | |
| 6 | 10,9 | 12,5 | 29,2 | | |

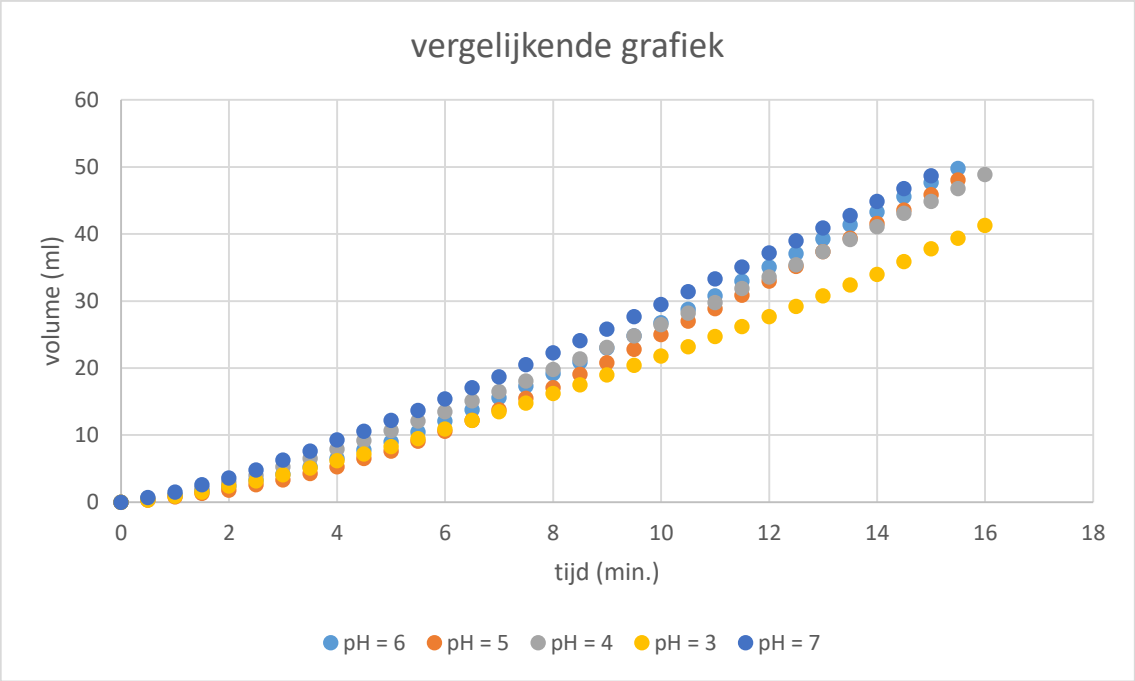
# 4. Reflecteren

## 4.1 Optredende reacties

$$C_5H_7O_5COOH + H_2O \longrightarrow C_5H_7O_5COO^- + H_3O^+$$

## 4.2 Verklaring

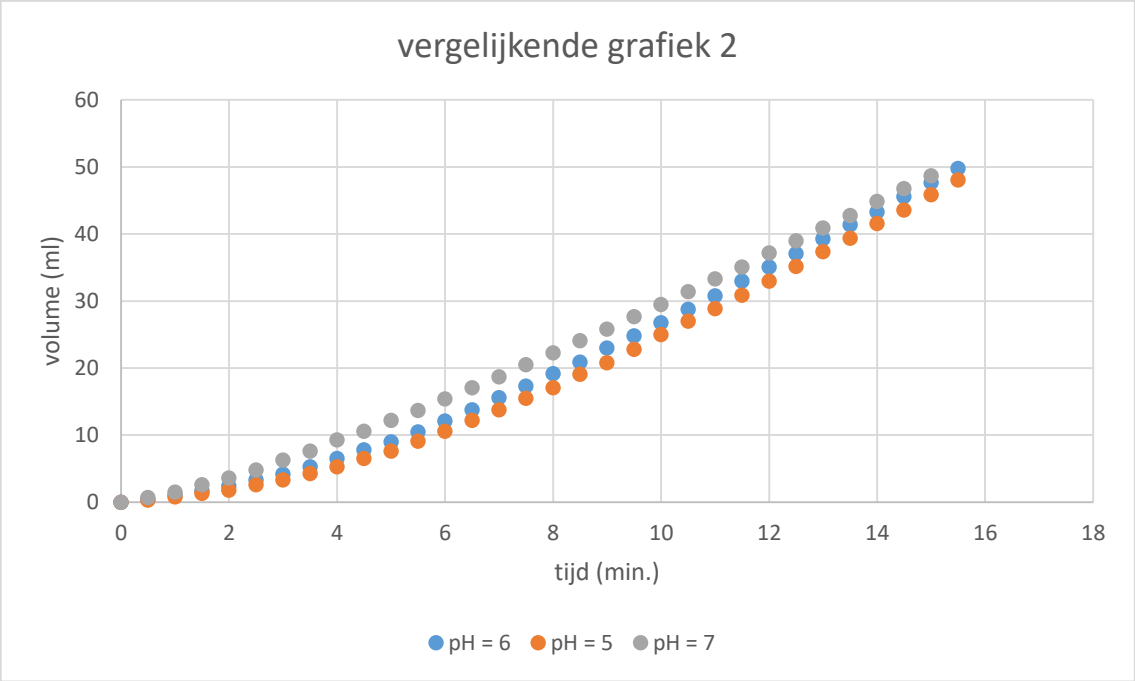
Al die aparte grafieken en tabellen geven geen mooi overzicht. Dus zijn alle curves nog eens in één grafiek gezet.



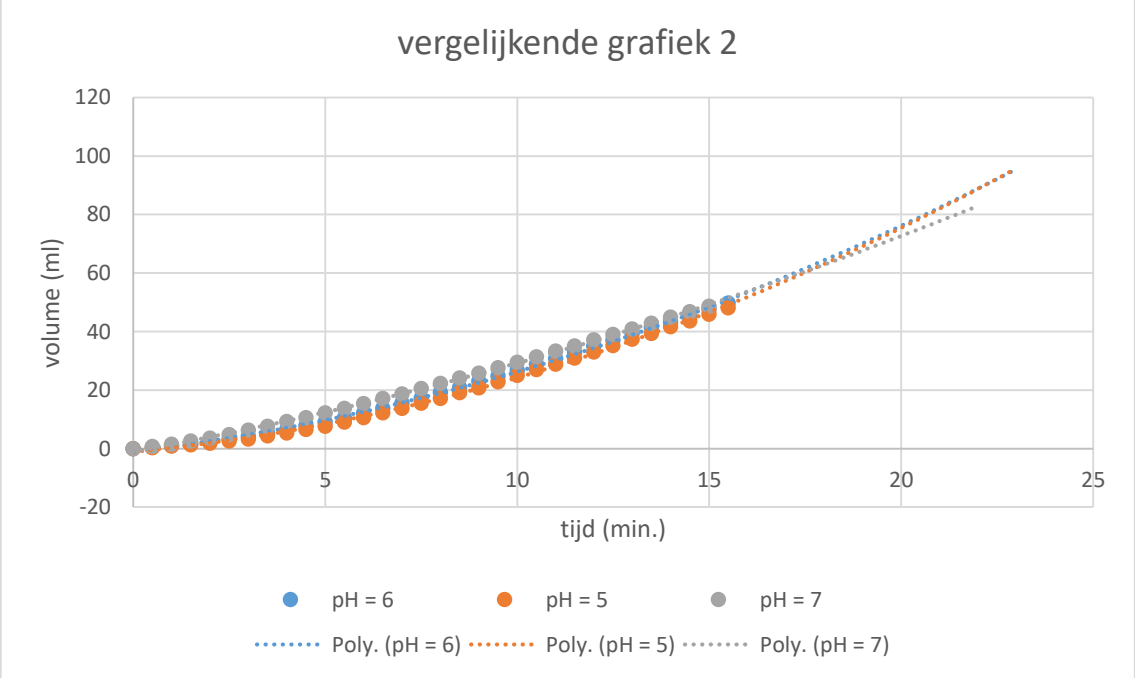

De meeste enzymen hebben een hogere activiteit bij een bepaalde pH-waarde, die pH-waarde kan hoog of laag zijn. Bijvoorbeeld: het enzym “pepsine” dat werkzaam is in onze maag, werkt het beste bij een pH-waarde van 2,5. De meeste enzymen verkiezen een pH-waarde tussen de 5 en 8. In het geval van gist werken de enzymen iets beter bij een lagere pH-waarde, een pH-waarde tussen 3,5 en 5,5. Een zuurder milieu dus.

Je zou dus in de grafiek moeten zien dat pH 4 en pH 5 iets beter gaan dan de andere pH waardes. Op het eerste zicht lijkt er niet veel verschil te zijn tussen alle pH-waardes. Toch ligt pH 3 ligt wat lager dan de andere pH-waardes. Verder zie je dat de curve van pH 5 wat sneller stijgt dan de andere pH waardes. Ook de curve met pH 6 stijgt wat sneller.

In de onderstaande grafiek zie je de vergelijking tussen pH 7, pH 6 en pH 5.




Je ziet duidelijk dan pH 5 en 6 sneller stijgen dan pH 7. De curves zullen elkaar ongeveer snijden op 16 min. Wanneer je langer meet dan 16 minuten zul je dus een duidelijker verschil zien voor de verschillende pH-waardes. We kunnen dit verder onderzoeken, maar dan zonder buret. Het kan wel door een grote maatcilinder te gebruiken of door bellen te tellen.



Wanneer we een voorspellende trendlijn toevoegen zien we dat pH 5 en 6 beter gaan dan pH 7. Dit is enkel een voorspelling en kunnen we dus niet met zekerheid zeggen.

## 4.3 Besluit

Voorlopig kan er geen duidelijk besluit gevormd worden i.v.m. de invloed van de pH-waardes. Er is een vermoeden dat pH 5 en 6 beter zorgen voor een optimaal gistmetabolisme.

# Gistproef: Zelf gist kweken

## 1. Oriënteren

Hoe kunnen we zelf gist kweken?

### 1.1. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Materiaal en stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Een afsluitbare pot<br>• Mes (+ snijplank)<br>• Balans<br>• Maatcilinder | • Fruit<br>• Water |

### 2.2. Proefopstelling

| | |
|---|---|
| | Vul een schone, afsluitbare pot met water en voeg fruit toe. Dit is een zeer eenvoudige proefopstelling. |

## 3. Uitvoeren

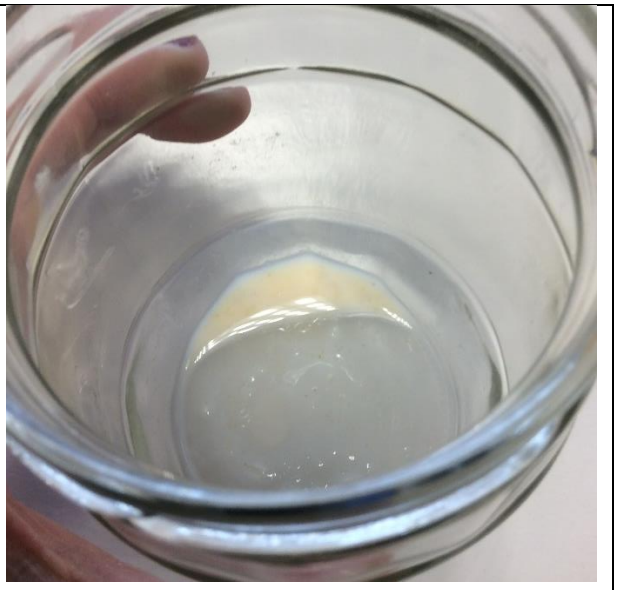
### 3.1. Werkwijze

1. Neem een schone confituurpot
2. Meet 150 ml water af m.b.v. de maatcilinder en doe het in de confituurpot.

3. Was het fruit goed (i.v.m. pesticiden).
4. Snijd het fruit in stukken en weeg 30 gram af m.b.v. de balans.
5. Breng het afgewogen fruit in de pot.
6. Sluit de pot af en zet het op een warme plek. Laat de pot ongeveer een week staan.
7. Schud elke dag even met de pot. Open elke dag ook even de pot om gas te laten ontsnappen.

## 3.2. Waarneming

Na ongeveer twee dagen zie je dat het water troebeler wordt. Ook kan je gasbellen zien ontstaan. Het fruit dat je hebt toegevoegd, gaat zweven in het water. Na een week is er een wit sediment gevormd op de bodem van de pot.

| | |
|---|---|
| |  |
| Waarneming van de proefopstelling na ongeveer 1 week | Het witte sediment dat op de bodem zit met een hoge concentratie aan gistcellen |

Het is zeer belangrijk om elke dag even te schudden met de pot. Als je dat niet doet, zullen er schimmels ontstaan op het fruit. Als dat is gebeurd, is het gistwater uiteraard niet meer te gebruiken voor het bakken van brood!

Een proefopstelling waarmee niet geschud werd. Er is duidelijk schimmelvorming te zien!

# 4. Reflecteren

## 4.1. Verklaring

Gist is van nature op verschillende plaatsen aanwezig. Vooral op fruit worden veel natuurlijke gisten aangetroffen, maar ook op groenten, kruiden, graan, bloemen... Al die plantaardige stoffen kan je in principe gebruiken om zelf gist te kweken.

De gisten die op en in het fruit aanwezig zijn, zullen de suikers omzetten in alcohol en koolstofdioxide. Door fruit (of een ander plantaardig ingrediënt) aan water toe te voegen, zullen de gistcellen die aanwezig zijn optimaal kunnen groeien. Er zijn immers voldoende voedingsstoffen aanwezig!

Door elke dag even te schudden met de pot, ga je vermijden dat er andere schimmels gevormd kunnen worden.

## 4.2. Besluit

Je kan met behulp van fruit zelf gist kweken

# Gistproef: De aanwezigheid van gist controleren in zelfgekweekte gist

## 1 Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Hoe kan je de aanwezigheid van gist controleren in zelfgekweekte gist?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

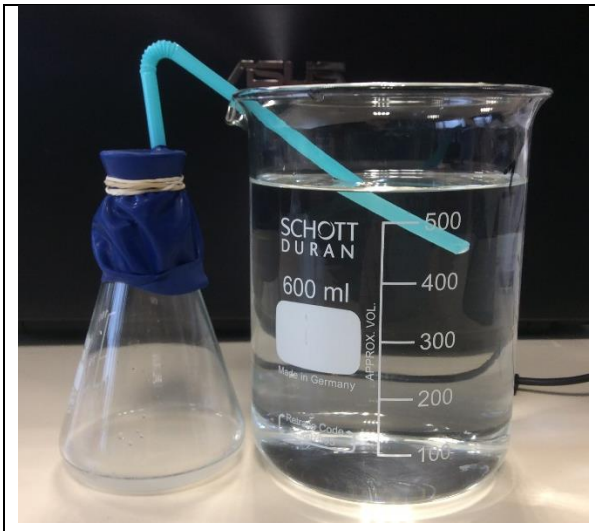
## 2. Voorbereiden

### 2.1. Materiaal en stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Microscoop<br>• Draagglaasjes<br>• Dekglaasjes<br>• Pipetje<br>• Ballon<br>• Rietjes<br>• Erlenmeyer of flesje<br>• Bekerglas of confituurpot<br>• Elastiek<br>• Schaar | • Water<br>• Zelfgekweekte fruitgist |

### 2.2. Proefopstelling

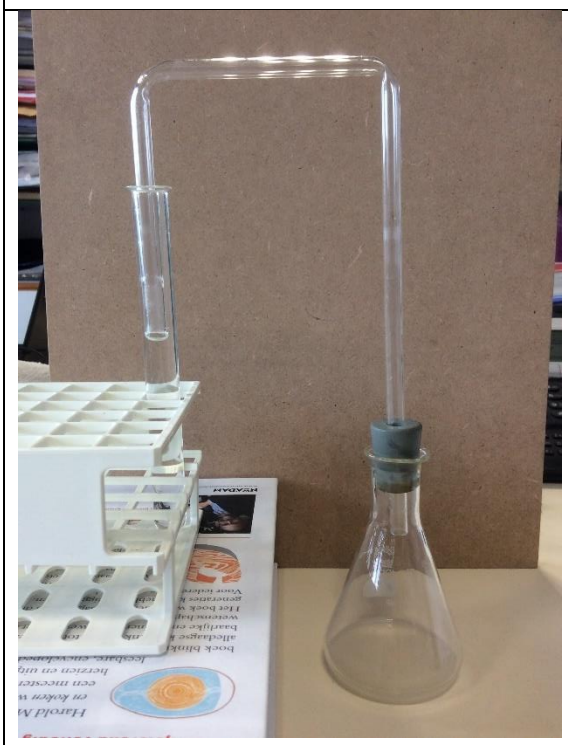
Er zijn twee mogelijkheden om deze probleemstelling te onderzoeken. Ofwel ga je een microscopisch onderzoek uitvoeren (methode 1) ofwel ga je het metabolisme van de gist aantonen (methode 2). Voor methode 1 is er geen echte proefopstelling nodig, daar heb je enkel een microscoop voor nodig. Voor methode 2 is er wel een specifieke proefopstelling.




1. Span een ballon stevig over de opening van een erlenmeyer.
2. Maak met behulp van een schaar een klein gaatje in de ballon.
3. Maak de ballon extra stevig vast door er een elastiekje omheen te wikkelen.
4. Maak een gaatje in de ballon met behulp van een schaar.
5. Steek het rietje door het gaatje in de ballon. Het andere uiteinde van het rietje steek je in water. Zorg ervoor dat je eventuele bellen goed kan zien!

Opmerkingen

- In plaats van een erlenmeyer en een bekerglas, kan je ook een waterflesje en een confituurpot gebruiken.



Opmerking

- Met die proefopstelling zal je enkel de vorming van gas aantonen. Als je wil aantonen dat dat gas $CO_2$ is, moet je helder kalkwater gebruiken. In dat geval moet je helder kalkwater (zie bijlage 2 op pagina 327) in plaats van water in de maatbeker doen. Je kan dan ook een proefbuis gebruiken zodat je minder helder kalkwater moet maken. Hiernaast zie je een mogelijke proefopstelling, deze keer met materiaal uit het labo. Dit kan uiteraard ook met flesjes en rietjes!

# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

### 3.1.1. Methode 1

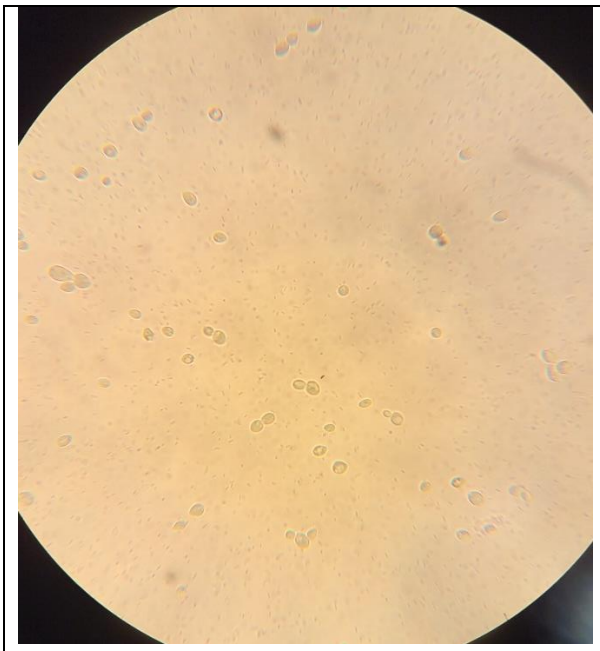
1. Neem een microscoop en steek de stekker in het stopcontact. Indien nodig kan je bijlage 4 op pagina 331 over het gebruik van de microscoop lezen.
2. Maak een preparaat van het gistmengsel. Indien nodig kan je bijlage 5 op pagina 337 over het maken van een preparaat lezen.
3. Bekijk het preparaat, ga op zoek naar gistcellen.

### 3.1.2. Methode 2

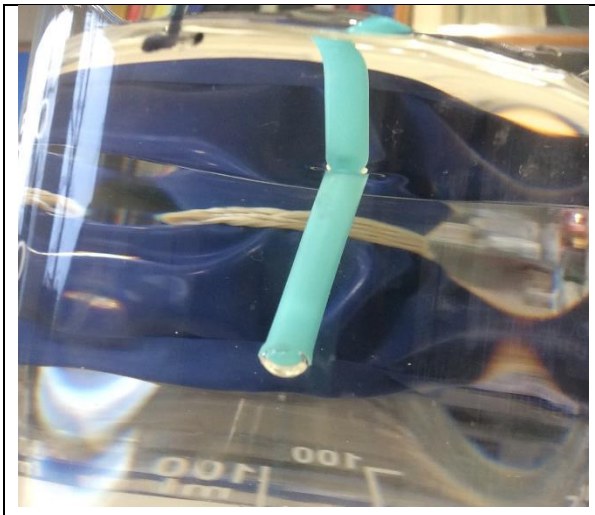
1. Breng een beetje gistmengsel uit de pot fruitwater over in een erlenmeyer. Dat kan je doen met behulp van pipet.
2. Maak de proefopstelling klaar.
3. Wacht tot de gasbellen zich vormen.

