

Hop

Introductie

Met deze samenvatting over 'hop' wordt informatie verstrekt over de hopsamenstelling, het verkrijgen van bitterheid, hopprodukten en hoe het beste hopgiften bepaald kunnen worden om een zo'n evenwichtig mogelijk bier te krijgen. Dit artikel is gebaseerd op de publicaties van Jacques Bertens uit PROOST met aanvullingen geplukt van het 'Internet' en uit literatuur van o.a. J. v. Schaik en J. Lambrechts. De in dit artikel geplaatste tabellen en formules zijn echter geen garantie dat de beoogde bitterheid in de praktijk gerealiseerd wordt; het zal blijken dat de waargenomen bitterheid in bier een samenspel van vele factoren is en dus van iedere factor afhankelijk. Het volgen van de algemene regels zal wel tot resultaat hebben dat de te brouwen bieren niet uit balans raken door een totaal verkeerde hopgift. Verder staat experimenteren met hopgiften natuurlijk vrij. Er wordt uitgegaan van enige voorkennis/ervaring van de lezer/brouwer in dit artikel.

Samenstelling hop (*humulus lupulus*)

De 'gemiddelde' samenstelling van gedroogde hop is weergegeven in Tabel 1 [1]. De componenten van interesse voor de brouwer zijn de hopharsen, hopoliën en hoplooistoffen.

Tabel 1: Gemiddelde samenstelling van gedroogde hop [1]

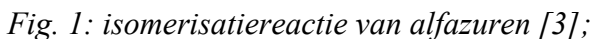
component	percentage
water	9-12
as	10-11
harsen	12-22
looistoffen	4-8
vluchtige oliën	0.5-2
eiwitten	13-18
aminozuren	0.1-0.2
suikers	2-4
cellulose	10-17
pectinestoffen	5-15

- de bitterstoffen uit de hopharsen geven smaak aan het bier
- de bitterstoffen uit de hopharsen geven aan het bier een zeker bewaringsvermogen. Ze verhinderen de ontwikkeling van bepaalde bacteriën
- de vluchtige hopoliën zijn verantwoordelijk voor het aroma
- de hoplooistoffen slaan de eiwitten neer zodat het bier gemakkelijk klaart

De hopchemie maakt onderscheid tussen harde en zachte hopharsen naar mate ze oplossen in bepaalde oplosmiddelen ([2]: hexaan). Uit zachte harsen kunnen harde harsen ontstaan door o.a. oxidatie, drogen en lang bewaren onder slechte omstandigheden waardoor polymerisatie van de alfavuren kan plaatsvinden [3]. Het kunnen polymeriseren is ook de verklaring waarom ondanks opslag onder vacuum en diep gevroren, het alfazuurpercentage afneemt. De harde harsen zijn niet van belang voor het bier en het gedeelte harde harsen ontstaan uit de zachte harsen na drogen, kan opgevat worden als verlies van de kwaliteit van hop.

- het humulon oftewel de alfahopbitterzuren
- het lupulon of de betahopbitterzuren
- niet benoemde zachte harsen waaronder het hupulon

De belangrijkste verbinding van de hopharsen zijn de alfavuren omdat zij uiteindelijk het leeuwendeel van de bitterheid bepalen. Een kwaliteitsaspect van hop is daarom ook het percentage aan alfavuren. De volgende vijf alfavuren zijn geïsoleerd uit hop: humulon, cohumulon, adhumulon, prehumulon en posthumulon [4]. Deze stoffen lijken op elkaar qua basisstructuur maar verschillen in de 'R-groep', zie Fig. 1, waarin de basisstructuur van humulon te zien is. Deze alfavuren ondergaan onder invloed van de temperatuur (in de kookfase) een kleine chemische structuurverandering, een zogenaamde isomerisatiereactie, zie Figuur 1. Het reactieproduct wordt (cis en trans) iso-alfazuur (of iso-humulon enz.) genoemd, zie Fig. 2. In feite zijn deze verbindingen voornamelijk verantwoordelijk voor de bittere smaak in het bier. De iso-alfavuren zijn tweemaal zo bitter als de alfavuren maar zijn 30 maal beter oplosbaar dan deze. De oplosbaarheid van de iso-alfavuren is tevens afhankelijk van de pH. Bij een pH van 4.4 bedraagt de oplosbaarheid 20 mg/l en bij een pH van 3.7 is de oplosbaarheid 8 mg/l [1].



