

Refractie en dichtheid

Als je wort aan het vergisten bent wil je graag weten hoe ver de vergisting is gevorderd. Er zijn verschillende methoden voor: je kunt het aantal belletjes tellen dat uit je waterslot komt, je kunt je vat wegen om de gewichtsvermindering vast te stellen, je kunt de dichtheid bepalen en je kunt de refractie of lichtbreking meten. Over die laatste twee methoden wil ik wat vertellen.

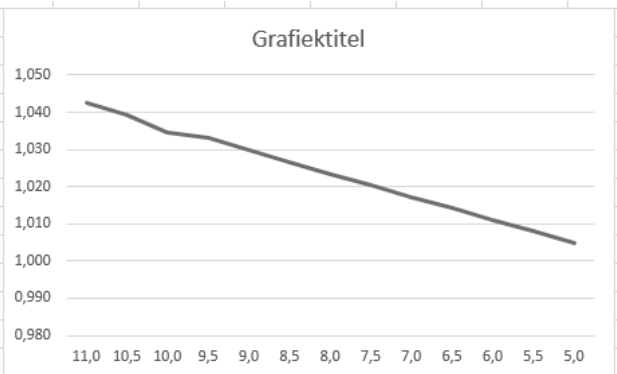
De meest gebruikte methode is, denk ik, de dichtheid aan het begin te meten en als de vergisting zo'n beetje klaar is die meting te herhalen. Stel je begint met 1045 en na 2 weken is-ie 1011. Je kunt nog een dag of 2 wachten maar als de dichtheid 1011 blijft kun je aannemen dat het bier uitvergist is: tijd om af te vullen. Je hebt dan 3x bier uit het vat genomen, dat is 3x 200 ml en da's toch mooi 2 flesjes. En als het bier niet is uitvergist moet je nóg een keer meten. Bovendien loop je risico op infectie als je steeds dat vat open doet voor een dergelijk groot monster.

Je zou kunnen denken: kan ik die refractometer ook gebruiken om het verloop van de vergisting te volgen. Sceptis alom, want dat ging toch niet. Totdat Jelle met een handig Excelbestandje kwam waarmee je de omrekening kon uitvoeren van refractie (in graden Brix of °B) naar dichtheid.

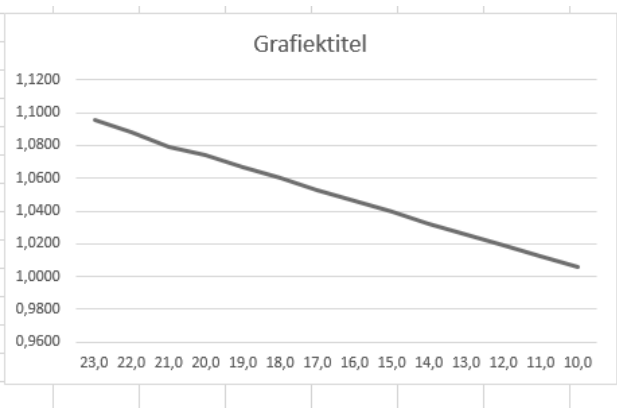
Toch bleven argwanende tongen beweren dat dat allemaal wel leuk en aardig lijkt, maar dat aan het einde van de vergisting de dichtheid wél verder daalt maar de refractie niet meer. En daarmee wordt de methode naar de prullenbak verwezen. Maar is dat nou wel waar? Een uitdaging was geboren.

De eerste benadering van dit probleem is uitermate simpel: pak dat Excelbestand erbij en kijk of refractie en dichtheid even snel dalen. Dat heb ik gedaan voor twee waarden: 1042 en 1096, om maar eens twee uitersten te nemen. Hieronder het resultaat van die berekeningen

11,0	1,042
10,5	1,039
10,0	1,034
9,5	1,033
9,0	1,030
8,5	1,027
8,0	1,024
7,5	1,020
7,0	1,017
6,5	1,014
6,0	1,011
5,5	1,008
5,0	1,005



23,0	1,0957
22,0	1,0884
21,0	1,0796
20,0	1,0742
19,0	1,0670
18,0	1,0600
17,0	1,0530
16,0	1,0461
15,0	1,0392
14,0	1,0325
13,0	1,0258
12,0	1,0191
11,0	1,0126
10,0	1,0061



Duidelijk is te zien dat de relatie tussen dichtheid (op de Y-as) en refractie (op de X-as) een rechte lijn is. Met andere woorden: de refractie daalt even snel als de dichtheid (of omgekeerd natuurlijk) en daarmee is de meting van het verloop van de vergisting met refractie net zo betrouwbaar als met de dichtheid.

