

Er zijn vele soorten bier, die allemaal anders smaken. De smaak van bier wordt deels bepaald door de mate van bitterheid. Deze bitterheid wordt voornamelijk bepaald door het ingrediënt hop, dat tijdens het brouwen wordt toegevoegd. Hop bevat alfavuren die tijdens het koken worden omgezet in iso-alfavuren. Deze iso-alfavuren bepalen hoe bitter het bier is.

Hoe langer het bier gekookt wordt, hoe meer alfavuren omgezet worden in iso-alfavuren. Zo is na 5 minuten koken 4,5% van de alfavuren omgezet en na 45 minuten koken 24,2%.

Voor kooktijden tussen 5 en 45 minuten is er bij benadering een exponentieel verband tussen de kooktijd t in minuten en het percentage alfavuren P dat is omgezet. Uit de gegevens volgt dat:

$$P = 4,5 \cdot 1,043^t \quad (1)$$

Hierbij staat $t = 0$ voor het moment dat het bier 5 minuten heeft gekookt. De groeifactor per minuut bij dit exponentiële verband is afgerond op drie decimalen gelijk aan 1,043.

3p 12 Bereken deze groeifactor per minuut in vijf decimalen.

Na 45 minuten koken geldt het exponentiële verband (1) niet meer. Het percentage alfavuren dat is omgezet neemt vanaf dat moment langzamer toe dan daarvoor. Na 60 minuten koken is meestal het maximumpercentage omgezette alfavuren bereikt. Bij een amateurbrouwer is dit maximumpercentage 27%.

De tijd die nodig is om de eerste helft, dus 13,5% alfavuren, om te zetten is niet gelijk aan de tijdsduur die nodig is om dit percentage daarna nog te verhogen tot 27%.

4p 13 Bereken hoeveel minuten verschil er tussen deze twee tijdsduren is. Geef je eindantwoord als geheel getal.

De Europese bitterheidseenheid (EBU, European Bittering Units) is een maat om de bitterheid van bier aan te geven. Voor een bepaalde biersoort kan de bitterheid berekend worden met de formule:

$$B = \frac{4 \cdot P \cdot M}{5 \cdot V}$$

Hierin is:

- B de bitterheid in EBU;
- P het percentage alfa-zuren dat is omgezet;
- M de massa aan hop in grammen;
- V de hoeveelheid bier die gebrouwen wordt in liters.

Volgens het recept moet de hop in deze biersoort 30 minuten gekookt worden. Een amateurbrouwer wil graag een bitterheid van 30 EBU hebben voor zijn bier en gebruikt hiervoor 100 gram hop.

- 4p **14** Bereken algebraïsch hoeveel liter bier hiermee kan worden gebrouwen. Geef je eindantwoord als geheel getal.