$R=CH(CH_3)_2$: *cohumulon*; $R=CH_2-CH(CH_3)_2$: *humulon*; $R=CH(CH_3)-CH_2-CH_3$: *adhumulon* [20]

Alhoewel iso-alfazuren de grootste bijdrage leveren aan de bitterheid van het bier, bevat hop ook betazuren die een bijdrage leveren aan de bitterheid. Betazuren zijn negen maal minder bitter dan alfazuren [1]. I.t.t. alfazuren kunnen betazuren niet isomeriseren. De geoxideerde betazuren (hupulon) hebben ongeveer de helft van de bitterwaarde van het humulon en een vierde van de iso-alfazuren [1]. Over de oplosbaarheid van de geoxideerde betazuren wordt vermeld dat deze 'goed' is [2].

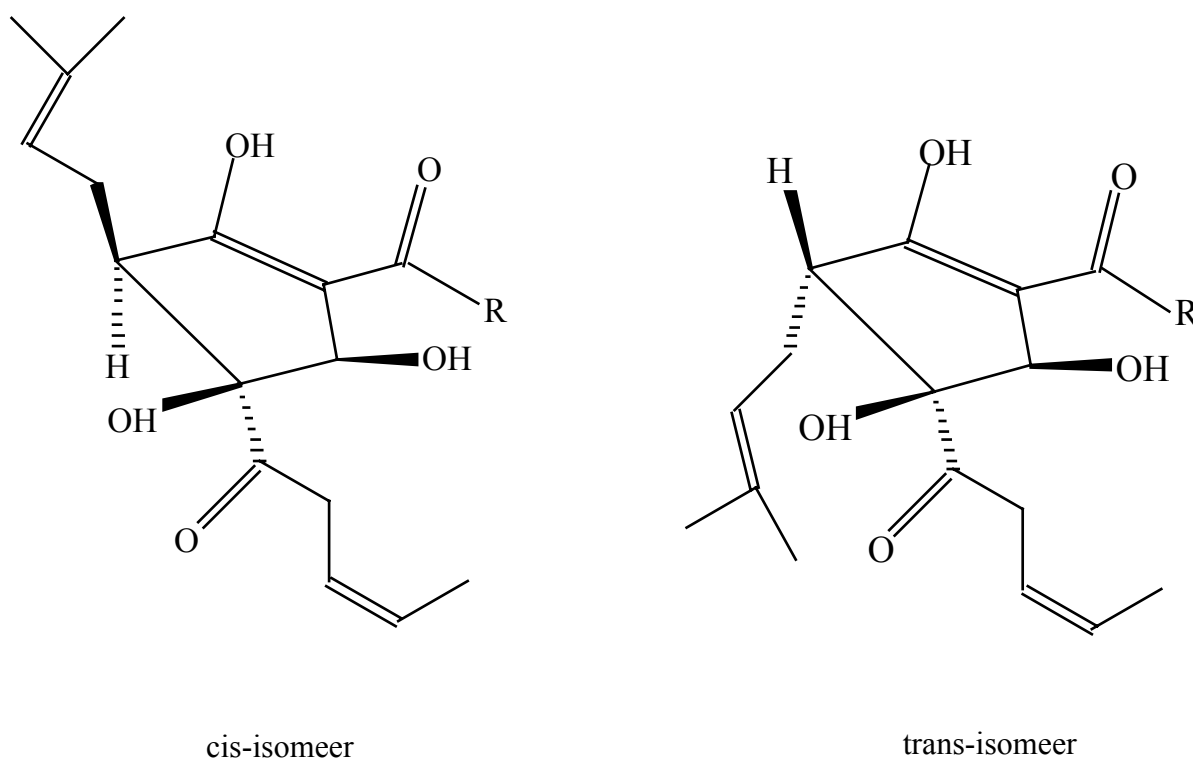


Fig. 2: cis- en trans-isomeer van alfazuur [3]

In de brouwtechnologie hanteert men de formule (1) voor de bepaling van de bitterheid van een hopmonster [1].

$$\text{bitterwaarde volgens Wörmer} = A + \frac{B + Z}{9} \quad (1)$$

A = gehalte alfazuren in de droge stof

B = gehalte betazuren in de droge stof

Z = gehalte zachte harsen in de droge stof

De alfa- en betazuren zijn eveneens belangrijk voor het bewaringsvermogen van het bier. Ze bezitten bacteriostatische eigenschappen: de ontwikkeling van bepaalde bacteriën in het wort en het bier worden verhinderd. De mate van antiseptische kracht van de hop wordt weergegeven in formule (2) [1].