## 3.2. Waarneming

### 3.2.1. Methode 1

| | |
|---|---|
|  | Met de grootste vergroting kan je gemakkelijk gistcellen zien. Deze foto is genomen van gistwater gekweekt met bananen.<br><br>Wel hebben wij gemerkt dat niet alle fruitsoorten even goed werken (zie later), waardoor er bij sommige fruitsoorten maar moeilijk gistcellen waar te nemen zijn. Voor je deze proef met leerlingen doet, kan je best zelf even kijken of er gistcellen te zien zijn! |

### 3.2.2. Methode 2

| | |
|---|---|
|  | Na enkele minuten komen er gasbellen uit het rietje. |
| | Indien je helder kalkwater gebruikt hebt voor de proefopstelling, zie je opnieuw dat er gasbellen verschijnen. Bovendien zal het kalkwater troebel worden, vooral aan het uiteinde van de buis. |

# 4. Reflecteren

## 4.1. Verklaring

Het is mogelijk om gistcellen onder de microscoop te bekijken, daarvoor zijn gistcellen groot genoeg. Het zijn ovale cellen met een diameter van ongeveer 0,01 mm. Ook de celkern is duidelijk te zien met de microscoop.

Gisten nemen suikers op en stoten koolstofdioxide en alcohol uit. Door het opvangen van het koolstofdioxide, kan je aantonen dat er gistcellen in het mengsel aanwezig zijn.

## 4.2. Besluit

De aanwezigheid van gist kan op verschillende manieren bewezen worden. Je kan onder de microscoop op zoek gaan naar gistcellen. Ook kan je het gevormde $CO_2$ opvangen om het metabolisme van de gist aan te tonen.

# Gistproef: met welke voedingsstof kan je het beste gist kweken?

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Met welke voedingsstof kan je het beste gist kweken?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

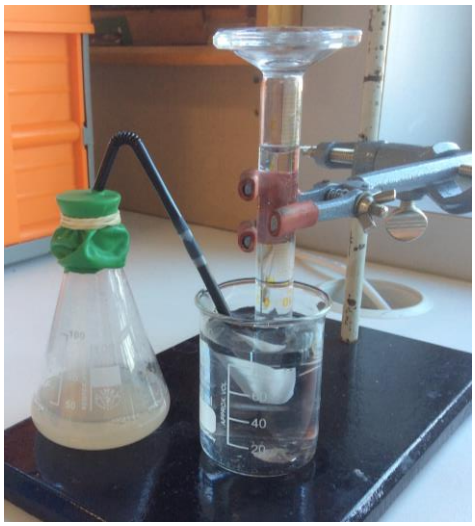
## 2. Voorbereiden

### 2.1. Materiaal en stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Ballon<br>• Rietjes<br>• Erlenmeyer of flesje<br>• Bekerglas of confituurpot<br>• Elastiek<br>• Schaar<br>• Kleine maatcilinder of buret<br>• Statief met statiefklemmen | • Water<br>• Verschillende soorten fruit, groenten, kruiden… |

### 2.2. Proefopstelling

Bij deze proef zijn er twee mogelijke methodes om de onderzoeksvraag te beantwoorden. De eerste methode is via microscopie. In dat geval is er geen echte proefopstelling, maar wordt er gewoon een microscoop gebruikt. De tweede methode is het opvangen van het gevormde $CO_2$. Daarvoor wordt een specifieke proefopstelling gebouwd. (zie foto hiernaast). In de werkwijze wordt uitgelegd hoe je deze proefopstelling kan bouwen.



## 3. Uitvoeren

### 3.1. Werkwijze

#### 3.1.1. *Gemeenschappelijk voor beide methodes*

1. Neem een schone confituurpot

2. Meet 150 ml water af m.b.v. de maatcilinder en doe het in de confituurpot.
3. Snijd de voedingsstof in stukken indien nodig en weeg 30 gram af m.b.v. de balans.
4. Breng de afgewogen voedingsstof in de pot.
5. Sluit de pot af en zet het op een warme plek. Herhaal stap 1 tot 6 voor de verschillende voedingsstoffen die je gaat testen.
6. Laat de pot ongeveer een week staan. Schud elke dag even met de pot. Open elke dag ook even de pot om gas te laten ontsnappen.

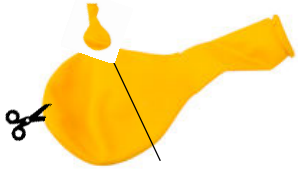
### 3.1.2. *Methode 1*

1. Neem een microscoop en steek de stekker in het stopcontact. Indien nodig kan je bijlage 4 op pagina 331 over het gebruik van de microscoop lezen.
2. Maak een preparaat van het gistmengsel. Indien nodig kan je bijlage 5 op pagina 337 over het maken van een preparaat lezen.
3. Bekijk het preparaat, ga op zoek naar gistcellen.

### 3.1.3. *Methode 2*

A. Rietjes als verbinding.
   1. Steek het uiteinde van het eerste rietje door het uiteinde van het andere rietje.
   2. Plak ze aan elkaar vast met plakband. Tip: gebruik meer dan 1 laag plakband en ga ook in de lengte van het rietje.
   3. Test of het rietje luchtdicht is. Dat doe je door het rietje (ook het deel waar de plakband zit) onder water te houden en te blazen. Als er gasbellen verschijnen, is het niet luchtdicht en gebruik je meer plakband of begin opnieuw. Als er geen gasbellen verschijnen, is het rietje bruikbaar.

B. Proefopstelling bouwen
   1. Bouw de opstelling na zoals op de foto.
   2. Vul de buret of de kleine maatcilinder volledig met water en plaats hem ondersteboven in de maatbeker die gevuld is met water. Dat doe je door de buret of maatcilinder te vullen, je duim erop te plaatsen en hem zo ondersteboven in het water te brengen. Laat pas los als de opening volledig onder water zit. Let op dat het kraantje dicht is indien je een buret gebruikt. .
   3. Breng een bepaalde hoeveelheid van de zelfgemaakte gist in een erlenmeyer of een flesje. Neem steeds dezelfde hoeveelheid! (bv. 30 ml)
   4. Knip het lange gedeelte waar je normaal op blaast af en maak boven in de ballon een klein gaatje door een heel klein sneetje in de ballon te knippen.
   5. Plaats de ballon een beetje gespannen over de erlenmeyer of het flesje. Zorg dat het gat waar het rietje door moet niet te groot is na het aanspannen, zo sluit de ballon niet goed aan op het rietje en zal er koolstofdioxide ontsnappen.

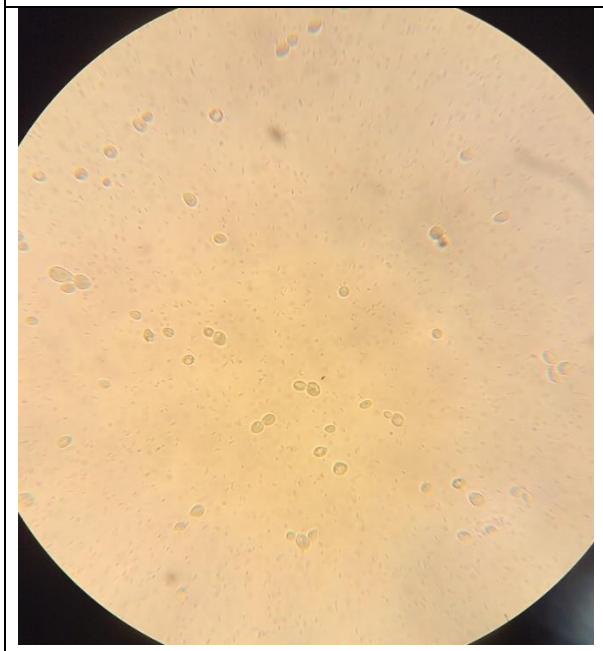
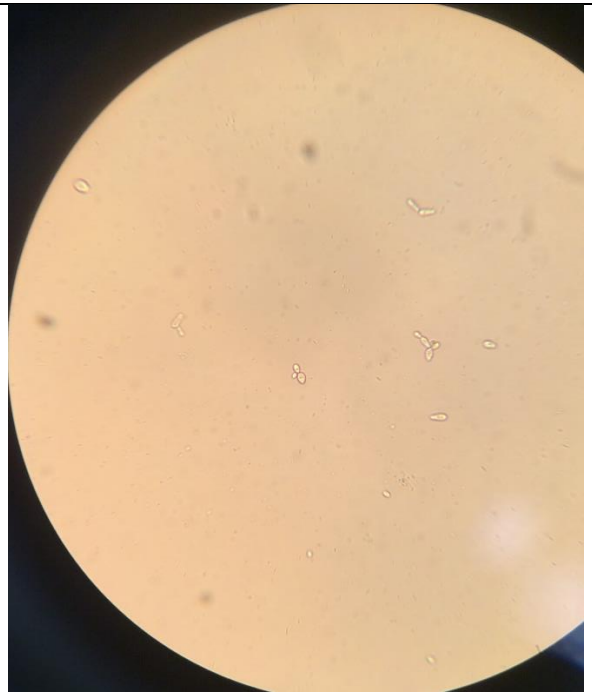
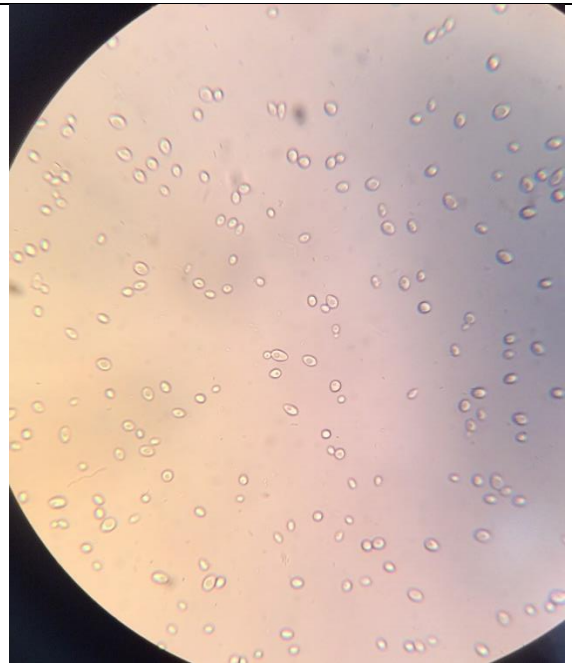


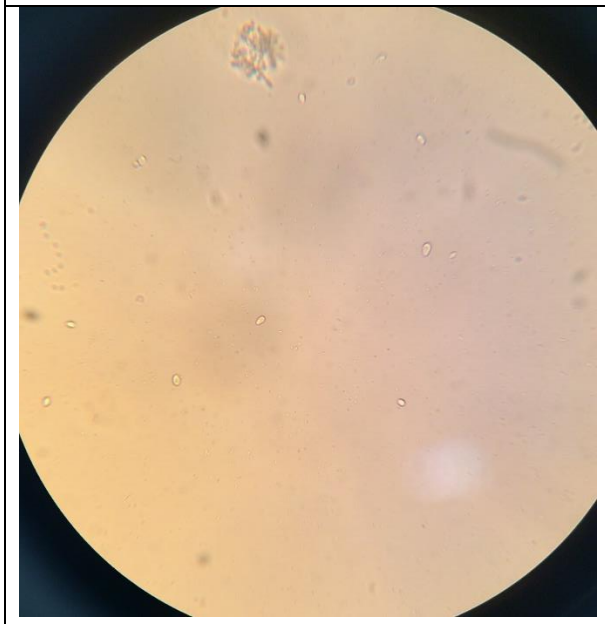
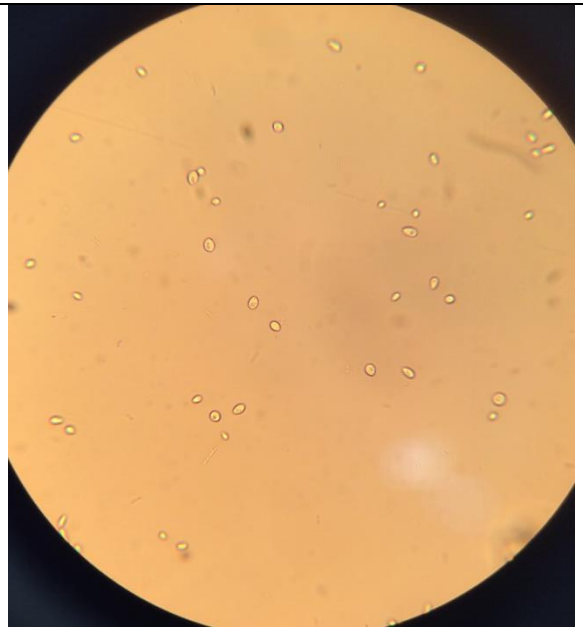
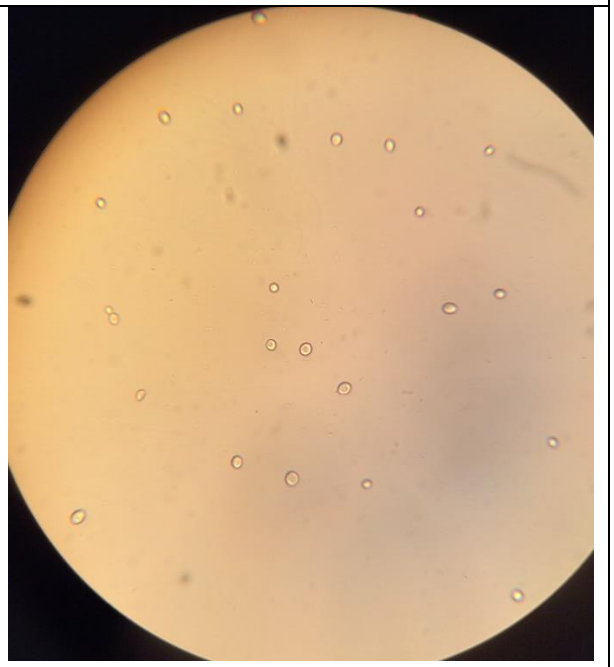
   6. Maak de ballon vast door er een elastiek een aantal keer rond te draaien.
   7. Plaats het rietje door het gat van de ballen in de erlenmeyer.
   8. De andere kant van het rietje steek je in de buret of de maatcilinder. Zo kunnen de gasbellen vanuit het rietje in de buret komen.

9. Wacht tot de eerste gasbellen zich vormen. Kijk op geregelde tijdstippen (bijvoorbeeld om de 5 minuten) hoeveel gas er gevormd is.

## 3.2. Waarneming

### 3.2.1. *Methode 1*

| **Banaan** | **Appel** | **Kiwi** |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Er zijn veel gistcellen te zien. | Er zijn heel weinig gistcellen terug te vinden. Je moet ze onder de microscoop zoeken, ze zijn niet in elk beeld te zien. | Er zijn veel gistcellen te zien. |

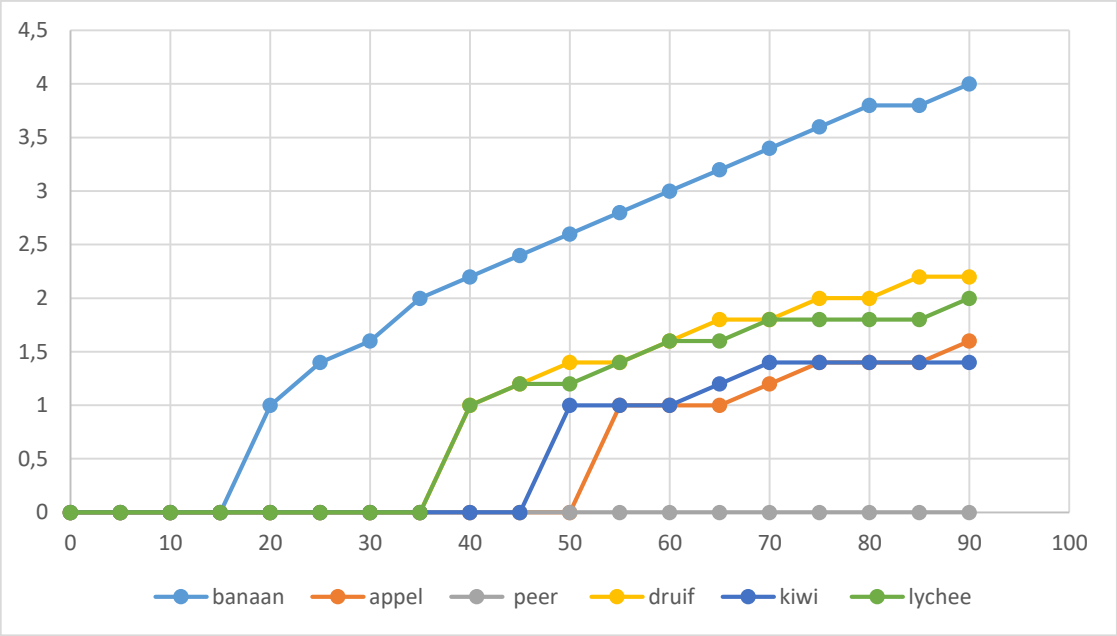
| Peer | Druif | Lychee |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Er zijn heel weinig gistcellen terug te vinden. Je moet ze onder de microscoop zoeken, ze zijn niet in elk beeld te zien. | Er zijn veel gistcellen te zien. | Er zijn redelijk weinig gistcellen te zien, maar in elk beeld ga je er wel enkele tegenkomen. |

### 3.2.2. *Methode 2*

Dit zijn de resultaten bij een temperatuur van 20 °C gedurende 90 minuten, waarbij het volume van het gas in ml wordt uitgedrukt.

| Tijd (min) | Banaan | Appel | Peer | Druif | Kiwi | Lychee |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 1,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 1,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 2,2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 45 | 2,4 | 0 | 0 | 1,2 | 0 | 1,2 |
| 50 | 2,6 | 0 | 0 | 1,4 | 1 | 1,2 |
| 55 | 2,8 | 1 | 0 | 1,4 | 1 | 1,4 |
| 60 | 3 | 1 | 0 | 1,6 | 1 | 1,6 |
| 65 | 3,2 | 1 | 0 | 1,8 | 1,2 | 1,6 |
| 70 | 3,4 | 1,2 | 0 | 1,8 | 1,4 | 1,8 |
| 75 | 3,6 | 1,4 | 0 | 2 | 1,4 | 1,8 |
| 80 | 3,8 | 1,4 | 0 | 2 | 1,4 | 1,8 |
| 85 | 3,8 | 1,4 | 0 | 2,2 | 1,4 | 1,8 |
| 90 | 4 | 1,6 | 0 | 2,2 | 1,4 | 2 |

In een grafiek zien de resultaten er zo uit:



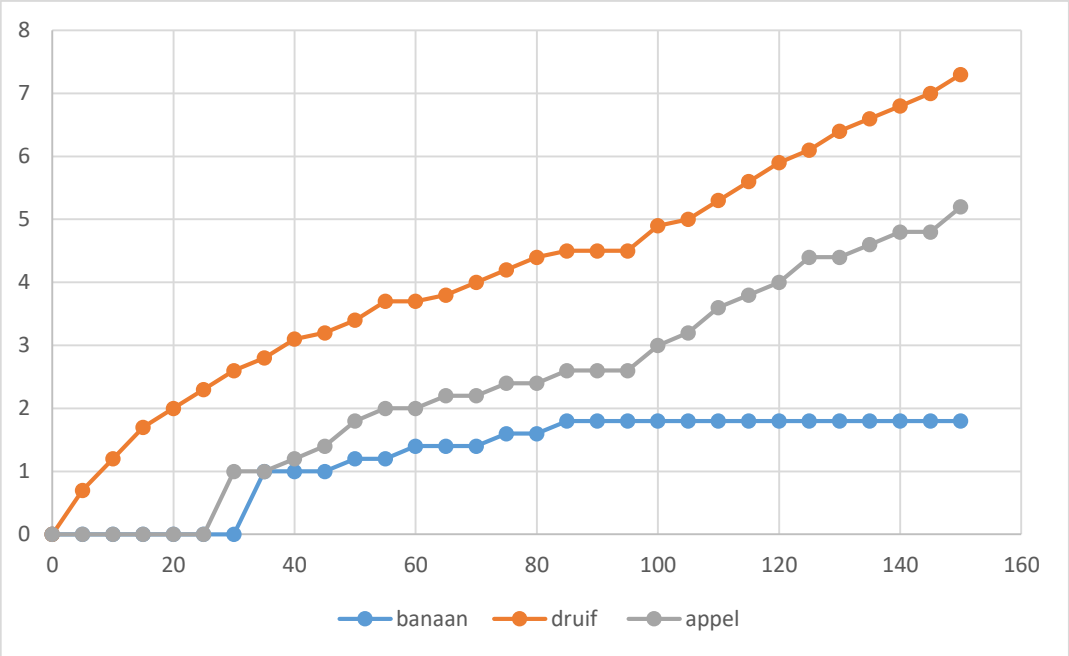

Het is duidelijk dat er het meeste actieve gistcellen aanwezig zijn in het gistmengsel gevormd met banaan. Vervolgens is er ook nog heel wat activiteit in de gistmengsels die gevormd zijn met lychee en druif. Ten slotte worden ook in de gistmengsels die gevormd zijn met kiwi en appel gas gevormd. In het gistmengsel dat gevormd werd met peer wordt geen gas gevormd.