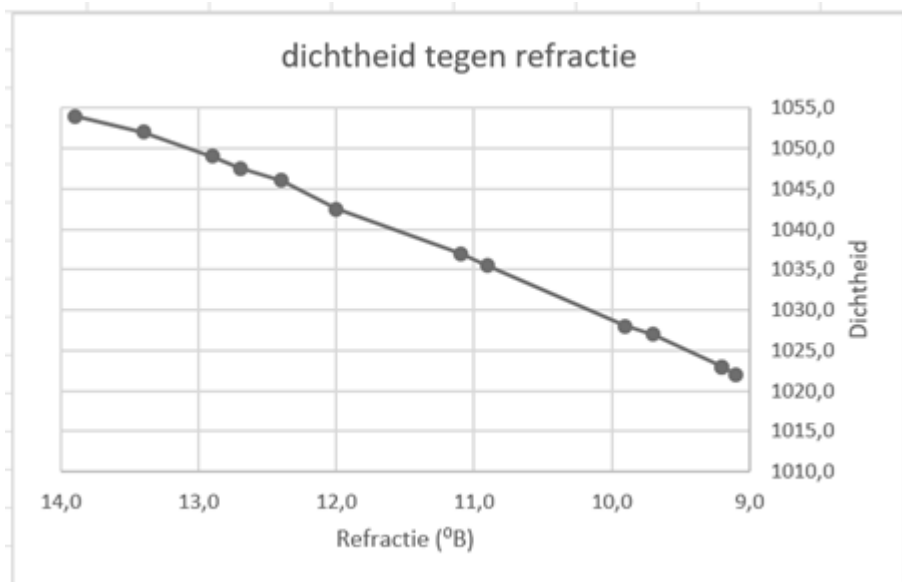
Een enkele scepticus kan de wenkbrouwen optrekken en zeggen dat zo'n Excelbestandje wel lekker gemakkelijk is, maar dat is geen bewijs. Awel, daartoe heb ik mezelf een experiment aangedaan.

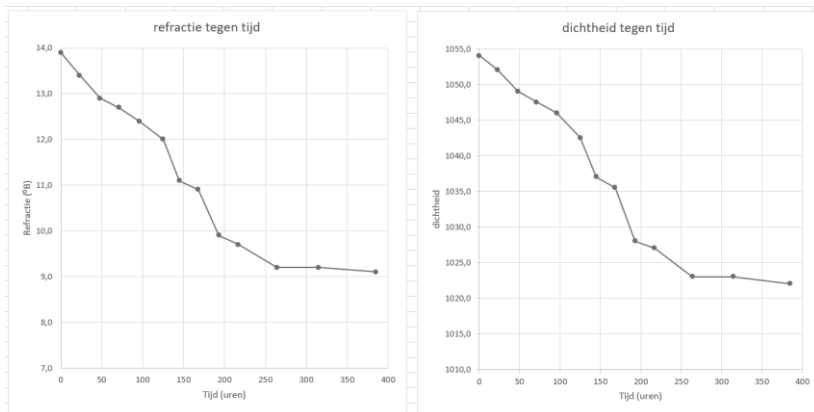
Ik heb moutextract opgelost tot een dichtheid van 1054, gist toegevoegd en het wort verdeeld over 13 flesjes van 0,5 liter. Alles in de klimaatkast en regelmatig een monster getrokken. Dat wil zeggen: steeds een andere fles genomen en daarvan dichtheid en refractie gemeten.

tijd (uur)	refractie (°B)	dichtheid
0	13,9	1054,0
23	13,4	1052,0
48	12,9	1049,0
71	12,7	1047,5
96	12,4	1046,0
125	12,0	1042,5
145	11,1	1037,0
168	10,9	1035,5
193	9,9	1028,0
217	9,7	1027,0
264	9,2	1023,0
315	9,2	1023,0
385	9,1	1022,0

Het is een aardig resultaat waarvoor ik graag even wat meer ruimte inruim. Zoals te zien in de grafiek is de relatie tussen refractie en dichtheid *in de praktijk* ook een rechte lijn, net zo fraai als in de grafiekjes hierboven die zijn gemaakt met behulp van een Excelbestandje.