$$\text{antiseptische kracht van de hop} = A + \frac{B}{3} \quad (2)$$

A = gehalte alfa-zuren in de droge stof

B = gehalte beta-zuren in de droge stof

Hopolie

Hopolie is een vluchtige of etherische olie. In de hopolie zit de aroma van de hop verborgen. Analyse met capillaire gaschromatografie heeft aangetoond dat er ca. 250 componenten aan te wijzen zijn in hopolie [4]. Om dit aroma in het bier te krijgen wordt meestal een tweede hopgift gedaan, waarbij de hop hoogstens tien minuten wordt meegekookt. De maximale benutting van de hopoliën bedraagt dan 10-15% en vermindert met verlenging van de kooktijd. Een alternatief is om het hete wort over een zogenaamde 'hopzeef' (een zeef waar de aromahop zich bevindt) te laten stromen. De hopoliën uit de eerste hopgift (deze hopgift is bedoeld voor de bitterheid!) zijn meestal volledig weggekookt. Een andere manier om een typisch hoparoma in het bier te krijgen is het toepassen van drooghoppen. Bij deze variant wordt hop toegevoegd na de hoofdgisting. Praktisch alle hopsoorten kunnen voor deze techniek gebruikt worden. Echter, de ene (aroma) hopsoort zal een sterker, dominanter en/of een chemisch ander aroma 'profiel' hebben dan de andere. Van Cascade hop bijvoorbeeld is bekend dat het een zeer sterk intensief bloemig (geraniol en linalool, zie verder) aroma bevat; een hoeveelheid van een halve gram Cascade hop per liter bier geeft al een zeer sterk 'drooghop' karakter [5]. Om een fijn hoparoma te krijgen d.m.v. drooghoppen, wordt aangeraden om de klassieke aroma hopsoorten te gebruiken overeenkomend met de biersoort zoals Engelse hop voor Engelse ale [4].

Hopolie bevat o.a. beta-pineen, myrceen, beta-carophylleen, farneseen en alfa-humuleen (zie ook Tabel 8). Deze producten worden echter niet vaak in bier teruggevonden (tenzij gedroogd is), maar de hoparoma componenten, vaak oxidatieproducten, die meestal worden teruggevonden zijn onder te verdelen in drie groepen [4]:

- oxidatieproducten
 - humuleen epoxide I, humuleen epoxide II, humuleen epoxide III, humuleen diepoxide a, humuleen diepoxide b, humuleen diepoxide c, humulenol II, humulol, caryolon-1-ol, caryophylleen oxide
- bloemige/ester componenten
 - geraniol, geranyl acetaat, geranyl isobutyraat, linalool
- citrus/houtige componenten
 - gamma-cadineen, delta-cadineen, citral, limoneen, limoneen-10-ol, alfa-muunoleen, nerol, beta-seleneen

Voor de chemische structuren voor een aantal van deze stoffen, zie bijlage A.

Hoplooistoffen

De looistoffen die voorkomen in schubben en steeltjes van de hop zijn polyfenolen, specifiek: catechinetanninen [1]. De voornaamste eigenschap van de tanninen is hun vermogen met eiwitten onoplosbare verbindingen te vormen die bij het koken van het wort neerslaan. Bij het bewaren van de hop neemt het gehalte aan tanninen af. Na 15 maanden lageren bij 0 °C bedraagt het verlies 15%; bij 37 °C bedraagt dit verlies echter 80%. De aanwezige polyfenolen in bier kunnen een koude troebeling veroorzaken [1].

Bitterheid

De bitterheid in bier wordt uitgedrukt in bittereenheden. Eén bittereenheid staat gelijk aan 1 mg iso-alfazuur per liter bier. Deze bittereenheden worden uitgedrukt in International Bitter Units (IBU) of European Bitter Units (EBU). Zij verschillen praktisch niets met elkaar en in deze handleiding zal voortaan van EBU worden gesproken. Om een indruk te krijgen hoe EBU-waarden sensorisch worden waargenomen, wordt verwezen naar Tabel 2 [6].