We herhaalden de proef met banaan, appel en druif door de gist ook effectief opnieuw te kweken. Dit waren de resultaten bij een temperatuur van 21 °C gedurende 150 minuten, waarbij het volume van het gas in ml wordt uitgedrukt.

| Tijd (min) | Volume gas banaan (ml) | Volume gas druif (ml) | Volume gas appel (ml) |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0,7 | 0 |
| 10 | 0 | 1,2 | 0 |
| 15 | 0 | 1,7 | 0 |
| 20 | 0 | 2 | 0 |
| 25 | 0 | 2,3 | 0 |
| 30 | 0 | 2,6 | 1 |
| 35 | 1 | 2,8 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 40 | 1 | 3,1 | 1,2 |
| 45 | 1 | 3,2 | 1,4 |
| 50 | 1,2 | 3,4 | 1,8 |
| 55 | 1,2 | 3,7 | 2 |
| 60 | 1,4 | 3,7 | 2 |
| 65 | 1,4 | 3,8 | 2,2 |
| 70 | 1,4 | 4 | 2,2 |
| 75 | 1,6 | 4,2 | 2,4 |
| 80 | 1,6 | 4,4 | 2,4 |
| 85 | 1,8 | 4,5 | 2,6 |
| 90 | 1,8 | 4,5 | 2,6 |
| 95 | 1,8 | 4,5 | 2,6 |
| 100 | 1,8 | 4,9 | 3 |
| 105 | 1,8 | 5 | 3,2 |
| 110 | 1,8 | 5,3 | 3,6 |
| 115 | 1,8 | 5,6 | 3,8 |
| 120 | 1,8 | 5,9 | 4 |
| 125 | 1,8 | 6,1 | 4,4 |
| 130 | 1,8 | 6,4 | 4,4 |
| 135 | 1,8 | 6,6 | 4,6 |
| 140 | 1,8 | 6,8 | 4,8 |
| 145 | 1,8 | 7 | 4,8 |
| 150 | 1,8 | 7,3 | 5,2 |

In een grafiek ziet het er als volgt uit:



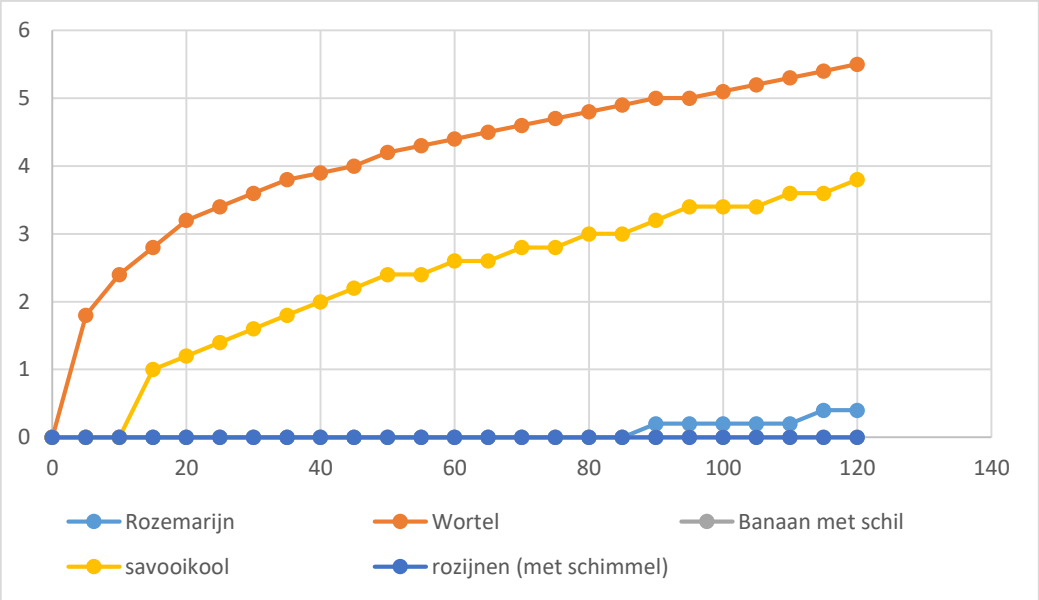

Bij deze resultaten zien we dat bij het gistmengsel dat gevormd werd uit druif het meeste gas gevormd werd. Op de tweede plaats staat appel, dat net zoals druif nog groeit bij het einde van de meting. Bij het gistmengsel dat gevormd werd uit banaan wordt gas gevormd tot minuut 80, maar daarna stopt de gasproductie.

Na deze twee experimenten, werd ten slotte besloten om het experiment te herhalen met zowel fruit, groenten als kruiden. Er werd gekozen voor rozemarijn (kruid), wortel (groente), banaan (fruit), savooikool (groente) en rozijnen (gedroogd fruit). Daarbij wil ik nog opmerken dat ik deze keer een banaan met schil heb gebruikt. De rozijnen waren, ondanks het elke dag te schudden en te ontluchten, beschimmeld geraakt. De reden daarvoor is moeilijk te achterhalen.

| tijd (min) | Rozemarijn | Wortel | Banaan met schil | Savooikool | Rozijnen (met schimmel) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1,8 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 2,4 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 2,8 | 0 | 1 | 0 |
| 20 | 0 | 3,2 | 0 | 1,2 | 0 |
| 25 | 0 | 3,4 | 0 | 1,4 | 0 |
| 30 | 0 | 3,6 | 0 | 1,6 | 0 |
| 35 | 0 | 3,8 | 0 | 1,8 | 0 |
| 40 | 0 | 3,9 | 0 | 2 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 45 | 0 | 4 | 0 | 2,2 | 0 |
| 50 | 0 | 4,2 | 0 | 2,4 | 0 |
| 55 | 0 | 4,3 | 0 | 2,4 | 0 |
| 60 | 0 | 4,4 | 0 | 2,6 | 0 |
| 65 | 0 | 4,5 | 0 | 2,6 | 0 |
| 70 | 0 | 4,6 | 0 | 2,8 | 0 |
| 75 | 0 | 4,7 | 0 | 2,8 | 0 |
| 80 | 0 | 4,8 | 0 | 3 | 0 |
| 85 | 0 | 4,9 | 0 | 3 | 0 |
| 90 | 0,2 | 5 | 0 | 3,2 | 0 |
| 95 | 0,2 | 5 | 0 | 3,4 | 0 |
| 100 | 0,2 | 5,1 | 0 | 3,4 | 0 |
| 105 | 0,2 | 5,2 | 0 | 3,4 | 0 |
| 110 | 0,2 | 5,3 | 0 | 3,6 | 0 |
| 115 | 0,4 | 5,4 | 0 | 3,6 | 0 |
| 120 | 0,4 | 5,5 | 0 | 3,8 | 0 |

De grafiek voor deze resultaten, ziet er als volgt uit:




Er werd het meeste en het snelste gas gevormd bij het gistmengsel afgeleid van wortel. Ook bij savooikool zien we heel wat gasproductie. Bij alle andere gistmengsels is er weinig tot geen gasproductie.

# 4. Reflecteren

## 4.1. Verklaring

Als eerst hebben we enkel fruit bekeken, omdat dat het vaakst gebruikt wordt bij het maken van die gist. De resultaten die we bekomen zijn via de verschillende methodes en de verschillende pogingen bij het fruit spreken elkaar tegen. De ene keer produceert banaan het meeste $CO_2$, terwijl druif bij de volgende meting het meeste gas produceerde. Er zijn verschillende elementen die de groei van gist beïnvloed zouden kunnen hebben.

Ten eerste zou de hoeveelheid suiker in het fruit een invloed kunnen hebben op de groei van gist, aangezien de gist hiervan leeft. Hieronder zie je hoeveel suiker er in de gebruikte fruitsoorten zit:

| Suiker (gram per 100 gram) | Banaan | Appel | Peer | Druif | Kiwi | Lychee |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Totaal | 15,6 | 13,3 | 10,5 | 18,1 | 10,5 | 15,2 |

Als dit de volledige verklaring zou zijn, zouden peer en kiwi minder actieve gistmengsels moeten voortbrengen. In de praktijk zien we dat peer minder goed gaat, maar kiwi was vergelijkbaar met appel.

Ook andere factoren zouden een invloed kunnen hebben op de groei van gist. Denk aan de rijpheid van fruit. Tijdens de eerste poging van methode twee werden erg rijpe bananen gebruikt om het gist te kweken. Tijdens de tweede poging hadden we enkel groene bananen in huis, en je ziet een duidelijk verschil qua resultaten.

Ten slotte zou ook de kweekwijze van de fruitsoorten een verschil kunnen betekenen. Sommige fruitsoorten zijn op een biologische manier gekweekt, anderen zijn misschien intensief besproeid… Ook dat kan een invloed hebben op de groei van de gistcellen of de aanwezigheid ervan op en in het fruit.

Na een poging met fruit, hebben we ook groenten en kruiden bij het experiment betrokken. Daar zagen we dat ook groenten veel gasproductie kunnen veroorzaken (in dit geval wortel en savooikool). Er zou nog veel meer geëxperimenteerd kunnen worden met verschillende soorten groenten. Kruiden daarentegen lijken niet goed te werken. De rozemarijn die ik gebruikt heb heeft slechts een heel klein beetje gas geproduceerd. In principe zou dat niet mogen verbazen, aangezien in kruiden veel minder suikers of voedingsstoffen aanwezig zijn.

Ten slotte kan er ook nog iets gezegd worden over het fruit in dat laatste experiment. De banaan met schil heeft geen gas geproduceerd. Ook hier is het de vraag of er dan een schadelijk product op de schil had, of dat het met iets anders te maken heeft. De pot met rozijnen is vrij snel beschimmeld geraakt en heeft geen gasproductie getoond tijdens het experiment. Ook hier is het niet duidelijk of die rozijnen behandeld zijn geweest en wat de eventuele invloed op gistvorming is.

We kunnen concluderen dat we geen eenduidig antwoord op de probleemstelling kunnen vinden.

## 4.2. Besluit

Er valt geen eenduidig antwoord te formuleren op de onderzoeksvraag.

# Gistproef: Gist onder de microscoop

## 1 Oriënteren

### 1.1 Onderzoeksvraag

Hoe kunnen we gist zichtbaar maken onder de microscoop?

### 1.2 Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1 Benodigdheden

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Microscoop<br>• Draagglaasjes<br>• Dekglaasjes<br>• Pipetjes | • Water<br>• Gist<br>• Suiker |

### 2.2 Proefopstelling

Zie bijlage 4 op pagina 331, waar de werking van de microscoop wordt uitgelegd.

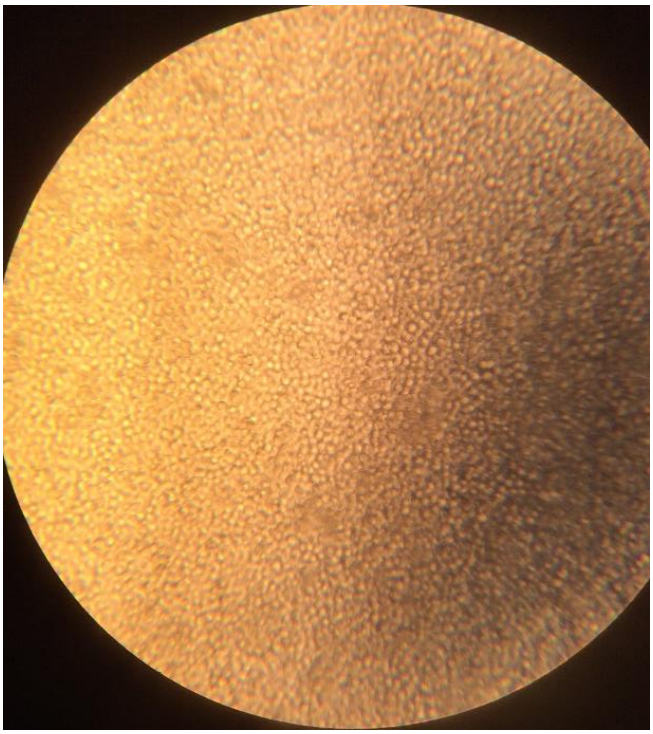
## 3. Uitvoeren

### 3.1 Werkwijze

1. Maak een gistmengsel. Gebruik 10 gram gist en 5 gram suiker voor 100 ml water. Je kan eventueel warm water gebruiken (van rond de 35°C).
2. Maak een preparaat van het gistmengsel. De werkwijze hiervoor kan je vinden in bijlage 5 op pagina 337.
3. Leg het preparaat onder de microscoop. Bekijk het eerst met de kleinste vergroting. Vervolgens bekijk je de middelste en de grootste vergroting.

## 3.2 Waarneming

Als je deze gistoplossing bekijkt, zijn er te veel cellen aanwezig. Je hebt veel cellagen op elkaar, waardoor je de cellen niet goed kan tellen of bekijken.



# 4. Reflecteren

## 4.1 Verklaring

Op deze manier kan je de cellen niet goed bekijken onder de microscoop. Er moet een verdunning gemaakt worden van de oplossing, zodat de individuele cellen beter zichtbaar zijn. In de proef hierna wordt uitgelegd hoe er zo'n verdunning gemaakt kan worden (en hoe die eventueel aan de wiskunde gekoppeld kan worden).

## 4.2 Besluit

Om de cellen goed te kunnen bekijken, moet er een verdunning gemaakt worden van de gistoplossing.

# Gistproef: Hoe kunnen we gistcellen zichtbaar maken onder de microscoop?

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Hoe kan je gistcellen zichtbaar maken onder de microscoop?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Benodigdheden

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Microscoop<br>• Draagglaasjes<br>• Dekglaasjes<br>• Pipetjes | • Water<br>• Gist<br>• Suiker |

### 2.2. Proefopstelling

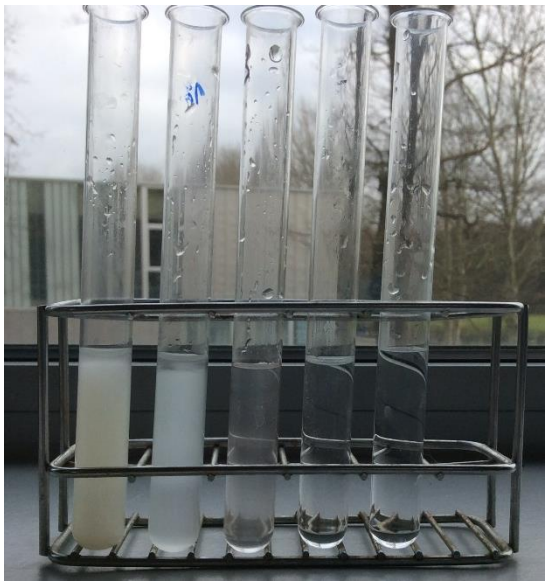
Zie bijlage 4 op pagina 331, waar de werking van de microscoop wordt uitgelegd.

## 3. Uitvoeren

### 3.1. Werkwijze

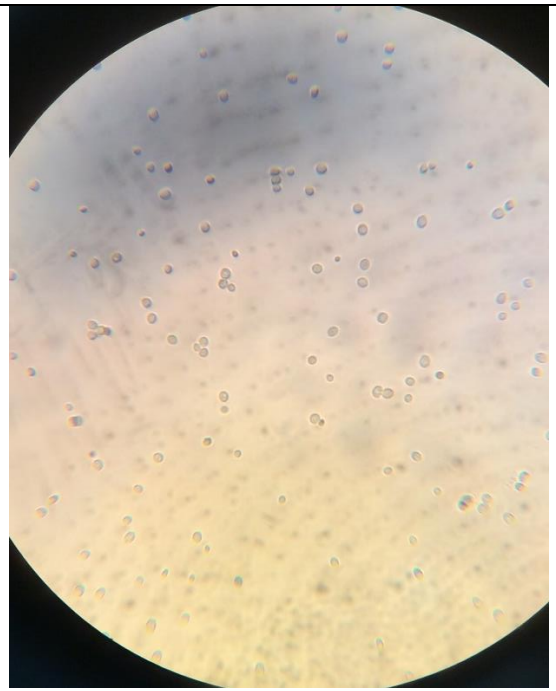
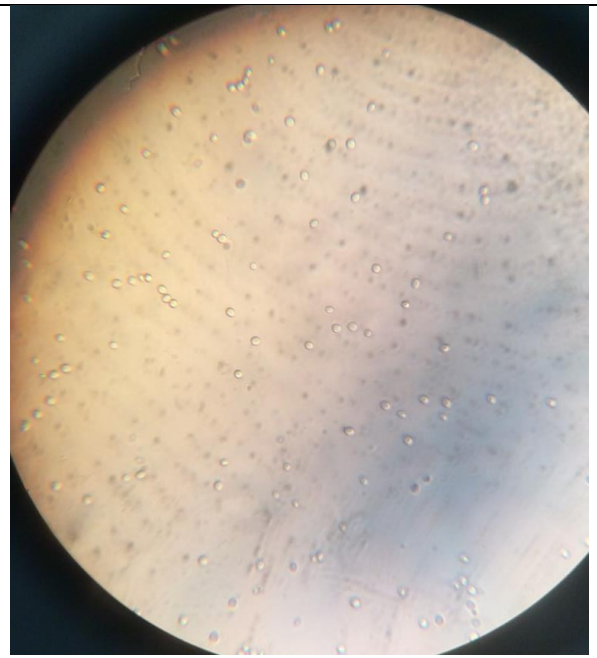
1. Maak een gistmengsel. Gebruik 10 gram gist en 5 gram suiker voor 100 ml water. Je kan eventueel warm water gebruiken (van rond de 35°C).
2. Maak een verdunning van het gistmengsel. Er zijn twee methodes om deze verdunning te maken.
    a. Methode 1: neem een bepaald volume water en voeg daar druppels van de gistoplossing aan toe. Als voorbeeld gebruikten wij 20 ml water waaraan wij respectievelijk 1, 5, 15, 25 druppels gistmengsel toevoegden. Bij deze methode kan je niet precies berekenen hoeveel gist aanwezig is in je uiteindelijke oplossing.

b. Methode 2: neem 1 ml van de gistoplossing en doe het in een proefbuis. Voeg hier 9 ml water aan toe zodat je in totaal een volume hebt van 10 ml. Je kan deze oplossing verder verdunnen door van de tweede oplossing opnieuw 1 ml te nemen en daar opnieuw 9 ml water aan toe te voegen. Bij deze methode kan je berekenen hoeveel gist aanwezig is in je uiteindelijke oplossing (zie later).

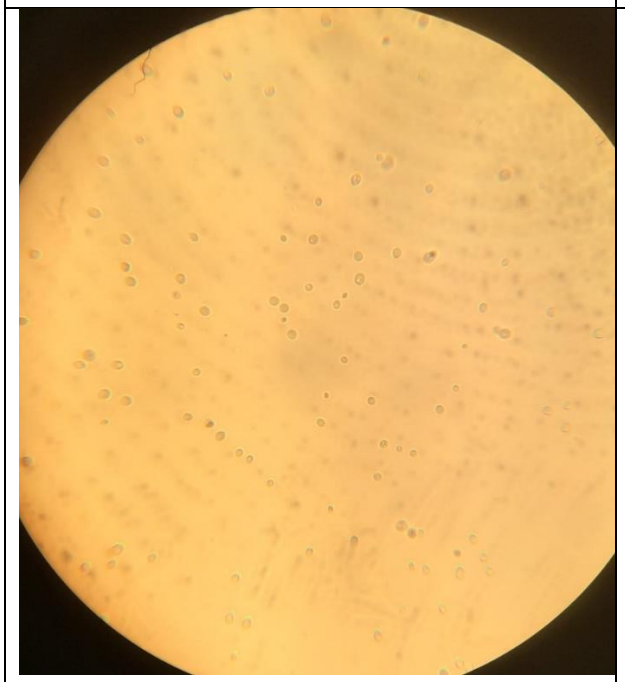
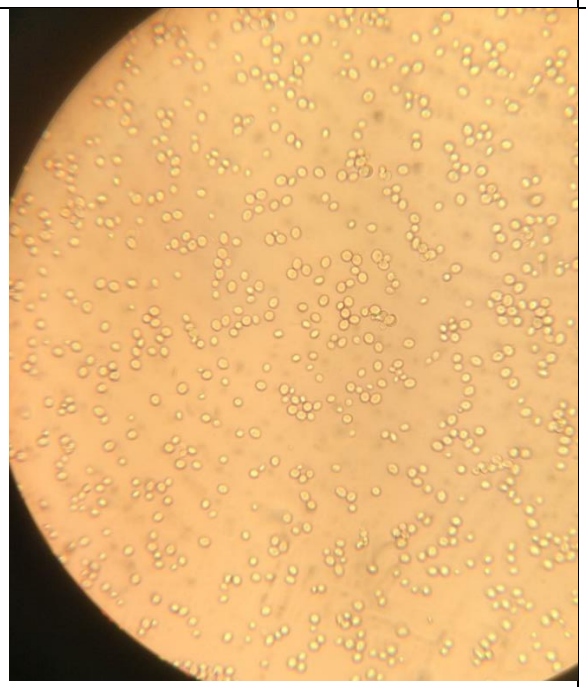
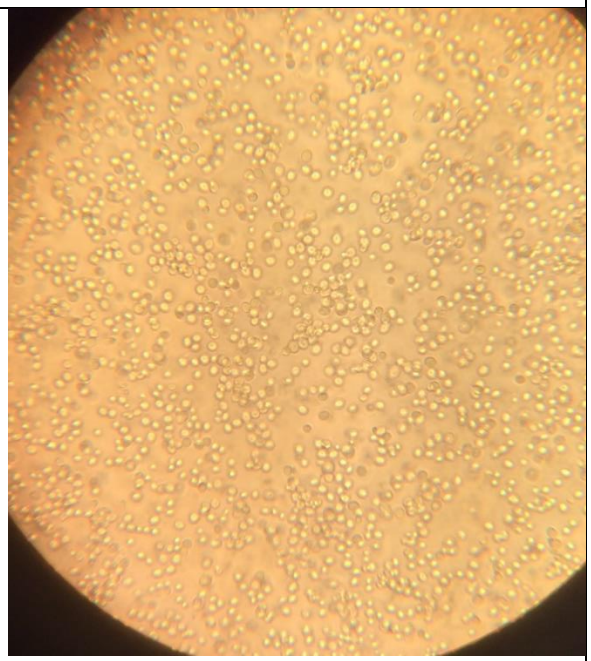


3. Maak een preparaat van het gistmengsel. De werkwijze hiervan kan je vinden in bijlage 5 op pagina 337.
4. Leg het preparaat onder de microscoop. Bekijk het eerst met de kleinste vergroting. Vervolgens bekijk je de middelste en de grootste vergroting.