Zeker zo aardig is het verloop in de tijd. Daar zitten wel rare bochtjes in maar je moet bedenken dat de metingen steeds in andere flesjes zijn gedaan.



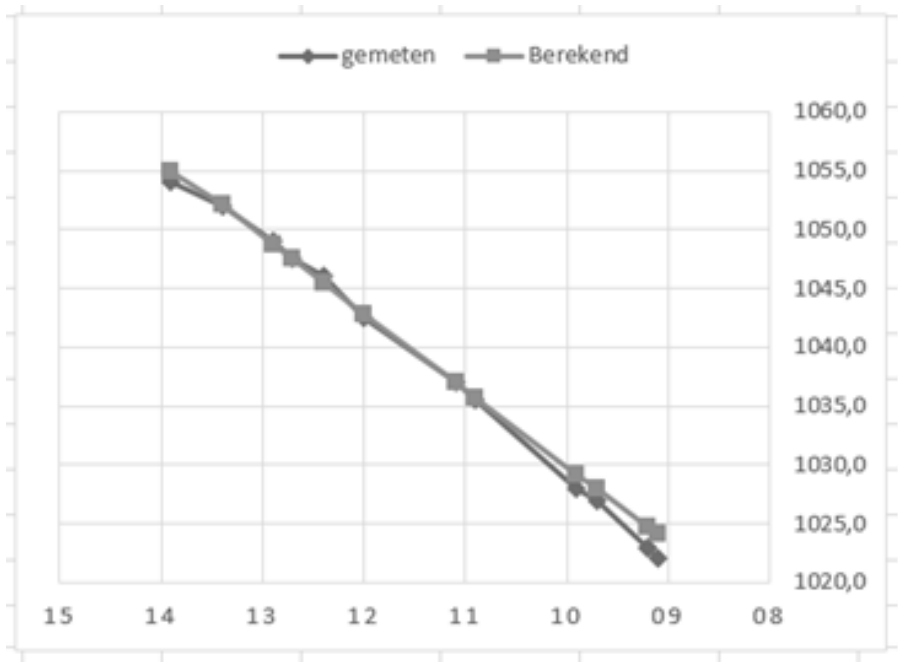


In beide grafiekjes hierboven is goed te zien dat de curve afvlakt aan het einde: de vergisting is blijkbaar afgelopen. De curves verlopen op dezelfde manier: blijkbaar geven refractie en dichtheid dezelfde en gelijkwaardige informatie. Eigenlijk zijn het gewoon heel aardige resultaten in heel aardige grafiekjes.

gemeten	gemeten	berekend
13,9	1054,0	1,055
13,4	1052,0	1,052
12,9	1049,0	1,049
12,7	1047,5	1,047
12,4	1046,0	1,045
12,0	1042,5	1,043
11,1	1037,0	1,037
10,9	1035,5	1,036
9,9	1028,0	1,029
9,7	1027,0	1,028
9,2	1023,0	1,025
9,2	1023,0	1,025
9,1	1022,0	1,024

De laatste vraag: als je nou die *gemeten* waarden van de refractie invult in het Excelbestand, krijg je dan dezelfde waarden van de dichtheid? In de tabel hiernaast staan in de eerste kolom de gemeten waarden van de refractie, in de tweede de gemeten waarden van de dichtheid en in de derde kolom de berekende waarden van de dichtheid. Je ziet dat er nauwelijks verschil tussen zit. Alleen bij de lagere waarden van de gemeten refractie scheelt de dichtheid 2 punten.

Dat is niet heel weinig maar ook niet slecht vind ik. Ik heb beide ook grafisch uitgezet in het grafiekje hieronder.



Oftewel: je kunt gerust de vergisting volgen met refractie. Dat scheelt een hoop wort/bier en je hebt wat minder kans op infectie (je hebt maar een druppeltje nodig). Oh ja, een refractometer is zo'n ding als hiernaast. Ze kosten zo'n €36 en zijn heel erg handig.



Fons Michielsen