Tabel 2: beschrijving bitterheid versus EBU-waarden

Beschrijving bitterheid	EBU-waarden
weinig bitter	5-20
bitterig	20-30
bitter	30-40
zeer bitter	>40

Zoals al in het gedeelte 'samenstelling hop' besproken is, wordt de bitterheid van hop toegeschreven aan iso-alfazuren en opgeloste geoxideerde betazuren. Verder kan bitterheid veroorzaakt worden door:

- sulfaten

Sulfaten geven een droge bittere smaak aan het bier bij concentraties >500 ppm. Sulfaat wordt vaak in de vorm van gips (CaSO_4) toegevoegd, met name aan porters en stouts [7]. Ook om bier uit Burton-on-Trent na te bootsen (sulfaatrijk water, $600 < \text{sulfaat} < 700$ ppm) wordt CaSO_4 / MgSO_4 / H_2SO_4 toegevoegd ('burtoniseren')[1,7]. Normaal gesproken dient het sulfaatgehalte <150 ppm te zijn om een extra bittersensatie te vermijden; het sulfaatgehalte geeft dan wel een drogere en vollere smaak [9].

- bitterstoffen uit het kaf van de mout [6]

Uit het kaf logen meer bitterstoffen (en kleur- en looistoffen) uit als

- de mout fijngeschroot wordt

- een langdurig maischschemata aangehouden wordt

- de pH van het beslag boven 5.6 ligt

- het spoelwater te heet is (>80°C) en/of een te hoge pH-waarde heeft

- bitterstoffen uit donkere moutsoorten [6]

Tijdens het eersten bij donkere moutsoorten hebben er meer bittere smaakcomponenten kunnen vormen.

- kruiden

Bepaalde kruiden kunnen ook een bittere smaak geven. Bekend is het wit van de schil van citrusvruchten.

- Mg-ionen veroorzaken een bittere astringente smaak bij concentraties >30 ppm [9]
- Cl-ionen kunnen de bitterwaarneming versterken [9]

Evenwicht bitter-zoet

Bekend is dat zoet een bittere smaak kan maskeren. Voor bieren met meer restsuikers, dit zijn in de regel de meer zware bieren, betekent dat deze bieren meer hop behoeven. Tabel 3, ontwikkeld door Quentin B. Smith [10], geeft de relatie weer tussen het begin SG van het wort en de EBU-waarden om een evenwichtig bier te krijgen. J. Bertens stelde verder vast bij het bestuderen van de ingezonden bieren voor de Open Nederlandse Kampioenschappen voor Amateur-bierbrouwers, dat de vergistingsgraad bepalend is voor de ervaring van de bitterheid [6].

Tabel 3: Evenwichtig bier

Begin SG	EBU	Begin SG	EBU
1010	4	1060	32
1020	8	1070	40
1030	12	1080	48
1040	16	1090	56
1050	24	1100	64

Biertypen en EBU-waarden

In Tabel 4 staat weergegeven de biertypen, begin SG en de bijbehorende EBU-waarden. Deze tabel moet voor de lezer een indicatie geven in welk 'EBU-gebied' hij zijn bier kan plaatsen. Indien recepten niet het percentage alfasuren weergeven, kan een beroep op deze tabel gedaan worden om toch een evenwichtig bier te krijgen. Een witbier met 70 EBU aan bitterheid is niet plezierig

Hoprendementstabel volgens Glenn Tinseth

Niet alle alfasuren die we in het wort brengen komen uiteindelijk in het bier terecht. Slechts 10 tot 40 procent van de alfasuren zijn terug te vinden in het bier. Grofweg kan gesteld dat het verlies aan iso-alfasuren als volgt verdeeld is [11]:

- 10% in de hopdraf
- 30% in de eiwitafscheiding
- 30% door de afscheiding als hopharsen en absorptie door de gistcellen

De overige 30% is het uiteindelijke hoprendement.

Het uiteindelijke hoprendement in het bier is afhankelijk van een flink aantal factoren, nl. [2]:

- kooktijd hop

De algemene regel is dat hoe langer je kookt, des te meer bitterheid komt er uiteindelijk in het bier. Er is echter geen lineair verband; het lijkt meer op een wortelfunctie.

- de intensiteit van het koken

Het isomeriseren van de alfasuren vindt vooral plaats in de kookbellen aan het vloeistofoppervlak. Het aantal kookbellen neemt toe als er heviger gekookt wordt. Heviger koken gaat ook gepaard met meer bewegingen in het wort, wat het vrijkomen van alfasuren bevordert.

- de temperatuur tijdens het koken

Niet van belang in Nederland.

- de dichtheid van het wort tijdens het koken

De algemene regel is: hoe hoger het SG van het wort, des te lager is het hoprendement onder gelijke kooktijd.