## 3.2. Waarneming bij methode 1 (vergroting 10 x 40)

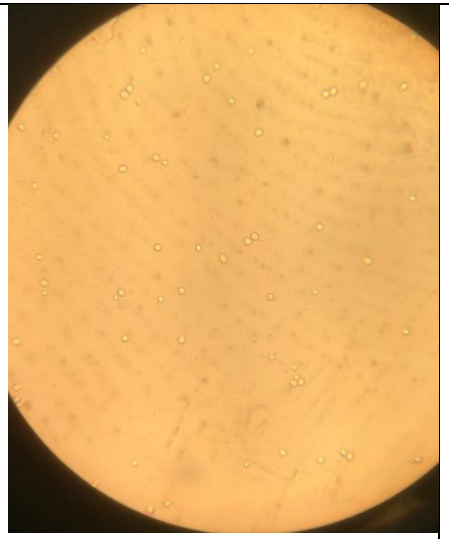
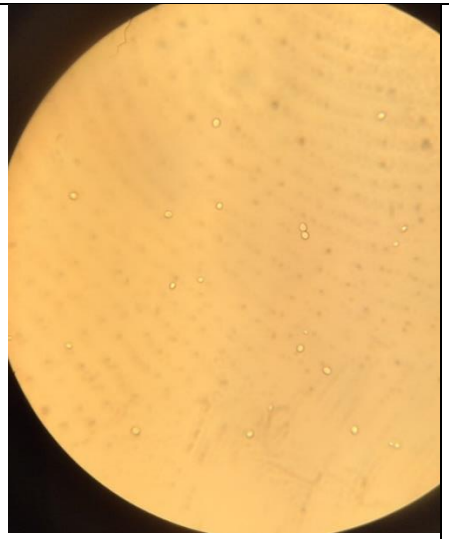
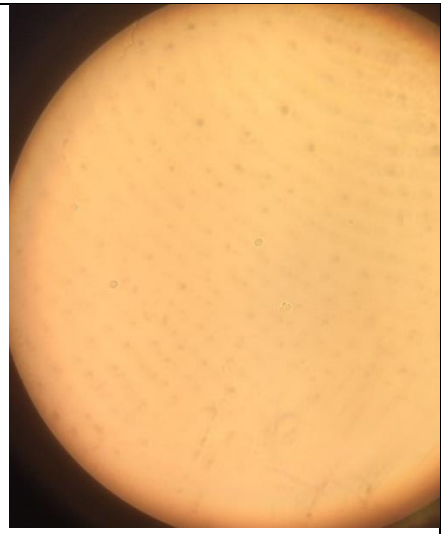
| 20 ml water, 1 druppel gistoplossing | 20 ml water, 2 druppels gistoplossing | 20 ml water, 3 druppels gistoplossing |
|---|---|---|
| |  |  |

Er is een minimaal verschil tussen deze preparaten. Er zijn meer gistcellen aanwezig op het preparaat met de oplossing met 3 gistdruppels, maar het verschil is niet heel erg groot. Het is ook afhankelijk van waar op het preparaat je gaat kijken.

| 20 ml water, 15 druppels gistoplossing | 20 ml water, 20 druppels gistoplossing | 20 ml water, 25 druppels gistoplossing |
|---|---|---|
|  |  |  |

Tussen deze drie preparaten is er een groter verschil. Bij de oplossing met 15 druppels gistoplossing, zijn er nog steeds niet heel veel gistcellen te zien. Bij de oplossing met 20 druppels gistoplossing, zien we duidelijk heel wat gistcellen die niet overlappen. Je zou ze kunnen tellen. Bij het preparaat met 25 druppels gistoplossing zijn er te veel gistcellen, ze overlappen en vormen verschillende lagen op het preparaat zodat ze niet goed te zien zijn.

## 3.3. Waarneming bij methode 2 (vergroting 10 x 40)

| | | | |
|---|---|---|---|
| |  |  |  |
| 1e verdunning<br><br>1 ml gistoplossing, 9 ml gistoplossing | 2e verdunning<br><br>Verdunning: 1 ml vorige oplossing, 9 ml water | 3e verdunning<br><br>Verdunning: 1 ml vorige oplossing, 9 ml water | 4e verdunning<br><br>Verdunning: 1 ml vorige oplossing, 9 ml water |

Bij de eerste verdunning zijn de gistcellen duidelijk te zien. Ze overlappen niet. Ook bij de 2e, 3e en 4e verdunning zijn er gistcellen terug te vinden, maar in veel kleinere mate. Bij de 5e verdunning zijn er zo weinig gistcellen te zien, dat je goed moet zoeken om er eentje te vinden.

# 4. Reflecteren

## 4.3 Verklaring

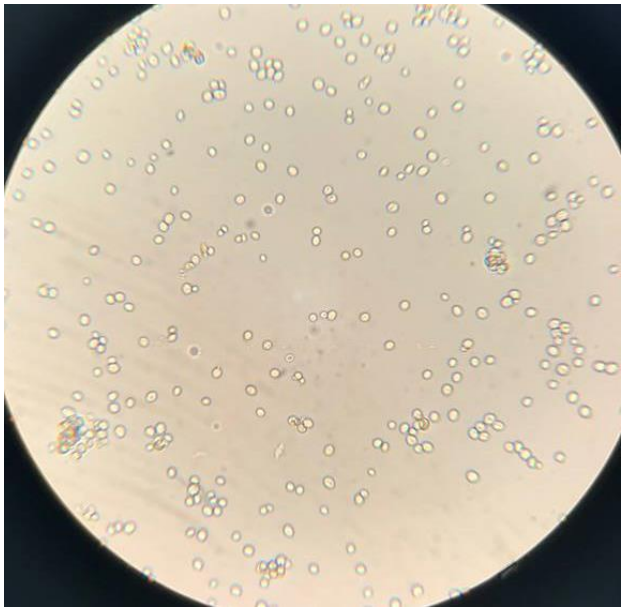
Om een preparaat van een gistcel onder de microscoop te bekijken, is het noodzakelijk om een verdunde oplossing te gebruiken. Anders zijn er te veel cellen die voor een belemmering van het zicht zorgen. Afhankelijk van het doel van het bekijken van de gisten, zijn verschillende mogelijkheden mogelijk.

## 4.4 Besluit

Je kan gistcellen zichtbaar maken onder de microscoop. Zonder verdunning zijn de cellen niet individueel zichtbaar, maar met een verdunning wel.

# 5. Opmerkingen bij uitvoeren van proef

Als uitbreiding kan je de preparaten ook bekijken met immersie-olie. Je brengt dan een druppel immersie-olie aan op het dekglaasje. Vervolgens bekijk je het preparaat met vergroting 10x100. De immersie-olie zorgt ervoor dat er geen lucht tussen het dekglaasje en de lens zit, waardoor je een scherper beeld kan verkrijgen. Zorg er steeds voor dat er voorzichtig gewerkt wordt, aangezien je bij onvoorzichtigheid het glas van de lens kan breken.

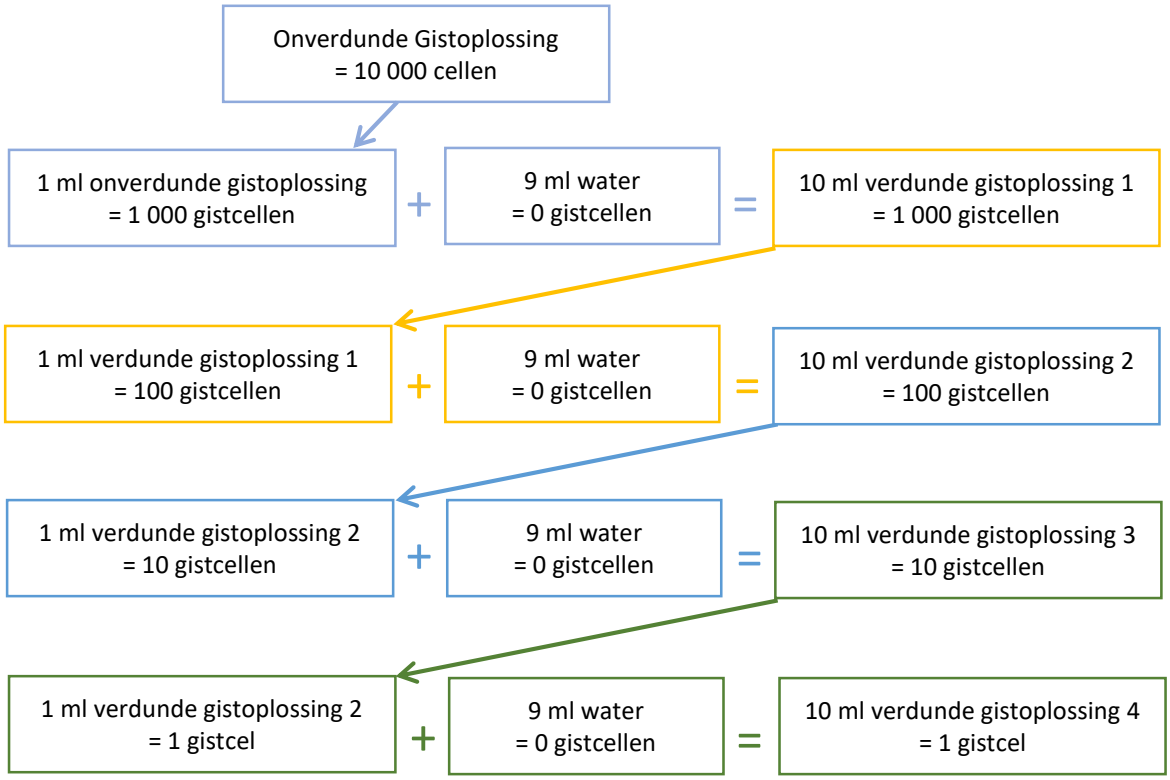


# 6. Link naar wiskunde

De tweede verdunningsmethode noemen we de ‘decimale verdunningsreeks’. 9 ml water toevoegen aan 1 ml gistoplossing noemen we tien keer verdunnen of decimaal verdunnen. Er is vier keer 1 ml

genomen van de (vorige) gistoplossing om er daarna 9 ml water aan toe te voegen, er is dus vier keer decimaal verdund.

Bij deze (tweede) methode voor het maken van verdunningen, kan er naar wiskunde verwezen worden.



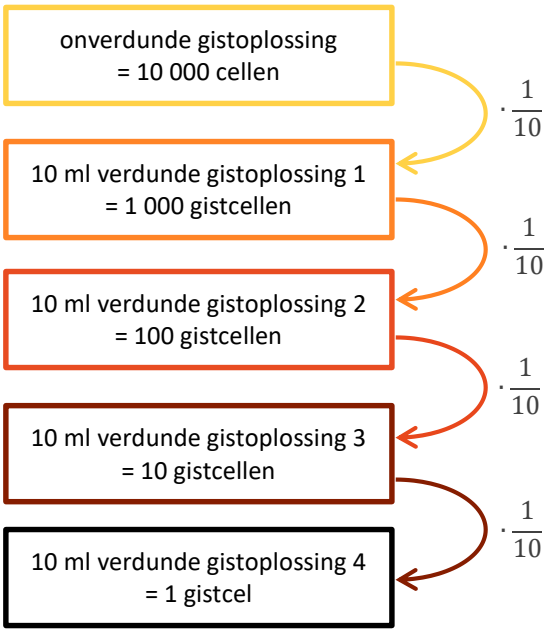

Stel dat alle gistcellen gelijk verdeeld zitten in de gistoplossingen. Als er in de onverdunde gistoplossing 10 000 gistcellen zitten, dan zitten er in 1 ml van die oplossing 1 000 gistcellen. Er wordt een verdunning gemaakt door 1 ml van de onverdunde gistoplossing te nemen en daar 9 ml water bij te voegen, dan zitten er in die 10 ml 'verdunde gistoplossing 1' nog steeds 1 000 gistcellen.

Van 'verdunde gistoplossing 1' wordt er weer 1 ml genomen, daarin zitten 100 gistcellen. Wanneer die 1 ml aangelengd wordt met 9 ml water krijgen we een nieuwe verdunde oplossing: 'verdunde gistoplossing 2' waarin er 100 gistcellen zitten.

Van 'verdunde gistoplossing 2' wordt er weer 1 ml genomen, daarin zitten 10 gistcellen. Wanneer die 1 ml aangelengd wordt met 9 ml water krijgen we een nieuwe verdunde oplossing: 'verdunde gistoplossing 3' waarin er 10 gistcellen zitten.

Als laatste wordt er van 'verdunde gistoplossing 3' weer 1 ml genomen, daarin zit 1 gistcel. Wanneer die 1 ml aangelengd wordt met 9 ml water krijgen we een nieuwe verdunde oplossing: 'verdunde gistoplossing 4' waarin er 1 gistcel zit.

### 6.1.1 Nu wordt de verdunning meer wiskundig bekijken.




Wanneer je van een gistoplossing 1 ml neemt en die aanlengt met 9 ml water, verdun je eigenlijk 10 keer.

Om te weten hoeveel gistcellen er in gistoplossing 1 zitten. Kan je het aantal gistellen in de onverdunde oplossing vermenigvuldigen met $\frac{1}{10}$. Hetzelfde doen we voor de volgende oplossingen. Je neemt het aantal gistcellen van de te verdunnen gistoplossing en vermenigvuldigd die met factor $\frac{1}{10}$.

Het aantal gistcellen van gistoplossing 1 is dus gelijk aan: $10\,000 \cdot \frac{1}{10} = 1\,000$.

Het aantal gistcellen van gistoplossing 2 is dus gelijk aan: $1\,000 \cdot \frac{1}{10} = 100$.

Het aantal gistcellen van gistoplossing 3 is dus gelijk aan: $100 \cdot \frac{1}{10} = 10$.

Het aantal gistcellen van gistoplossing 4 is dus gelijk aan: $10 \cdot \frac{1}{10} = 1$.

Je weet nu hoe je van de onverdunde oplossing naar gistoplossing is kan gaan en van gistoplossing 1 naar 2 en van gistoplossing 2 naar 3 en van gistoplossing 3 naar 4.

Nu het volgende probleem. We weten dat er in de onverdunde gistoplossing 10 000 gistcellen zitten. Wat als we zonder al die tussenstappen willen weten hoeveel gistcellen er in gistoplossing 4 zitten? De bewerking hiervoor is: $10\,000 \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} = 1$

Als we die bewerking vereenvoudigen: $10\,000 \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} = 1$

$$\Leftrightarrow\ 10\,000 \cdot \frac{1}{10^1\ \cdot\ 10^1\ \cdot 10^1\ \cdot 10^1} = 1$$

$$\Leftrightarrow\ 10\,000 \cdot \frac{1}{10^{1+1+1+1}} = 1$$

$$\Leftrightarrow\ 10\,000 \cdot \frac{1}{10^4} = 1$$

$$\Leftrightarrow\ 10\,000 \cdot \frac{1}{10\,000} = 1$$

Je kan ook zeggen:

- In gistoplossing 1 is er 10 keer verdund.
- In gistoplossing 2 is er 100 keer verdund.
- In gistoplossing 3 is er 1 000 keer verdund.
- In gistoplossing 4 is er 10 000 keer verdund.

Deze wiskundige berekening is handig om te weten hoeveel gistcellen er in gistoplossing 4 zitten, wanneer je weet hoeveel gistcellen er in de onverdunde oplossing zitten. Daarvoor pas je bovenstaande formule toe.

Stel dat er 80 000 gistcellen in de onverdunde gistoplossing zitten. Dan is dit de formule om het aantal gistcellen in de 4 keer decimaal verdunde oplossing te berekenen:

$$80\,000\ \cdot \frac{1}{10^4} = 80\,000 \cdot \frac{1}{10\,000} = 8$$

Er zitten 8 gistcellen in de vier keer decimaal verdunde oplossing.

Stel dat je de onverdunde gistoplossing met 80 000 gistcellen maar 3 keer decimaal verdund. Dan is dit de formule om het aantal gistcellen in de 3 keer decimaal verdunde oplossing te berekenen:

$$80\,000\ \cdot \frac{1}{10^3} = 80\,000 \cdot \frac{1}{1000} = 80$$

Er zitten 80 gistcellen in de drie keer decimaal verdunde oplossing.

Algemene formule:

| | |
|---|---|
| $c = a\ \cdot \frac{1}{10^b}$ | $a$ = aantal gistcellen in de onverdunde gistoplossing<br>$b$ = aantal keer dat er decimaal verdund wordt<br>$c$ = aantal gistcellen in de verdunde oplossing |

Andersom kan er ook berekend worden hoeveel gistcellen er in de onverdunde oplossing zitten, wanneer je weet hoeveel gistcellen er in de verdunde oplossing zitten.

De formule moet gewoon worden omgevormd. Je kent '$c$' en '$b$' en bent opzoek naar '$a$'.

$$c = a \cdot \frac{1}{10^b}$$

$$\Leftrightarrow \; c \cdot 10^b = a$$

Stel dat er 6 gistcellen in de 4 keer decimaal verdunde oplossing zitten. Dan is dit de formule om het aantal gistcellen in de onverdunde gistoplossing te berekenen:

$$6 \cdot 10^4 = 6 \cdot 10\,000 = 60\,000$$

Er zitten 60 000 gistcellen in de vier keer decimaal verdunde oplossing.

Algemene formule:

| | |
|---|---|
| $a = c \cdot 10^b$ | $a$ = aantal gistcellen in de onverdunde gistoplossing<br>$b$ = aantal keer dat er decimaal verdund wordt<br>$c$ = aantal gistcellen in de verdunde oplossing |

# Gistproef: kleuring dode gistcellen

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Hoe kunnen we een onderscheid maken tussen levende en dode gistcellen?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Materiaal en stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Microscoop<br>• Draagglaasjes<br>• Dekglaasjes<br>• Pipetjes | • Water<br>• Gist<br>• Suiker<br>• Methyleenblauw |

### 2.2. Proefopstelling

Zie bijlage 4 op pagina 331, waar de werking van de microscoop wordt uitgelegd.

### 2.3. Veiligheid

**Methyleenblauw B**

CAS
61-73-4

**Waarschuwing**

H 302 Schadelijk bij inslikken.
P 301+312 NA INSLIKKEN: bij onwel voelen een ANTIGIFCENTRUM of een arts raadplegen.

**WGK 3** Mr: 319,86 KHLim 22B

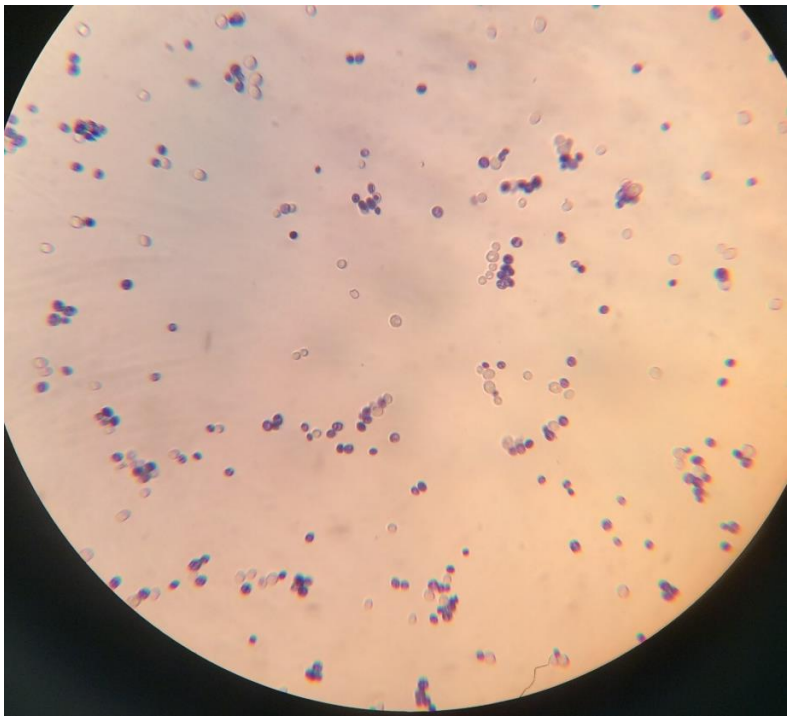
# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

1. Maak een gistmengsel. Gebruik 10 gram gist en 5 gram suiker voor 100 ml water. Je kan eventueel warm water gebruiken (van rond de 35°C).
2. Maak een verdunning van het gistmengsel. Neem 1 ml van de gistoplossing en doe het in een proefbuis. Voeg hier 9 ml water aan toe zodat je in totaal een volume hebt van 10 ml.
3. Neem 1 ml van de oplossing in de proefbuis en breng die in een andere proefbuis. Voeg daar 1 ml methyleenblauw aan toe en schud de oplossing. Laat de proefbuis nu 5 tot 10 minuten rusten.
4. Maak een preparaat van het gistmengsel. De werkwijze hiervan kan je vinden in bijlage 5 op pagina 337.
5. Leg het preparaat onder de microscoop. Bekijk het eerst met de kleinste vergroting. Vervolgens bekijk je de middelste en de grootste vergroting.

## 3.2. Waarneming

Sommige gistcellen zijn blauw verkleurd, terwijl andere cellen doorschijnend gebleven zijn.



# 4. Reflecteren

## 4.1. Verklaring

Methyleenblauw is een kleurstof die snel in alle gistcellen kan doordringen. Levende gistcellen met een actief metabolisme zullen het opgenomen methyleenblauw reduceren en deze cellen gaan vervolgens ontkleuren. Dode en dus inactieve cellen behouden de blauwe kleurstof en zullen daardoor blauw blijven. Deze kleuring is dus een vitaliteitstest om te kijken hoeveel gistcellen actief of levend zijn.

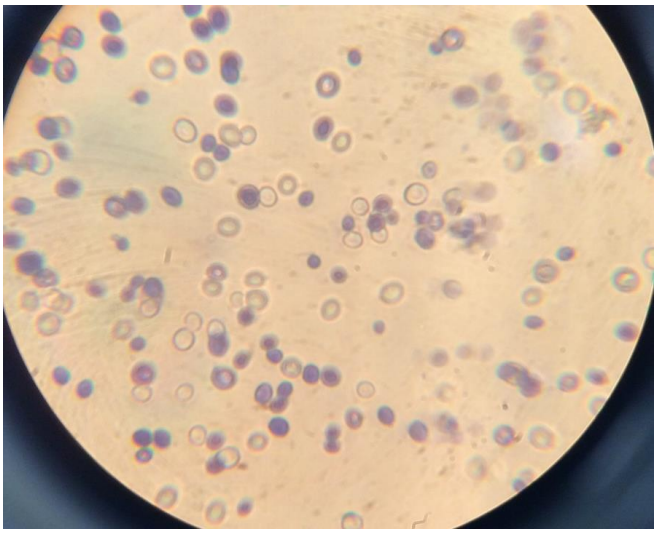
## 4.2. Besluit

Je kan dode gistcellen zichtbaar maken door de gistoplossing met methyleenblauw te kleuren.

# 5. Opmerkingen bij uitvoeren van proef

Je kan deze kleuring uitvoeren met eender welk gistmengel, maar je zal niet altijd even goede resultaten behalen. Als je bijvoorbeeld een vers gistmengsel gebruikt, zal je maar weinig gekleurde (dus dode) cellen kunnen waarnemen. Gebruik bij voorkeur een wat ouder mengsel. Je kan bijvoorbeeld ook het gistmengsel na de eerste waarneming koken om vervolgens te bekijken wat dat doet met de activiteit van de cellen.

Je kan deze preparaten ten slotte ook bekijken met behulp van immersie-olie. Dan breng je een druppel immersie-olie aan bovenop het dekglaasje. De immersie-olie zorgt ervoor dat er zich geen lucht tussen het dekglaasje en de lens bevindt, wat voor een scherper beeld zorgt. Je kan dit alleen doen met een vergroting 10 x 100.



# Gistproef: Berekenen aantal gistcellen per volume

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Hoe kunnen we het aantal gistcellen per volume berekenen?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Materiaal en stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Microscoop<br>• Draagglaasjes<br>• Dekglaasjes<br>• Pipetjes<br>• Millimeterpapier op transparant | • Water<br>• Gist<br>• Suiker<br>• Methyleenblauw |

### 2.2. Proefopstelling

Zie bijlage 4 op pagina 331, waar de werking van de microscoop wordt uitgelegd.

### 2.3. Veiligheid

**Methyleenblauw B**

CAS
61-73-4

**Waarschuwing**

H 302 Schadelijk bij inslikken.
P 301+312 NA INSLIKKEN: bij onwel voelen een ANTIGIFCENTRUM of een arts raadplegen.

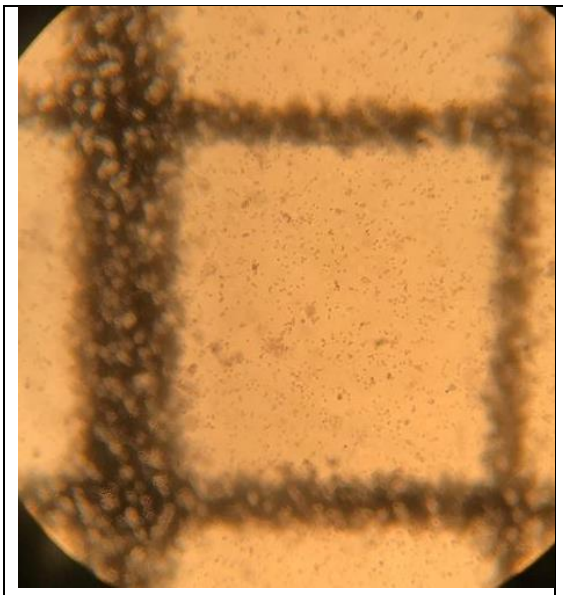
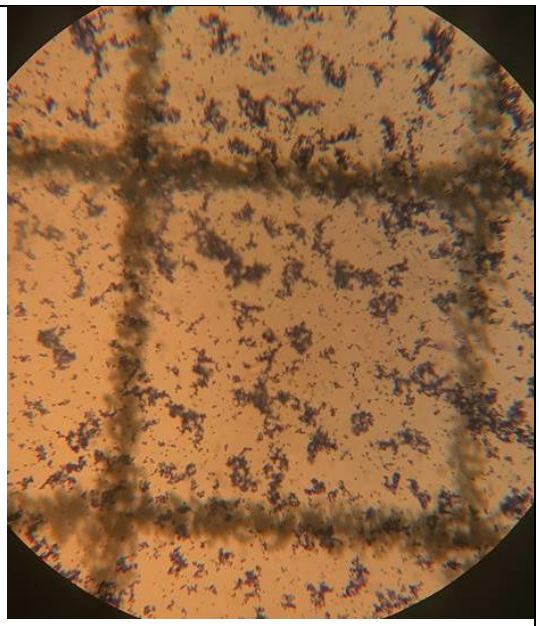
**WGK 3** Mr: 319,86 KHLim 22B

# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

1. Druk millimeterpapier af op een transparant. Stukjes hiervan kan je gebruiken als telkamer door het op een draag- of dekglaasje te plakken.
2. Maak een gistmengsel. Gebruik 10 gram gist en 5 gram suiker voor 100 ml water. Je kan eventueel warm water gebruiken (van rond de 35°C).
3. Maak een verdunning van het gistmengsel. Neem 1 ml van de gistoplossing en doe het in een proefbuis. Voeg hier 9 ml water aan toe zodat je in totaal een volume hebt van 10 ml.
4. Maak een preparaat van het gistmengsel. De werkwijze hiervan kan je vinden in bijlage 5 op pagina 337.
5. Neem 1 ml van de oplossing in de proefbuis en breng die in een andere proefbuis. Voeg daar 1 ml methyleenblauw aan toe en schud de oplossing. Laat de proefbuis nu 5 tot 10 minuten rusten.
6. Maak een preparaat van het gekleurde gistmengsel.
7. Leg de preparaten om de beurt onder de microscoop. Bekijk het eerst met de kleinste vergroting. Vervolgens bekijk je de middelste en de grootste vergroting.

## 3.2. Waarneming (vergroting 10 x 10)

| | |
|---|---|
|  |  |
| Zonder methyleenblauw | Met methyleenblauw |

Je kan de gistcellen onderscheiden, maar het zijn er erg veel. Tellen is onmogelijk.

# 4. Reflecteren

## 4.1. Verklaring

De zelfgemaakte telkamer is onbruikbaar voor ons. De gistcellen zijn bij een vergroting van 10 x 10 te klein om te kunnen tellen, maar bij een grotere vergroting is de telkamer niet meer helemaal zichtbaar. De telkamer zou nog kleiner gemaakt moeten worden, met afmetingen van 0,1 x 0.1 mm. Dan nog is het moeilijk te achterhalen hoeveel gistcellen er per volume aanwezig zijn, aangezien in deze telkamer geen vast volume past.

## 4.2. Besluit

Het aantal gistcellen per volume berekenen is onmogelijk met een zelfgemaakte telkamer met behulp van millimeterpapier. Met een professionele telkamer kan deze proef natuurlijk wel lukken.

# Brood

In dit deel van de bundel wordt er uitgebreider verteld over brood zelf. Hieronder kan je de onderzoeksvragen terugvinden die we in dit onderdeel willen beantwoorden:

- Wat is het verschil tussen het maken van brood met zelfgemaakte fruitgist en bakkersgist?
- Kunnen we een brood bakken met ons eigen gemalen graan?
- Kunnen we zelf zuurdesem maken?
- Wat is de beste manier om zuurdesembrood te bakken?
- Wat is de beste manier om zuurdesem te bewaren?
- Kan zuurdesem na neutralisatie zichzelf herstellen?

In dit onderdeel kunnen eveneens heel wat stappenplannen voor technische realisaties gevonden worden.

- Stappenplan voor de rijskast
- Stappenplan voor de lampenhouder in de rijskast
- Stappenplan voor de aansluitingen van de lamp
- Stappenplan voor een rijskast voor leerlingen

# Proef: brood bakken met zelfgemaakte fruitgist.

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Wat is het verschil tussen het maken van brood met zelfgemaakte fruitgist en bakkersgist?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Materiaal en stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Bakvorm<br>• Oven<br>• Mengkom<br>• Balans<br>• Maatbeker of maatcilinder<br>• Vershoudfolie (eventueel) | • Zelfgekweekte gist<br>• Droge gist (bakkersgist)<br>• Witte tarwebloem<br>• Water<br>• Boter<br>• Zout<br>• Honing |

### 2.2. Proefopstelling

Er zijn verschillende manieren om deze proef aan te pakken, afhankelijk van wat je wil bereiken. Je kan ervoor kiezen om het brood te bakken op één manier, enkel en alleen om te zien of het mogelijk is om met zelfgekweekte gist brood te bakken. Je kan er ook voor kiezen om het brood op verschillende manieren te bakken (hieronder worden 2 verschillende manieren uitgeschreven) en ook een brood te bakken met droge gist van de winkel. Op die manier kan je een vergelijking maken tussen de verschillende broden.

Als je ervoor kiest om de drie verschillende broden te bakken, kan je hieronder een tijdsschema terugvinden waarbij alle broden tegelijk in de oven kunnen. Hou er in elk geval rekening mee dat de rijstijd voor het brood met zelfgekweekte gist veel langer is dan normaal!

| | | |
|---|---|---|
| Dag 1 | | Voordeeg maken methode 1<br><br>Deeg maken methode 2 |
| Dag 2 | 15 – 18 uur later | Deeg kneden methode 1 |
| Dag 2 | 1,5 uur later | Deeg kneden methode 2 |
| Dag 2 | 30 minuten later | Deeg kneden methode 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Dag 2 | 1 uur later | Deeg maken methode 3 |
| Dag 2 | 1,5 uur later | Alle degen in de oven |
| Dag 2 | 30 minuten later | Brood uit de oven halen |

# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

De volgende recepten zijn berekend voor een klein brood van ongeveer 250 gram. Als je brood gaat bakken in de klas, is het ook aangeraden om voor verschillende kleine broden te kiezen. Zo kunnen alle leerlingen meehelpen bij het maken van hun eigen brood.

### 3.1.1. *Methode 1: Wit tarwebrood met zelfgekweekte gist (indirecte manier)*

Ingrediënten:

Dag 1

- 50 g fruitgistwater
- 50 g witte tarwebloem

Dag 2

- 150 g witte tarwebloem
- 4 g bakkerszout
- 70 ml water
- 2,5 gram honing

Werkwijze

Dag 1

1. Weeg 50 g fruitgistwater en 50 g witte tarwebloem af in een kom met een balans.
2. Meng de ingrediënten tot een homogeen beslag.
3. Sluit de kom met een deksel of sluit de kom af met vershoudfolie.
4. Laat het voordeeg tussen de 15 en de 18 uur fermenteren.

Dag 2

1. Weeg 150 g witte tarwebloem en 4 g zout af in een kom. Meng het door elkaar.
2. Maak een kuiltje in de droge ingrediënten en voeg het voordeeg van dag 1 toe samen met de honing.
3. Kneed de ingrediënten tot een deeg. Voeg beetje bij beetje 70 ml water toe. Het kneden duurt tussen de 12 en 15 minuten. Als het kneden moeilijk wordt in de kom, kan je verder kneden op het tafelblad of een plank.
4. Sluit de kom met een deksel of sluit de kom af met vershoudfolie.
5. Laat het deeg rijzen gedurende 2,5 tot 3 uur.
6. Haal het deeg uit de kom. Kneed het kort. Laat het daarna opnieuw 2 tot 2,5 uur rijzen.
7. Verwarm de over voor op 210 °C.

8. Smeer een bakvorm in met boter. Strooi vervolgens bloem in de bakvorm.
9. Doe het deeg in de bakvorm. Laat het ongeveer 30 minuten bakken, tot het brood goudbruin is.
10. Laat het brood afkoelen voor je het aansnijdt.

### 3.1.2. *Methode 2: Wit tarwebrood met zelfgekweekte gist (directe manier)*

Ingrediënten:

- 100 g fruitgistwater
- 200 g witte tarwebloem
- 4 g zout
- 70 ml water
- 2,5 gram honing

Werkwijze

Dag 1

1. Weeg 200 g witte tarwebloem en 4 g zout af in een kom met een balans. Meng het door elkaar.
2. Maak een kuiltje in de droge ingrediënten en weeg 2,5 gram honing en 100 g fruitgistwater af in de kom.
3. Kneed de ingrediënten tot een deeg. Voeg beetje bij beetje 70 ml water toe. Het kneden duurt tussen de 12 en 15 minuten. Als het kneden moeilijk wordt in de kom, kan je verder kneden op het tafelblad of een plank.
4. Sluit de kom met een deksel of sluit de kom af met vershoudfolie.
5. Laat het deeg tussen de 15 en de 18 uur rijzen.

Dag 2

1. Haal het deeg uit de kom. Kneed het kort. Laat het daarna opnieuw 2,5 tot 3 uur rijzen.
2. Verwarm de over voor op 210 °C.
3. Smeer een bakvorm in met boter. Strooi vervolgens bloem in de bakvorm.
4. Doe het deeg in de bakvorm. Laat het ongeveer 30 minuten bakken, tot het brood goudbruin is.
5. Laat het brood afkoelen voor je het aansnijdt.

### 3.1.3. *Methode 3: Wit tarwebrood (droge gist)*

Ingrediënten:

- 4 g droge gist
- 200 g witte tarwebloem
- 4 g zout
- 1 dl water
- 2,5 gram honing

Werkwijze

1. Weeg 200 g witte tarwebloem en 4 g zout af in een kom met een balans. Meng het door elkaar.
2. Maak een kuiltje in de droge ingrediënten en weeg 2,5 gram honing en 4 g droge gist af in de kom. Voeg al een deel van het water toe.
3. Kneed de ingrediënten tot een deeg. Voeg beetje bij beetje de rest van het water toe. Het kneden duurt tussen de 12 en 15 minuten. Als het kneden moeilijk wordt in de kom, kan je verder kneden op het tafelblad of een plank.
4. Sluit de kom met een deksel of sluit de kom af met vershoudfolie.
5. Laat het deeg tussen de 1 en 1,5 uur rijzen.
6. Verwarm de over voor op 210 °C.
7. Smeer een bakvorm in met boter. Strooi vervolgens bloem in de bakvorm.
8. Doe het deeg in de bakvorm. Laat het ongeveer 30 minuten bakken, tot het brood goudbruin is.
9. Laat het brood afkoelen voor je het aansnijdt.

### 3.1.4. *Opmerkingen*

- De honing is niet noodzakelijk bij het maken van de broden. Het wordt toegevoegd als extra voedingsstoffen voor de gist, omdat ze honing makkelijker kunnen verteren dan bloem.
- Je kan er ook voor kiezen om op een bakplaat met bakpapier te bakken in plaats van in een bakvorm. Ook kan je bakpapier in de bakvorm leggen.

## 3.2. Waarneming

### 3.1.5. *Waarneming tijdens het maken van het deeg.*

- Bij methode 1 maak je verschillende degen. Eerst maak je een ‘voordeeg’, dat je de volgende dag gebruikt bij het maken van je eigenlijke deeg. Dit voordeeg is eerder een vloeibare substantie dan een deeg!

- Bij methode 2 krijg je wel meteen een stevig deeg. Bij methode 1 krijg je op de tweede dag een gelijkaardig deeg.

- Hieronder zie je een vergelijking tussen de verschillende degen. Links het deeg volgens methode 2 (directe manier), in het midden het deeg gemaakt met droge gist (methode 3) en rechts het deeg gemaakt volgens methode 1 (indirecte manier). Het deeg gemaakt volgens methode 1 is iets kleiner dan de andere 2. Qua uitzicht zien de degen er wel allemaal hetzelfde uit.

*Links vind je het deeg volgens methode 2, in het midden het deeg gemaakt met droge gist (methode 3) en rechts het deeg volgens methode 1.*

### 3.1.6. *Waarneming tijdens en na het bakken*

- Het brood met de droge gist was als eerste klaar. Dat brood had al een bruin korstje terwijl de andere broden duidelijk nog niet klaar waren. De twee broden met zelfgemaakt gistmengsel hebben we iets langer in de oven laten staan. Kijk vooral goed naar de broden en ga niet blindelings uit van de 30 minuten baktijd die voorgeschreven is.
- Aan de buitenkant zie je dat het brood met de droge gist het grootste is geworden. Het brood rechts, volgens methode 1, is het kleinst.

*1Links vind je het brood volgens methode 2, in het midden het brood gemaakt met droge gist (methode 3) en rechts het brood volgens methode 1.*

- Na het afkoelen, worden de broden doorgesneden om de binnenkant te bekijken. Er is een duidelijk verschil op te merken. Het brood gemaakt met droge gist (in het midden) is zeer gelijkmatig gerezen. Er zijn geen grote bellen te zien, maar het brood is toch luchtig en niet zwaar. Het brood volgens methode 1, rechts, is zeer plat gebleven. Er zijn amper gasbellen waar te nemen. Het brood zelf is ook nog een beetje deegachtig. Je kan het eten, maar het is de vraag hoe gezond zo'n deegachtig brood is. Het brood volgens methode 2, links, is wel luchtig. Er zijn grote gasbellen waar te nemen. Het brood is wel nog kleiner dat het brood met de droge gist, ook zijn er stukjes in het brood waar het niet volledig doorbakken lijkt.

*Links vind je het brood volgens methode 2, in het midden het brood gemaakt met droge gist (methode 3) en rechts het brood volgens methode 1.*

- Qua smaak zijn de broden met zelfgekweekte fruitgist vergelijkbaar met het brood dat we maakten met de droge gist. Er is geen fruitsmaak (in dit geval banaan) aanwezig in het brood.

# 4. Reflecteren

## 4.1. Verklaring

In het zelfgemaakte gistwater zitten veel minder gistcellen dan in de geconcentreerde droge gist die je in de winkel kan kopen. Dat is meteen ook de reden waarom je die degen veel langer moet laten rijzen: minder gistcellen betekent minder $CO_2$ productie, en dus minder gasbellen in het deeg. Hoe langer je de gistcellen hun werk laat doen, hoe meer gasbellen er (in principe) in het brood gevormd zullen worden. De twee broden waar zelfgekweekte fruitgist gebruikt werd, zijn minder luchtig dan het brood dat gemaakt werd met de droge gist.

## 4.2. Besluit

Brood dat je gaat bakken met je zelfgemaakte fruitgist moet veel langer rijzen omdat er minder gistcellen aanwezig zijn in de gistoplossing.

# Proef: brood bakken met eigen gemalen graan

## 1 Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Kunnen we een brood bakken met ons eigen gemalen graan?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Materiaal en stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Bakvorm<br>• Oven<br>• Mengkom<br>• Balans<br>• Maatbeker of maatcilinder<br>• Handdoek | • Zelfgemalen graan<br>• Droge gist (bakkersgist)<br>• Witte tarwebloem<br>• Lauw water<br>• Zout |

### 2.2. Proefopstelling

We testen 2 soorten graan en ook enkele maalvormen van het graan. We gebruiken een mengkom om het deeg in te bereiden. De balans gebruiken we om de maten af te wegen die we gebruiken in het recept.

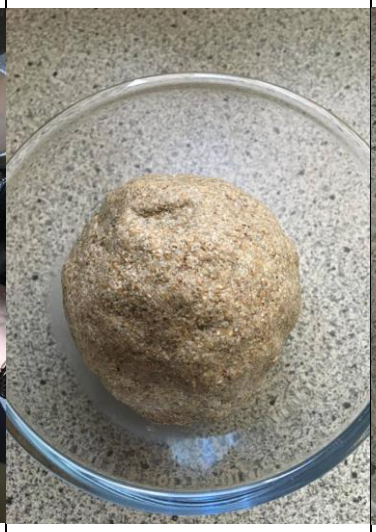
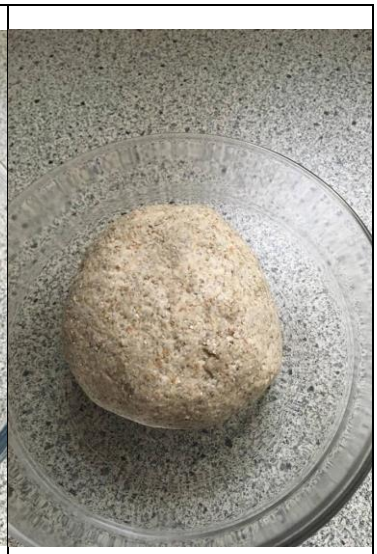
## 3. Uitvoeren

### 3.1. Werkwijze

1. Neem de mengkom en voeg 250g zelfgemalen graan (grof of fijn) toe aan de kom. Je kan 125g gekocht tarwemeel uit de winkel samen met 125 g zelfgemalen graan (grof of fijn) toevoegen aan de kom.
2. Meng een snuifje zout onder het meel.
3. Neem een klein deel van de 1,25 dl lauw water en voeg hier 10g droge gist aan toe. Meng de droge gist in het lauwe water tot het opgelost is.
4. Voeg het gistmengsel toe aan het gemalen graan en meng dit onder elkaar.
5. Voeg geleidelijk aan de rest van het lauwe water toe aan het mengsel. Meng alles goed onder elkaar.
6. Kneed het deeg 10 min met de muis van je hand.
7. Laat het deeg 1 uur rusten in een kom onder een handdoek in een warme omgeving.
8. Kneed het deeg opnieuw.
9. Laat nogmaals 1 uur rusten tot het deeg is gerezen.
10. Doe het deeg in een bakvorm en bak het brood 30 minuten op 220 °C.

## 3.2. Waarneming

### 3.2.1. Waarneming tijdens het mengen van het deeg

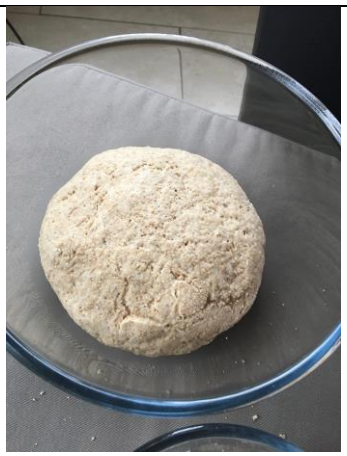
| | | |
|---|---|---|
| |  |  |
| Grof gemalen rogge. | Gemalen en gezeefd rogge. | Gezeefd rogge + witte tarwe bloem van de winkel. |
| | | |
| gemalen tarwe. | gemalen tarwe met bloem winkel | |

Bij het grof gemalen rogge merk je dat het deeg geen mooie bol vormt en vrij brokkelig is.

Het fijn gemalen en gezeefd rogge vormt een mooie bol, maar is vrij massief.

Het fijn gemalen en gezeefd roggen dat gemengd is met witte tarwebloem uit de winkel vorm een mooie bol. Deze lijkt ook al iets minder vast van structuur.

### 3.2.2. Waarneming tijdens het rijzen van het deeg

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| 2 maal gerezen + gekneed grof gemalen rogge. | 2 maal gerezen + gekneed gemalen en gezeefd rogge | 2 maal gerezen + gekneed gemalen en gezeefd rogge gemengd met witte tarwebloem. |
| |  | |
| 2 maal gerezen + gekneed fijn gemalen tarwe | 2 maal gerezen + gekneed fijn gemalen tarwe + bloem winkel | |

Het brood van het grof gemalen graan is niet gerezen. Het is nog steeds een massieve bol.

Het brood gemaakt uit fijn gemalen graan is lichtjes gerezen, maar is ook nog redelijk massief.

Het brood gemaakt met uit fijn gemalen graan en wit tarwemeel uit de winkel is wel goed gerezen.

We zien dezelfde resultaten bij rogge als bij tarwe.

### 3.2.3. Waarneming na het bakken van het brood

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| Brood gebakken met grof rogge . | Brood gebakken met fijn rogge. | Brood gebakken met fijn rogge en wit tarwebloem van de winkel. |

Het brood gemaakt uit grof gemalen rogge is een zeer massieve bol. Het is zeker niet eetbaar.

Het brood dat we gebakken hebben met fijn gemalen rogge is ook redelijk massief.

Het brood dat we gebakken hebben met fijn gemalen rogge en wit tarwemeel uit de winkel is een mooi broodje geworden. Het is een stevig broodje, maar wel eetbaar. Het is luchtig genoeg om een mooi broodje te zijn.

| | |
|---|---|
| | |
| | |
| Brood gebakken met fijn gemalen tarwe. | Brood gebakken met fijn gemalen tarwe + bloem van de winkel |

Het brood gebakken met fijn gemalen tarwe is vrij vast van structuur. Het is wel luchtiger dan het brood gebakken met roggemeel.

Het beste resultaat verkrijgen we met toevoeging van bloem van de winkel. Daar zie je dat het brood veel luchtiger is.

# 4. Reflecteren

## 4.1. Verklaring

Dat de broden bij het gebruik van rogge redelijk massief zijn, kan liggen aan de graansoort. Roggegraan geeft redelijk massieve en stevige broden. Bij de tweede baktest gebruikten we tarwe en dit zorgt voor een luchtiger brood. Dit verschil kan misschien verklaard worden door de aanwezigheid van gluten, maar die theorie konden we niet bevestigen.

## 4.2. Besluit

Je kan brood bakken met je eigen gemalen graan. Wil je een mooi broodje bakken kan je best wat wit tarwemeel van de winkel toevoegen voor een mooier resultaat.

# Zuurdesem

Op de volgende pagina's bekijken we een gistvervanger, namelijk zuurdesem. In dit deel van de bundel bekijken we hoe je zuurdesem kan maken, hoe je het kan bewaren, hoe je het bekijkt onder de microscoop, hoe je zuurdesem neutraliseert en het belangrijkste: hoe je er brood mee kan bakken.

Zuurdesems variëren heel erg onder elkaar. Wees dus niet te snel betreurd wanneer je resultaten er niet zo uit zien als op de foto. Voor dit STEM-project zijn er wel 15 verschillende zuurdesems gemaakt, met allemaal een verschillend uitzicht. Zolang er geen schimmel op staat, kan je je zuurdesem blijven gebruiken!

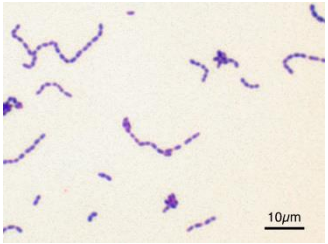
# Wat is zuurdesem?

Zuurdesem is gefermenteerd deeg dat bestaat uit water en bloem. Die fermentatie vindt plaats door melkzuurbacteriën en gisten die van nature aanwezig zijn in bloem. De melkzuurbacteriën en gisten zetten, m.b.v. enzymen, de suikers van de bloem om in melkzuurbacteriën, alcohol en koolstofdioxide ($CO_2$). Verder kunnen er ook nog azijnzuurbacteriën aanwezig zijn. Azijnzuurbacteriën zijn aanwezig in de lucht en kunnen door het bewerken van de zuurdesem ook terechtkomen in de zuurdesem.

Doordat er gewerkt wordt met 'levende' bacteriën en gisten, zijn zuurdesems erg variërend. Je kan 10 keer een desem maken, die 10 keer een ander uitzicht heeft en anders ruikt. Verschillende soorten bloem hebben daar ook een grote invloed op.

## 1 Melkzuurbacteriën

Melkzuurbacteriën (Lactobacillus) zijn bacteriën die anaeroob (eventueel micro-aerofiel) werken. Dat wil zeggen dat ze geen zuurstof nodig hebben (eventueel heel erg weinig). Ze groeien het best in een zuur milieu met een pH-waarde van 4 tot 6 en een temperatuur rond 30°C (niet hoger dan 35°C). Verder zijn ze grampositief en kunnen ze dus door gramkleuring zichtbaar gemaakt worden onder de microscoop (dat wordt verder uitgelegd in de proeven rond zuurdesem). Melkzuurbacteriën worden in het dagelijks leven gebruikt voor conservering (melk, brood) of productie van levensmiddelen (yoghurt, karnemelk, zuurkool, zuurdesem). Ook zijn melkzuurbacteriën aanwezig in darm- en vaginaflora. Sommige melkzuurbacteriën kunnen zelfs ziektes veroorzaken.




Veel voorkomende melkzuurbacteriën in zuurdesems zijn: Lactobacillus acidifarinae, Lactobacillus sanfranciscensis, Lactobacillus brevis var. Lindneri II en Lactobacillus plantarum.

Er zijn verschillende soorten melkzuurbacteriën en sommige kunnen suikers ook omzetten naar verschillende eindproducten. Voornamelijk wordt uit de suikers melkzuur geproduceerd. Verder kunnen bepaalde melkzuurbacteriën kleine hoeveelheden azijnzuur, $CO_2$ en zelfs alcohol produceren.

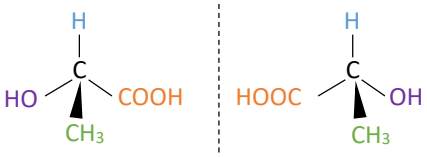
Melkzuurbacteriën zetten voornamelijk suikers om in melkzuur:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{melkzuur-}} C_3H_6O_3$$

### 1.1. Melkzuur

Melkzuur is een organische stof en heeft als brutoformule $C_3H_6O_3$ en de $pK_a$ is gelijk aan 3,85. De zuivere stof is vast, maar het racemisch mengsel is eerder een olieachtige vloeistof.

Racemisch mengsel wilt zeggen dat er evenveel rechts- als linksdraaiende melkzuurmoleculen aanwezig zijn. Net zoals wij een linker- en een rechterhand hebben bestaat er ook links- en rechtsdraaiend melkzuur. Het verschil zit in de ruimtelijke structuur. Ze zijn in principe elkaars spiegelbeeld.




rechtsdraaiend linksdraaiend

Verder kan je melkzuur ook herkennen in levensmiddelen aan het E-nummer E270 op de verpakking.

## 2. Azijnzuurbacteriën

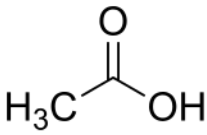
Azijnzuurbacteriën zijn bacteriën die aeroob werken. Dat wil zeggen dat ze zuurstof nodig hebben. Ze groeien net zoals melkzuurbacteriën het best in een zuur milieu met een pH-waarde van 4 tot 6 en een temperatuur rond 30°C (niet hoger dan 35°C). Verder zijn ze gramnegatief en kunnen ze dus door gramkleuring zichtbaar gemaakt worden onder de microscoop. Azijnzuurbacteriën worden in het dagelijks leven vooral gebruikt voor productie van azijn uit wijn. Ook zijn azijnzuurbacteriën aanwezig in de lucht en kunnen ze gewonnen worden uit de nectar van bloemen.

Azijnzuurbacteriën zetten ethanol om in azijnzuur:

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{azijnzuur-}} CH_3COOH + H_2O$$

### 2.1. Azijnzuur

Azijnzuur (of ethaanzuur) is een organische stof en heeft als brutoformule $CH_3COOH$ en de $pK_a$ is gelijk aan 4,75. Zuiver azijnzuur is een kleurloze vloeistof, ook wel ijsazijn genoemd.




Azijnzuur is een belangrijke grondstof binnen de polymeerchemie. Verder wordt het gebruikt als smaakstof, conserveermiddel of zuurteregelaar in levensmiddelen. Je kan azijnzuur herkennen in levensmiddelen aan het E-nummer E260 op de verpakking.

## 3. Gist

Gisten komen van nature voor op heel wat planten: fruit, groenten, graan … In zuurdesems zitten ook wilde gisten die van nature in bloem (tarwe) voorkomen.

De anaerobe reactie waarbij glucose omgezet wordt in ethanol en koolstofdioxide.

Net zoals dat er veel soorten bacteriën bestaan, bestaan er ook verschillende soorten gisten.

Veel voorkomende gisten in zuurdesems zijn: Saccharomyces cerevisiae, Saccharomyces exiguus, Candida milleri, Candida krusei en Torulaspora delbrueckii.

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2\ CH_3CH_2OH + 2\ CO_2 \quad (+\text{ warmte})$$

Op pagina 24 vind je nog meer informatie over gist.

# Proef: zuurdesem maken

Op de volgende pagina's wordt er uitgelegd hoe je zuurdesem kan maken. Het hele proces neemt 5 dagen in beslag. Elke dag moet je er maximum een halfuur mee bezig zijn. Verder is het erg belangrijk om hygiënisch te werk te gaan. De zuurdesem kan anders snel beschimmelen. Verder zijn er nog een aantal handige bewaartips en wordt er besproken wat je moet doen als je desem een laagje water krijgt of als hij beschimmelt. Tot slot staat er hoe je zuurdesembrood het best kan bakken.

In heel wat recepten op het internet wordt er gezegd dat het het beste is om te werken met roggebloem. De zuurdesem zou anders erg vaak mislukken. Tijdens dit project is er een aantal keren zuurdesem gemaakt, maar dan met gewone tarwebloem. Er is gekozen om te werken met tarwebloem, omdat die in elke winkel te vinden is, daarbij het is meestal ook nog de goedkoopste bloem. De zuurdesems die tijdens het project gemaakt werden met gewone tarwebloem zijn elke keer gelukt. Op zich is het helemaal niet moeilijk om zuurdesem te maken, ook al beweren een aantal online bronnen het omgekeerde.

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Kunnen we zelf zuurdesem maken?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Materiaal + stoffen

Deze materialen heb je elke dag nodig bij de bereiding van de zuurdesem.

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Schone kom<br>• Vershoudfolie<br>• Pannenlikker<br>• Lepel<br>• Keukenweegschaal | • 50 gram tarwebloem<br>• 50 gram lauwwarm water |

In plaats van een mengkom kan je ook gebruik maken van een afsluitbare doos of glazen pot. Let er dan wel op dat de zuurdesem niet aan een (eventuele) metalen deksel kunnen, het zuur in de desem kan metaal namelijk aantasten. Was om die reden ook steeds een metalen wasbak goed uit.

### 2.2. Opstelling (foto)

Zuurdesem in een kom, afgesloten met huishoudfolie.

# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

### 3.1.1. *Werkwijze dag 1*

1. Weeg 50 gram tarwebloem af met de keukenweegschaal, in de schone kom.
2. Voeg 50 gram lauw water toe en meng dit goed door elkaar. Er mogen geen klonters meer in het beslag zitten.
3. Dek de kom af met vershoudfolie.
4. Zet het mengsel 24 uur op een tochtvrije plaats, bij minimaal 18 graden, het liefst zelfs nog een klein beetje warmer. Kamertemperatuur is dus ook goed.

### 3.1.2. *Werkwijze dag 2*

1. Weeg 50 gram tarwebloem af met de keukenweegschaal, in de schone kom.
2. Voeg 50 gram lauw water toe en meng dit goed door elkaar. Er mogen geen klonters meer in het beslag zitten.
3. Breng m.b.v. de pannenlikker het bloem-water-mengsel bij het nieuwe mengsel en meng dit goed door elkaar.
4. Dek de kom af met vershoudfolie.
5. Zet het mengsel 24 uur op een tochtvrije plaats, bij minimaal 18 graden, het liefst zelfs nog een klein beetje warmer. Kamertemperatuur is dus ook goed.
6. (doe de oude pot in de afwasmachine of was hem af met heet water voor de volgende dag)

### 3.1.3. *Werkwijze dag 3*

1. Weeg 50 gram tarwebloem af met de keukenweegschaal, in de schone kom.

2. Voeg 50 gram lauw water toe en meng dit goed door elkaar. Er mogen geen klonters meer in het beslag zitten.
3. Breng m.b.v. de pannenlikker het bloem-water-mengsel bij het nieuwe mengsel en meng dit goed door elkaar.
4. Dek de kom af met vershoudfolie.
5. Zet het mengsel 24 uur op een tochtvrije plaats, bij minimaal 18 graden, het liefst zelfs nog een klein beetje warmer. Kamertemperatuur is dus ook goed.
6. (doe de oude pot in de afwasmachine of was hem af met heet water voor de volgende dag)

### 3.1.4. *Werkwijze dag 4*

1. Weeg 50 gram tarwebloem af met de keukenweegschaal, in de schone kom.
2. Voeg 50 gram lauw water toe en meng dit goed door elkaar. Er mogen geen klonters meer in het beslag zitten.
3. Breng m.b.v. de pannenlikker het bloem-water-mengsel bij het nieuwe mengsel en meng dit goed door elkaar.
4. Dek de kom af met vershoudfolie.
5. Zet het mengsel 24 uur op een tochtvrije plaats, bij minimaal 18 graden, het liefst zelfs nog een klein beetje warmer. Kamertemperatuur is dus ook goed.
6. (doe de oude pot in de afwasmachine of was hem af met heet water voor de volgende dag)

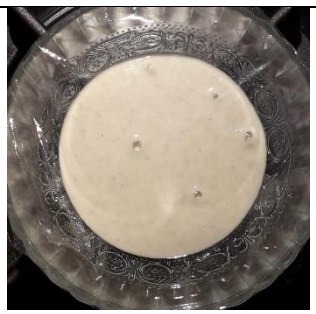
### 3.1.5. *Werkwijze dag 5*

Vandaag is dag vijf. Je deeg is nu erg vloeibaar geworden. Wanneer je je deeg bekijkt zie je duidelijk bellen in het mengsel. Ruik ook eens aan het deeg, je zou een friszurige geur moeten ruiken. Als je desem geen bellen vertoont, moet je zeker niet panikeren. Het kan goed zijn dat de desem iets te koud heeft gestaan of de bloem heeft gewoon wat meer tijd nodig. Herhaal eventueel de werkwijze van dag 4 nog één of twee keer. Beter één keer te veel voeden, dan één keer te weinig.

Deze zuurdesem dient als “starter” voor je brooddeeg.

### 3.1.6. *Waarnemingen*

| Dag | Foto | pH | Andere waarnemingen |
|---|---|---|---|
| 1 | | 6,3 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 |  | 5,2 | |
| 2<br><br>gemengd met nieuw deeg | | Nieuw deeg: 5,9 | |
| 3 | | 4,2 | Bubbels te zien<br><br>Vloeibaarder geworden<br><br>Geur is al een beetje zurig |
| 3<br><br>gemengd met nieuw deeg | | Nieuw deeg: 4,3 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | | 5 | Bubbels te zien<br>Heel vloeibaar geworden<br>Friszure geur, doet denken aan yoghurt |
| 4<br>gemengd met nieuw deeg | | Nieuw deeg: 5,3 | |
| 5 | | 4,2 | Bubbels te zien<br>Heel vloeibaar geworden<br>Friszure geur |

# 4. Reflecteren

## 4.1. Optredende reacties

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{gist}} 2\ CH_3CH_2OH + 2\ CO_2 \quad (+\ \text{warmte})$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{melkzuur-}} 2\ C_3H_6O_3$$

Enkel indien er azijnzuurbacteriën aanwezig zijn:

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{azijnzuur-}} CH_3COOH + H_2O$$

## 4.2. Verklaring

In bloem zitten van nature melkzuurbacteriën en wilde gisten. Wanneer die bevochtigd worden, treden ze in werking. Het is ook om die reden dat je bloem vochtvrij moet bewaren in de keuken, anders wordt de bloem zuur.

In de zuurdesem hebben de gisten en melkzuurbacteriën een aantal dagen tijd om in werking te treden. Door de aanwezige melkzuurbacteriën wordt de zuurdesem zuur en door de gisten zijn er bubbels aanwezig in de desem.

Door het complete fermentatieproces krijgen we uiteindelijk zuurdesem.

## 4.3. Besluit

We kunnen zelf zuurdesem maken met bloem en water.

# Proef: zuurdesembrood bakken

Op de volgende pagina's wordt er uitgelegd hoe je zuurdesembrood kan bakken. Om deze proef uit te voeren heb je de tarwedesem nodig. Hoe je die desem maakt, is in de vorige proef beschreven. Deze proef is uitgevoerd met zuurdesem die in de frigo bewaard werd.

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Wat is de beste manier om zuurdesembrood te bakken?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Materiaal + stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • (kleine) kom<br>• Huishoudfolie<br>• Keukenweegschaal<br>• Maatbeker<br>• Kom voor deeg<br>• Bakplaat<br>• Bakpapier<br>• Mixer (om te kneden, anders met de handen)<br>• Vuurvast kommetje met wat water | • 25 gram zuurdesem + 50 gram bloem + 50 gram water<br>• 200 gram bloem + iets extra voor het kneden<br>• 75 ml water<br>• 5 gram zout |

De hoeveelheid bloem water en zout is afhankelijk van hoe groot je je brood je wilt maken. Deze ingrediënten zijn de helft van de normale hoeveelheid ingrediënten voor een normaal brood. Deze ingrediënten zijn dus voldoende om een half brood te bakken.

## 2.2. Opstelling (foto)

| | |
|---|---|
| | |
| zuurdesem tijdens het activeren | zuurdesembrood voor het rijzen |

# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

Zuurdesem activeren (’s avonds):

1. Weeg 25 gram zuurdesem, 50 gram bloem en 50 gram lauw water af met de keukenweegschaal. Doe de ingrediënten allemaal samen in de (kleine) kom.
2. Meng de ingrediënten goed door elkaar tot dat er geen klonters meer in het beslag zitten.
3. Dek de kom af met huishoudfolie en laat minstens een nacht staan.

Brooddeeg maken:

1. Weeg 200 gram bloem af en doe dit in de kom.
2. Meet 75 ml water af met de maatbeker en voeg het toe aan de bloem.
3. Voeg de volledige hoeveelheid geactiveerde zuurdesem in de kom.
4. Meng alle ingrediënten goed door elkaar (met de mixer anders met de hand).
5. Het deeg mag niet te plakkerig zijn, indien het te plakkerig is voeg je nog wat bloem toe. Kneed 8 minuten goed door.
6. Voeg dan 5 gram zout toe aan het deeg en kneed nog eens 2 minuten.
7. Leg de deegbol op de bakplaat op bakpapier.
8. Dek het deeg af en laat het 24u rijzen.

Bakken:

1. Verwarm de oven voor op 220°C.
2. Wanneer de oven warm is zet je het vuurvaste kommetje met water op de bodem van de oven.
3. Doe dan de bakplaat met het deeg in de oven.
4. Laat 30 - 35 minuten bakken.

## 3.2. Waarnemingen

| | |
|---|---|
| | |
| geactiveerde zuurdesem ’s ochtends na een nacht te laten staan | geactiveerde zuurdesem ‘s middags na een nacht te laten staan (meer bellen) |

| | |
|---|---|
| | |
| zuurdesembrood voor het rijzen | zuurdesembrood na het rijzen |

| | |
|---|---|
| | |
| zuurdesembrood na het bakken | zuurdesembrood opengesneden |

# 4. Reflecteren

## 4.1. Optredende reacties

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{gist}} CH_3CH_2OH + 2\ CO_2 \quad (+\ \text{warmte})$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{melkzuur-}} C_3H_6O_3$$

Enkel indien er azijnzuurbacteriën aanwezig zijn:

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{azijnzuur-}} CH_3COOH + H_2O$$

## 4.2. Verklaring

Het deeg moet in dit recept erg lang rijzen. Dat komt omdat er in de zuurdesem minder gistcellen zitten dan wanneer je gewone gist toevoegt.

## 4.3. Besluit

Je kan zuurdesem het beste bakken door bovenstaand recept te gebruiken.

# Proef: zuurdesem bewaren

Op de volgende pagina's wordt er uitgelegd hoe je zuurdesem kan bewaren. In deze proef zijn de zuurdesems 7 dagen lang op verschillende manieren bewaard geweest. Om deze proef uit te voeren heb je de tarwedesem nodig. Hoe je die desem maakt is in een voorgaande proef beschreven.

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Wat is de beste manier om zuurdesem te bewaren?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Materiaal + stoffen

Deze materialen heb je elke dag nodig bij de bereiding van de zuurdesem.

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • verschillende afsluitbare potjes (ligt eraan op hoeveel verschillende manieren je de zuurdesem wilt bewaren)<br>• bakplaat<br>• bakpapier<br>• oven<br>• eetlepel | • zuurdesem<br>• kraanwater |

De hoeveelheid potjes en zuurdesem is afhankelijk van hoeveel verschillende bewaarmanieren die je wilt testen. In deze proef worden er 6 verschillende manieren getest. Dus dan heb je 6 potjes nodig, verder is er voor elke potje 100 gram zuurdesem gebruikt. In het totaal is dat 600 gram zuurdesem.

### 2.2. Opstelling (foto)

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| zuurdesems in potjes om 7 dagen te testen | zuurdesems voor het activeren | deeg van de zuurdesems voor het rijzen |

# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

1. Zorg dat de potjes goed uitgewassen zijn.
2. Vul elk potje met 100 gram zuurdesem.
3. Zet de potjes op verschillende plaatsen in huis om te testen welke manier het beste is om te bewaren. In deze proef zijn deze bewaarmanieren getest:
    a. Op het aanrecht in de **keuken**
    b. Op de **vensterbank**
    c. In de **kast** (in het donker)
    d. In de **frigo**
    e. In de **diepvries**
    f. **Gedroogd** en in de kast (in het donker)
4. Test elke dag (of na één week) de temperatuur, de pH-waarde, de geur en het uitzicht.
5. Haal na één week ook de zuurdesem uit de diepvries: beschrijf de temperatuur, de pH-waarde, de geur en het uitzicht.
6. Voeg bij de
7. Na 7 dagen wordt er brood gebakken met alle verschillende zuurdesems.
8. Daarna kan er met de desems brood gebakken worden om ze te testen. De beste manier om ze te bakken staat beschreven in de volgende proef.

Zuurdesem in de diepvries:

1. Doe de zuurdesem is een potje/ zak voor in de diepvries.
2. Laat de zuurdesem een week in de diepvries zitten.
3. Haal na één week ook de zuurdesem uit de diepvries: beschrijf de temperatuur, de pH-waarde, de geur en het uitzicht.

Zuurdesem gedroogd:

1. Weeg de zuurdesem op voorhand: dit moet 100 gram zijn zoals de andere desems. (Je weegt voor en na het drogen om te weten hoeveel water er verdampt tijdens het drogen)
2. Strijk de zuurdesem in een dunne laag (met een lepel) uit over bakpapier op een bakplaat.
3. Verwarm de oven op de laagste stand (max. 30 - 40 graden, anders dood je de bacteriën/ enzymen al op voorhand)
4. Zet de bakplaat in de oven en laat staan tot de zuurdesem droog is.
5. Haal alle gedroogde zuurdesem van het bakpapier, breek het in stukjes en doe het in een afsluitbare pot.
6. Weeg de gedroogde zuurdesem opnieuw af.
7. Zet de gedroogde zuurdesem in een donkere kast.
8. Haal na één week ook de gedroogde zuurdesem uit de kast, voeg de verdampte hoeveelheid water toe en laat een half uur tot een uur trekken.
9. Roer goed.
10. Beschrijf de temperatuur, de pH-waarde, de geur en het uitzicht.

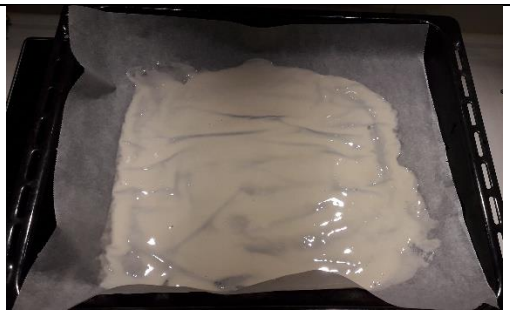
Zuurdesem bakken:

1. Bak de zuurdesem zoals beschreven in de proef ‘zuurdesembrood bakken’ op pagina 231.

## 3.2. Waarnemingen

### 3.2.1. *Gedroogde zuurdesem:*

- Massa voor drogen: 100 gram
- Massa na drogen: 48 gram
- Hoeveelheid verdampt water: 52 gram

| | |
|---|---|
|  | |
| voor het drogen | na het drogen |

| | |
|---|---|
| | |
| gedroogde zuurdesem in pot | zuurdesem na één week en opnieuw water toegevoegd (nu moet het nog weken) |

### 3.2.2. *Waarnemingen zuurdesems van 7 dagen*

De geuren van de zuurdesems zijn beschreven t.o.v. elkaar. Je kan er namelijk moeilijk een bepaalde geur op plakken.

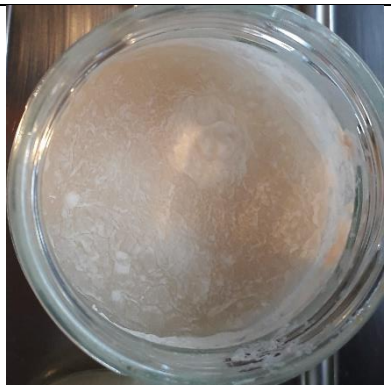
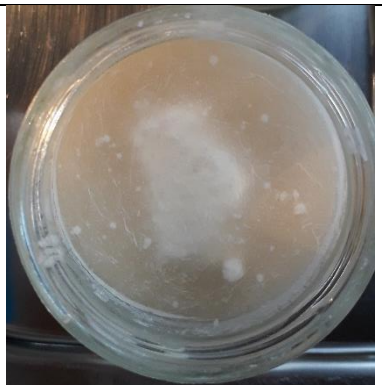
| dag | zuurdesems | temp. | pH-waarde | geur | uitzicht |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | keuken | 20,1°C | 4,0 | zachte geur | |
| | vensterbank | 19,2°C | 4,2 | scherpe geur | |
| | kast | 20,7°C | 4,0 | heel zachte geur | |
| | frigo | 4,4°C | 4,2 | zachte geur | minder vloeibaar dan de rest |
| | diepvries | | | | |
| | gedroogd | | | | |
| 2 | keuken | 20,1°C | 4,9 | zure geur | |
| | vensterbank | 19,3°C | 4,9 | zachte geur, niet zo zuur | |
| | kast | 20,8°C | 4,9 | zachte geur, niet zo zuur | |
| | frigo | 6,3°C | 5,1 | meest zachte geur | |
| | diepvries | | | | |
| | gedroogd | | | | |
| 3 | keuken | 19,6°C | 4,1 | iets mindere vieze voeten geur | |
| | vensterbank | 18,2°C | 4,3 | zware zure geur/ doffe geur | |
| | kast | 21,2°C | 4,1 | vieze voeten geur | |
| | frigo | 3,2°C | 4,8 | lichte zure geur | |
| | diepvries | | | | |
| | gedroogd | | | | |
| 4 | keuken | 19,9°C | 3,6 | vieze voeten geur | |
| | vensterbank | 18,4°C | 3,9 | felle zure geur | |
| | kast | 21,2°C | 3,7 | hele erge vieze voeten geur | |
| | frigo | 4,8°C | 4,3 | zachte, licht zure geur | |
| | diepvries | | | | |
| | gedroogd | | | | |
| 5 | keuken | 20,2°C | 3,8 | zweetvoetgeur | vieze laag op de zuurdesem |
| | vensterbank | 19,7°C | 3,8 | zware zure geur | |
| | kast | 21,2°C | 3,7 | heel erge zweetvoetgeur | vieze laag op de zuurdesem |
| | frigo | 6,5°C | 4,2 | lichtzure geur (doet denken aan yoghurt) | |
| | diepvries | | | | |
| | gedroogd | | | | |
| 6 | keuken | 20,2°C | 4,1 | zweetvoetgeur | vieze laag op de zuurdesem |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | vensterbank | 18,1°C | 4,2 | lichte zweetvoetgeur | |
| | kast | 20,7°C | 4,0 | heel erge zweetvoetgeur | vieze laag op de zuurdesem |
| | frigo | 1,8°C | 4,5 | zure geur | |
| | diepvries | | | | |
| | gedroogd | | | | |
| 7 | keuken | 20,3°C | 3,7 | zweetvoetgeur met zware geur (doet denken aan azijn) | vieze laag op de zuurdesem |
| | vensterbank | 19,5°C | 4,0 | lichte zweetvoetgeur | |
| | kast | 20,8°C | 3,8 | heel erge zweetvoetgeur | vieze laag op de zuurdesem |
| | frigo | 4,8°C | 4,9 | zure geur | |
| | diepvries | | 4,2 | heel licht zuur + lichte broodgeur | |
| | gedroogd | | 4,3 | niet veel geur | |

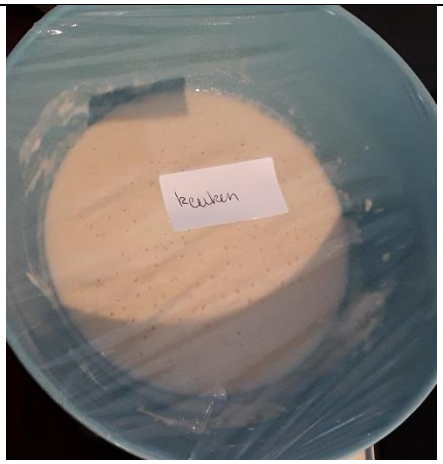
zuurdesems op dag 5

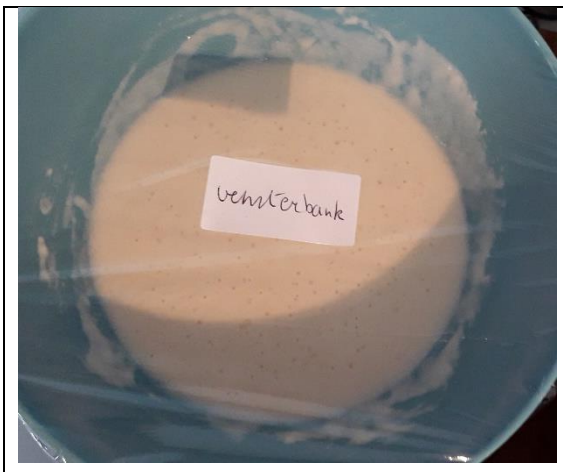
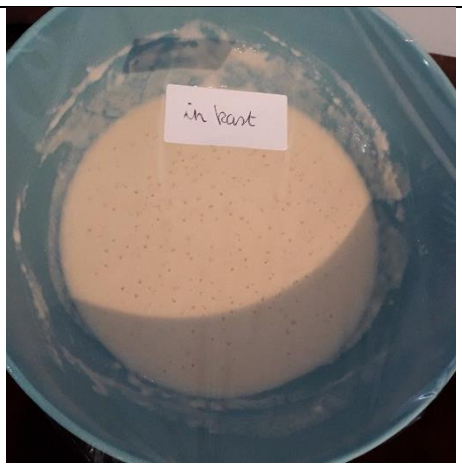
volgorde: frigo – vensterbank – kast – keuken

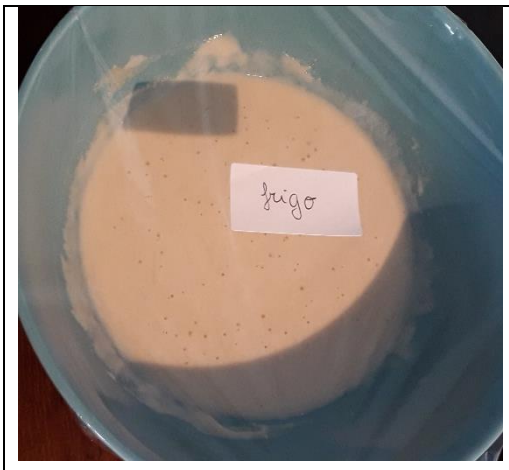
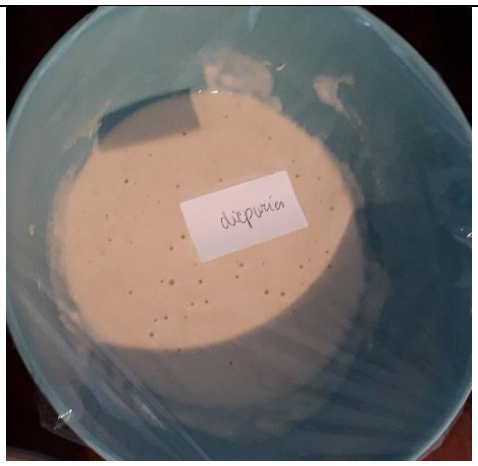
| | |
|---|---|
| frigo dag 5: normaal uitzicht | vensterbank dag 5: laagje water op de desem |

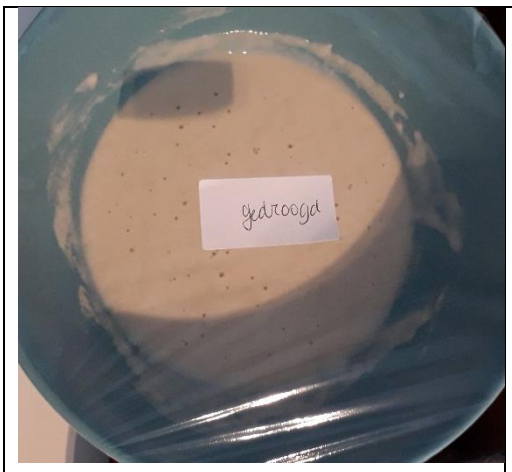
| | |
|---|---|
|  |  |
| kast dag 5: vieze laag | keuken dag 5: vieze laag |

### 3.2.3. *Waarnemingen bakken*

| | |
|---|---|
| |   |
| geactiveerde zuurdesem met vers gemaakte desem | geactiveerde zuurdesem 'keuken' |

| | |
|---|---|
|   |   |
| geactiveerde zuurdesem ‘vensterbank’ | geactiveerde zuurdesem ‘kast’ |

| | |
|---|---|
|   |   |
| geactiveerde zuurdesem ‘frigo’ | geactiveerde zuurdesem ‘diepvries’ |

| | |
|---|---|
|   | |
| geactiveerde zuurdesem ‘gedroogd’ | zuurdesembroden voor het rijzen |

| | |
|---|---|
| | |
| zuurdesembroden na het rijzen | zuurdesembroden na het rijzen |

| | |
|---|---|
| | |
| zuurdesembroden na het bakken | zuurdesembroden na het bakken |

| | |
|---|---|
| | |
| zuurdesembrood na het bakken ‘vers gemaakte desem’ | zuurdesembrood na het bakken ‘keuken’ |

| | |
|---|---|
| | |
| zuurdesembrood na het bakken ‘vensterbank’ | zuurdesembrood na het bakken ‘kast’ |

| | |
|---|---|
| | |
| zuurdesembrood na het bakken ‘frigo’ | zuurdesembrood na het bakken ‘diepvries’ |

| | |
|---|---|
| | |
| zuurdesembrood na het bakken 'gedroogd' | |

# 4. Reflecteren

## 4.1. Optredende reacties

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{gist}} 2\ CH_3CH_2OH + 2\ CO_2 \quad (+\ \text{warmte})$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{melkzuur-}} 2\ C_3H_6O_3$$

Enkel indien er azijnzuurbacteriën aanwezig zijn:

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{azijnzuur-}} CH_3COOH + H_2O$$

## 4.2. Verklaring

### 4.2.1. *Zuurdesems na 7 dagen bewaren*

Geen enkele zuurdesem is beschimmeld. Dus echt 'slecht' worden de zuurdesems niet.

Bij kamertemperatuur werken de melkzuurbacteriën en de gisten het beste. Er gaat bij 'keuken', 'vensterbank' en 'kast' ook het meeste melkzuur en alcohol gevormd worden. Aangezien er geen schimmelvorming is, zijn de zuurdesems in principe niet 'slecht'. Ze ruiken wel niet erg lekker waardoor ook de smaak van het brood niet goed meer gaat zijn.

In de koelkast worden die twee processen (melkzuurgisting en gisting) juist afgeremd waardoor de desem niet 'slecht' wordt en ook niet gaat stinken.

De zuurdesem in de diepvries lijkt er het beste uit te zien. Er is weinig geur waar te nemen waardoor de zuurdesem niet stinkt. Verder lijkt de pH ook gewoon in orde.

De zuurdesem drogen lijkt ook een goede optie. De zuurdesem vertoont geen vreemde of vieze geur. Het water wordt ook na 7 dagen goed opgenomen in de gedroogde desem.

### 4.2.2. *Zuurdesems na het bakken*

De broden met zuurdesems ‘keuken’, ‘vensterbank’ en ‘kast’ zijn het beste gelukt. Deze broden zijn het mooiste gerezen. Dat is ook best logisch aangezien die gisten zich in de zuurdesems 7 dagen lang het beste hebben kunnen ontwikkelen op een warme temperatuur.

De broden met zuurdesems ‘vers gemaakte zuurdesem’ en ‘frigo’ zijn iets minder goed gerezen, maar ze zijn nog steeds gelukt. De zuurdesems hebben zich in de frigo of in de vers gemaakte zuurdesem iets minder goed kunnen ontwikkelen dan in de zuurdesems ‘keuken’, ‘vensterbank’ en ‘kast’.

De broden met zuurdesems ‘diepvries’ en ‘gedroogd’ zijn het slechtste gerezen en hebben zelfs nog deeg vanbinnen. In die zuurdesems hebben de gisten zich ook het minst goed kunnen ontwikkelen.

## 4.3. Besluit

De zuurdesem bewaren in de diepvries, in de frigo of het laten drogen lijken de beste opties. Vooraleer er een goed besluit gevormd kan worden, worden de zuurdesems allemaal gebruikt om brood te bakken. Dat is beschreven in de volgende proef.

# Proef: Zuurdesem neutraliseren

Op de volgende pagina's wordt er uitgelegd hoe je zuurdesem kan neutraliseren. In deze proef zijn de zuurdesems geneutraliseerd, om dan te kijken hoelang het duurt tegen dat de zuurdesem zichzelf hersteld heeft. Om deze proef uit te voeren heb je de tarwedesem nodig. Hoe je die desem maakt is op de vorige pagina's beschreven.

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Kan zuurdesem na neutralisatie zichzelf herstellen?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Technieken

In deze proef heb je de techniek 'Hoeveelheden op een maatcilinder aflezen.' nodig. Die techniek staat beschreven in bijlage 3 op pagina 330.

### 2.2. Materiaal + stoffen

Je gebruikt hier natuurlijk de materialen die de leerlingen voor hun eigen proefopstelling hebben gebruikt. Wij bespreken het nu voor de proefopstelling die we zelf hebben opgesteld.

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • maatcilinder<br>• maatbekers 100 ml<br>• ballonnen<br>• elastieken<br>• schaar<br>• pH-meter (of universeel indicatorpapier)<br>• maatkolf 50 ml<br>• pasteurpipet<br>• roerstaaf/lepel/spatel | • Ongeveer 100 ml zuurdesem<br>• NaOH 1 mol/l<br>• Gedemineraliseerd water |

De hoeveelheid maatcilinders, ballonnen, elastieken en zuurdesem is afhankelijk van hoeveel verschillende manieren je wilt testen. In deze proef worden er 2 verschillende manieren getest

(met en zonder extra toevoeging van suiker). Dus dan heb je 2 potjes nodig. Je kan ook nog testen met licht, temperatuur …

## 2.4. Veiligheid

**Natriumhydroxide**
**NaOH**

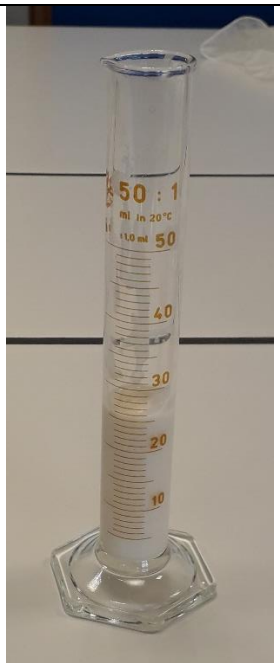
CAS
1310-73-2

**Gevaar**

H 314 Veroorzaakt ernstige brandwonden en oogletsel.
P 280.1+3-301+330+331-305+351+338 Beschermende handschoenen en oogbescherming dragen. NA INSLIKKEN: de mond spoelen — GEEN braken opwekken. BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten. Indien mogelijk, contactlenzen verwijderen. Blijven spoelen.

**WGK 1** Mr: 40 KHLim 42

## 2.5. Opstelling (foto)

| | | |
|---|---|---|
|  | | |
| Maatcilinder met zuurdesem | Maatkolf | pH meten |

| | |
|---|---|
| | |
| zwenken | Maatbekers die klaar zijn |

# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

Van de zuurdesem is een verdunning gemaakt. Dat is gedaan omdat de pH zo makkelijker te meten is en zo kan je ook de NaOH makkelijker met de zuurdesem mengen.

Verdunning:

1. Meet 25 ml zuurdesem af m.b.v. de maatcilinder.
2. Breng de 25 ml zuurdesem in de maatkolf van 50 ml.
3. Spoel de maatcilinder nog eens extra uit met gedestilleerd water. Let op dat je niet te veel water gebruikt, Anders heb je al meer dan 50 ml oplossing in de maatkolf zitten. Zo blijft er niet te veel zuurdesem aan de rand van de maatcilinder plakken.
4. Vul de maatkolf met gedestilleerd water tot aan de streep. (let op dat je onderkant van de meniscus afleest net zoals bij het aflezen van de maatcilinder)
5. Nu moet je 10 keer zwenken. Zwenken doe je door je duim op het gat van de maatkolf te leggen (zodat er geen vloeistof ontsnapt). En dan de maatkolf ondersteboven houden en dan weer recht houden. Dat is één keer zwenken.
6. Giet de verdunde zuurdesem in de maatbeker.

Neutraliseren:

1. Meet de pH van de zuurdesem met de pH-meter.
2. Breng m.b.v. de pasteurpipet één druppel NaOH 1 mol/l in de zuurdesem. Roer m.b.v. een roerstaaf of lepel in de zuurdesem zodat de NaOH zich goed kan verspreiden.
3. Meet de pH van de zuurdesem opnieuw.
4. Blijf stap 2 en 3 herhalen tot de pH van de zuurdesem gelijk is aan 7.

Herstellen:

1. Doe in één van de twee zuurdesems een halve gram suiker. Zo zie je of suiker toevoegen een verschil maakt bij het herstelproces van de zuurdesem. Zelf kan je nog meerdere parameters toevoegen.

2. Knip van de twee ballonnen de smalle kant (waar je door blaast) af.
3. Breng de ballon over de maatbeker zodat de maatbeker wordt afgesloten.
4. Maak de ballon nog eens extra vast met een elastiek.
5. Laat de zuurdesems staan totdat ze geneutraliseerd zijn, meet elke dag de pH-waarde.

## 3.2. Waarnemingen

| dag + uur | | totaal uur | pH ZD zonder suiker | extra info ZD zonder suiker | pH ZD met suiker | extra info ZD met suiker |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 14u30 | 0 | 7,0 | | 7,0 | |
| | 14u45 | 0,25 | 6,9 | | 6,9 | |
| | 15u | 0,50 | 6,8 | | 6,9 | |
| | 15u15 | 0,75 | 6,7 | | 6,8 | |
| | 15u30 | 1 | 6,7 | | 6,8 | |
| | 21u | 6,5 | 5,4 | | 5,4 | |
| 2 | 6u30 | 16 | 5,0 | | 5,0 | |
| | 14u | 23,5 | 4,8 | | 4,7 | |
| | 18u | 27,5 | 4,7 | | 4,6 | |
| | 22u | 31,5 | 4,9 | | 4,8 | |
| 3 | 9u | 42,5 | 4,9 | | 4,8 | |
| | 19u | 52,5 | 4,3 | | 4,3 | |
| 4 | 12u | 69,5 | 4,8 | | 4,8 | |
| | 24u | 81,5 | 5,1 | | 5,1 | |
| 5 | 10u | 91,5 | 5,4 | | 5,3 | |
| 6 | 10u | 115,5 | 4,7 | vacuüm | 4,7 | |
| | 20u | 125,5 | 4,6 | stinkt (melkzuur) | 4,7 | stinkt (melkzuur) |
| 7 | 16u | 145,5 | 4,6 | stinkt (melkzuur) + vacuüm | 4,5 | stinkt (melkzuur) |
| | 22u | 151,5 | 4,6 | azijngeur + vacuüm | 4,4 | azijngeur |
| 8 | 20u | 173,5 | 4,5 | azijngeur | 4,6 | azijngeur |
| 9 | 19u | 196,5 | 4,0 | azijngeur + vacuüm | 4,0 | azijngeur + vacuüm |
| 10 | 10u30 | 212,5 | 3,9 | azijngeur | 3,9 | azijngeur |
| | 15u | 216,5 | 4,0 | | 4,1 | |
| 11 | 16u30 | 242 | 3,9 | zweetvoetgeur | 3,9 | vacuüm |
| 12 | 19u | 268,5 | 3,8 | zweetvoetgeur + schift (vieze laag) | 3,7 | |
| 13 | 9u | 282,5 | 4,8 | zweetvoetgeur + schift (vieze laag) | 4,2 | zweetvoetgeur + schift (vieze laag) |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 14u | 287,5 | 4,8 | zweetvoetgeur + schift (vieze laag) | 4,4 | zweetvoetgeur + schift (vieze laag) |

Na 9 dagen is de pH-waarde van de zuurdesem gelijk aan 4,0. Dat is zo goed als gelijk aan de pH-waarde van de zuurdesem voor de titratie, die was namelijk 4,1.

# 4. Reflecteren

## 4.1. Optredende reacties

Bij toevoeging van NaOH: $NaOH + C_3H_6O_3 \dashrightarrow H_2O + NaC_3H_5O_3$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{gist}} CH_3CH_2OH + 2\ CO_2 \quad (+\ \text{warmte})$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{melkzuur-}} C_3H_6O_3$$

Enkel indien er azijnzuurbacteriën aanwezig zijn:

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{azijnzuur-}} CH_3COOH + H_2O$$

## 4.2. Verklaring

Melkzuurbacteriën, gisten en azijnzuurbacteriën werken het best in een zuur milieu met pH waarde tussen 4 en 6. Bij een lagere pH-waarde dan 4 werken de melkzuurbacteriën niet meer, ze gaan dan dood door hun eigen melkzuur. Bij een hogere pH-waarde, in dit geval bij pH 7, werken de melkzuurbacteriën ook, wel langzamer dan bij de optimale pH-waarde. De melkzuurbacteriën kunnen dus melkzuur blijven produceren tot de zuurdesem weer een pH-waarde heeft van 4.

## 4.3. Besluit

Zuurdesem kan zichzelf na neutralisatie herstellen. Dat duurt ongeveer 9 dagen.

# Proef: Bij welke bewaarmanier wordt er het meeste zuur gevormd?

Op de volgende pagina's wordt er uitgelegd hoe je de hoeveelheid zuur in zuurdesems ten opzichte van elkaar kan vergelijken. In deze proef worden de zuurdesems op verschillende manieren bewaard om ze daarna te neutraliseren. Om deze proef uit te voeren heb je de tarwedesem nodig. Hoe je die desem maakt is op de vorige pagina's beschreven.

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Op welke manier moet ik zuurdesem bewaren opdat er zo veel mogelijk zuur wordt gevormd?

### 1.2. Hypothese

De leerlingen moeten dit zelf invullen

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Technieken

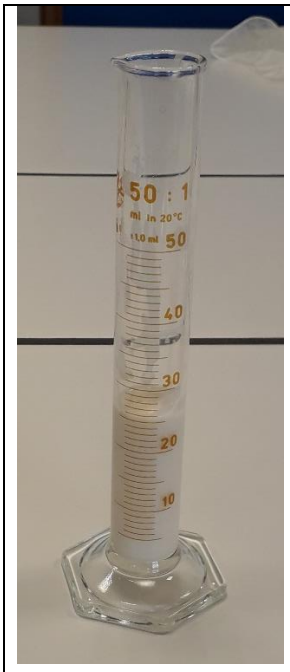
In deze proef heb je de techniek 'Hoeveelheden op een maatcilinder aflezen.' nodig. Die techniek staat beschreven in bijlage 3 op pagina 330.

### 2.2. Materiaal + stoffen

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • 4 afsluitbare potjes<br>• Maatcilinder<br>• 4 maatbekers 100 ml<br>• pH-meter (of universeel indicatorpapier)<br>• Maatkolf 50 ml<br>• Pasteurpipet<br>• Roerstaaf/lepel/spatel | • Ongeveer 100 ml zuurdesem per bewaarmanier<br>• NaOH 1 mol/l<br>• Gedemineraliseerd water |

De hoeveelheid maatcilinders, ballonnen, elastieken en zuurdesem is afhankelijk van hoeveel verschillende manieren je wilt testen. In deze proef worden er 4 verschillende bewaarmanieren getest. Dus dan heb je 4 potjes nodig.

## 2.3. Opstelling (foto)

| | | |
|---|---|---|
|  | | |
| Maatcilinder met zuurdesem | Maatkolf | pH meten |

zwenken

## 2.5. Veiligheid

**Natriumhydroxide**
**NaOH**

CAS
1310-73-2

**Gevaar**

H 314 Veroorzaakt ernstige brandwonden en oogletsel.
P 280.1+3-301+330+331-305+351+338 Beschermende handschoenen en oogbescherming dragen. NA INSLIKKEN: de mond spoelen — GEEN braken opwekken. BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten. Indien mogelijk, contactlenzen verwijderen. Blijven spoelen.

**WGK 1** Mr: 40 KHLim 42

# 3. Uitvoeren

## 3.1. Werkwijze

Zuurdesem bewaren:

5. Zorg dat de potjes goed uitgewassen zijn.
6. Vul elk potje met 100 gram zuurdesem.
7. Zet de potjes op verschillende plaatsen in huis om te testen welke manier het beste is om te bewaren. In deze proef zijn deze bewaarmanieren getest:
    a. Op het aanrecht in de **keuken**
    b. Op de **vensterbank**
    c. In de **kast** (in het donker)
    d. In de **frigo**
8. Test elke dag (of na één week) de temperatuur, de pH-waarde, de geur en het uitzicht.

Van de zuurdesem is een verdunning gemaakt. Dat is gedaan omdat de pH zo makkelijker te meten is en zo kan je ook de NaOH makkelijker met de zuurdesem mengen.

Verdunning:

7. Meet 25 ml zuurdesem af m.b.v. de maatcilinder.
8. Breng de 25 ml zuurdesem in de maatkolf van 50 ml.
9. Spoel de maatcilinder nog eens extra uit met gedestilleerd water. Let op dat je niet te veel water gebruikt, Anders heb je al meer dan 50 ml oplossing in de maatkolf zitten. Zo blijft er niet te veel zuurdesem aan de rand van de maatcilinder plakken.
10. Vul de maatkolf met gedestilleerd water tot aan de streep. (let op dat je onderkant van de meniscus afleest net zoals bij het aflezen van de maatcilinder)

11. Nu moet je 10 keer zwenken. Zwenken doe je door je duim op het gat van de maatkolf te leggen (zodat er geen vloeistof ontsnapt). En dan de maatkolf ondersteboven houden en dan weer recht houden. Dat is één keer zwenken.
12. Giet de verdunde zuurdesem in de maatbeker.

Neutraliseren:

5. Meet de pH van de zuurdesem met de pH-meter.
6. Breng m.b.v. de pasteurpipet één druppel NaOH 1 mol/l in de zuurdesem. Roer m.b.v. een roerstaaf of lepel in de zuurdesem zodat de NaOH zich goed kan verspreiden.
7. Meet de pH van de zuurdesem opnieuw.
8. Blijf stap 2 en 3 herhalen tot de pH van de zuurdesem gelijk is aan 7.

## 3.2. Waarnemingen

| Bewaarplaats | Aantal druppels NaOH | Aantal ml NaOH |
|---|---|---|
| Keuken | 55 | 2,1 |
| Vensterbank | 85 | 3,2 |
| Kast | 75 | 2,85 |
| Frigo | 55 | 3,2 |

# 4. Reflecteren

## 4.1. Optredende reacties

Bij toevoeging van NaOH: $NaOH + C_3H_6O_3 \text{ ---> } H_2O + NaC_3H_5O_3$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{gist}} 2\,CH_3CH_2OH + 2\,CO_2 \quad (+\text{ warmte})$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{melkzuur-}} 2\,C_3H_6O_3$$

Enkel indien er azijnzuurbacteriën aanwezig zijn:

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{bacteriën}]{\text{azijnzuur-}} CH_3COOH + H_2O$$

## 4.2. Verklaring

Zuur + base → water + zout

Hoe meer base je moet toevoegen om te neutraliseren, hoe meer zuur er in de zuurdsem aanwezig is.

Melkzuurbacteriën, gisten en azijnzuurbacteriën werken het best bij een temperatuur van 18 – 19°C. Bij te lage of te hoge temperatuur, werken de melkzuurbacteriën niet meer. A.d.h.v. de waarnemingen zien we dat de melkzuurbacteriën beter bij een lagere temperatuur werken aangezien er bij de melkzuur in de frigo en de vensterbank het meeste NaOH moest worden toegevoegd om te neutraliseren.

### 4.3. Besluit

Zuurdesem kan het best bewaard worden op de vensterbank of in de frigo (een koele plaats) opdat er zo veel mogelijk zuur wordt gevormd.

## 5. Opmerkingen bij uitvoeren van proef

Bij deze proef kan je helaas geen besluit maken over de hoeveelheid melkzuur of azijnzuur. Er kan door de azijnzuurbacteriën ook azijnzuur in de zuurdesem zitten.

# Melkzuurbacteriën onder de microscoop

## 1. Oriënteren

### 1.1. Onderzoeksvraag

Hoe kunnen we gist zichtbaar maken onder de microscoop?

### 1.2. Hypothese

Dit moeten de leerlingen zelf invullen.

## 2. Voorbereiden

### 2.1. Benodigdheden

| Materiaal | Stoffen |
|---|---|
| • Microscoop<br>• Draagglaasjes<br>• Dekglaasjes<br>• Pipetjes<br>• Entoog<br>• Kristalvioletoplossing<br>• Immersieolie<br>• Microscoop | • Gedestilleerd water<br>• Zuurdesem |

### 2.2. Proefopstelling

Zie bijlage 4 op pagina 331, waar de werking van de microscoop wordt uitgelegd.

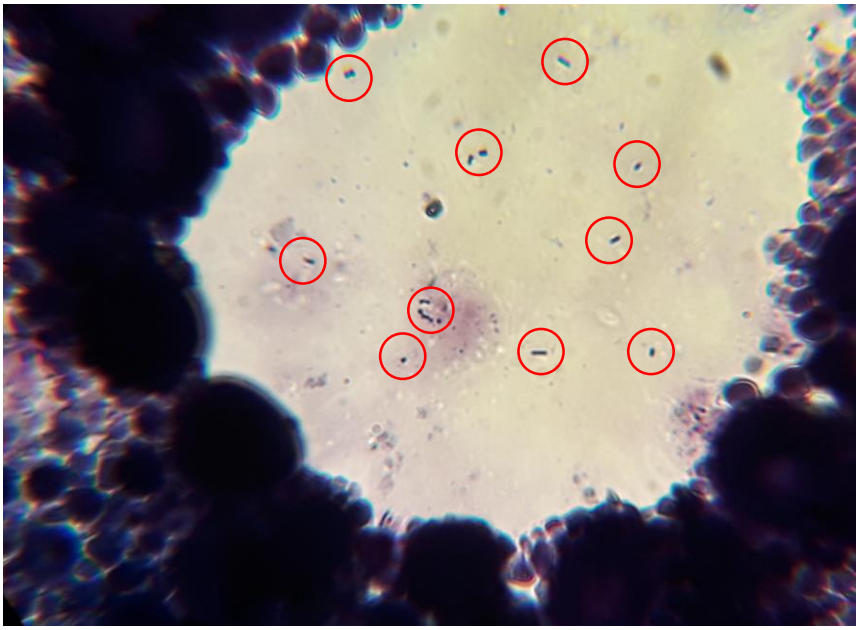
## 3. Uitvoeren

### 3.1. Werkwijze

1. Maak een verdunning van de zuurdesem. Gebruik voor één druppel zuurdesem, negen druppels gedestilleerd water.
2. Maak een preparaat van de verdunde zuurdesem door middel van gramkleuring.
3. Breng op een draagglaasje met behulp van een entoog een druppel verdunde zuurdesem en strijk deze uit.
4. Fixeer door het preparaat driemaal kort door de vlam te halen en laat afkoelen.
5. Kleur het preparaat minstens 1 minuut met kristalvioletoplossing en spoel daarna voorzichtig met water.
6. Leg het preparaat onder de microscoop. Bekijk het eerst met de kleinste vergroting. Vervolgens bekijk je de middelste en de grootste vergroting.
7. Je hebt een vergroting van 10X100 en immersieolie nodig

## 3.2. Waarneming

Op dit preparaat zie je in het paars de melkzuurbacteriën. De paars gekleurde bollen rondom is zetmeel.



# 4. Reflecteren

## 4.1. Verklaring

De melkzuurbacteriën worden door de kristalvioletoplossing paars gekleurd.

## 4.2. Besluit

Melkzuurbacteriën kan je onder de microscoop bekijken met behulp van een vergroting van 10X100 en een kristalvioletkleuring.

# 5. Opmerkingen bij het uitvoeren van de proef

Melkzuurbacteriën kan je ook bekijken zonder een kristalvioletkleuring. Maak een preparaat met een druppel verdunde zuurdesem en (fixeer ook NIET). Bekijk het onder de microscoop. Op een vergroting van 10 x 100 zie je bolletjes bewegen, dat zij de melkzuurbacteriën. Om ze zichtbaarder te maken kan je kleuren met kristalviolet maar fixeer dan ook niet.

In deze QR-code zie je een filmpje waarop bewegende melkzuurbacteriën te zien zijn.

# Bijlagen