- de pH tijdens het koken

Het oplossen van alfasuren in het wort is sterk pH afhankelijk. Bij hoge pH (pH=5.9) lossen de alfasuren vooral moleculair op, gedeeltelijk in de ion-vorm. Bij lage pH (pH=5.2) lossen de alfasuren meer colloïdaal op. Na het maischproces heeft het wort normaal gesproken een pH tussen de 5.4 - 5.6. Bij deze pH-waarden vindt oplossing van alfasuren in het wort voornamelijk plaats via colloïdaal oplossen. Colloïdaal opgeloste alfasuren geven uiteindelijk een fijnere bitterheid dan via de moleculair opgeloste alfasuren; deze hebben meer een sterke vasthoudende bitterheid.

- de hoogte van de hopgift

Het hoprendement is niet rechtevenredig met de hopgift.

- de gebruikte hopvorm (bloemen, pellets of extract)

Van de genoemde hopvormen geven hopbloemen het laagste hoprendement. Ze zijn echter zeer makkelijk uit het wort te filtreren.

Het gebruik van pellets type 90 kan een besparing van 15% betekenen voor de hopgift [11]. De 'algemene' vuistregel is dat de hopgift met hoppellets 10% lager is dan met hopbloemen.

Hopextract wordt niet vaak gebruikt omdat het tot nu toe bijna niet commercieel verkrijgbaar is voor de thuisbrouwer. Verder is hopextract een taai en visceus goedje wat moeilijk te doseren is.

- het al dan niet gebruiken van een hopzak

Het gebruik van een hopzak heeft als gevolg dat de hop minder intensief contact met de wort heeft tijdens het koken. Het hoprendement zal hierdoor lager zijn.

- de hoeveelheid eiwituitvloeking tijdens het koken

Iso-alfasuren kunnen door eiwituitvloeking worden 'ingevangen' en komen dus niet in het bier terecht. Factoren die de eiwituitvloeking bepalen zijn:

- de moutkwaliteit; goed opgeloste mout geeft minder uitvloeking
- de inmaischtemperatuur; bij een hogere temperatuur meer uitvloeking

- de kooktijd; bij langer koken meer uitvlokking
- aanzuren van het beslag; een lagere pH (5.2) tijdens het koken bevordert de eiwituitvlokking
- het gebruik van Iers mos
- de helderheid van het wort tijdens het filteren van het beslag
Hoe helderder het wort tijdens het koken, des te minder iso-alfazuren worden ingevangen/geadsorbeerd door zwevende stoffen.
- de absorptie van bitterstoffen aan gist
Iso-alfazuren kunnen worden geabsorbeerd door de gistcelwand en is afhankelijk van de samenstelling van de gistcelwand. Verder blijkt dat snel uitvlokkende gist minder iso-alfazuren absorberen dan langzaam uitvlokkende gist.
Dat iso-alfazuren aan gist blijft 'kleven', is makkelijk te testen door het depot van een bier met nagisting op de fles, uit te schenken en te vergelijken met eenzelfde helder uitgeschonken bier.
- het verwijderen van hopharsen
Door het afscheppen van de hopharsen of via de 'blow-off' methode, zal een iets lagere bitterheid worden bekomen.
- de grootte en vorm van het gistvat
Aan de wand van het vat blijven in de regel wat hopharsen achter. Hoe meer hopharsen achterblijven, des te minder komen zij in het bier en zal een lagere bitterheid geven.
- het gebruik van eventuele klaringsmiddelen tijdens koken en lageren
De werking van klaringsmiddelen is gebaseerd op het binden en neerslaan van eiwitten. Aan deze complexen kunnen iso-alfazuren absorberen, zoals reeds vermeld.
- het eventueel filteren van bier
Met het filteren van bier worden ook bitterstoffen meegefilterd, overigens net als een gedeelte van de eiwitten. Door filteren zal een bier helder worden, maar ook wat van zijn bitterheid en volmondigheid verliezen.

Het zal duidelijk zijn dat de invloed van al deze factoren moeilijk te beschrijven zijn in een allesomvattende formule. Glenn Tinseth heeft uit eigen ervaringen een hoprendements tabel afgeleid (zie Tabel 5) [12], waarin het overall hoprendement in de tabel wordt weergegeven als functie van de kooktijd en het SG van het wort aan het begin van het koken. Deze waarden voor hoprendementen uit de tabel zijn gebaseerd op het gebruik van hopbloemen. Het berekenen van de EBU-waarde van een bier gaat volgens de eenvoudige te gebruiken formule (3).

$$EBU = \text{alfazuur}\% * HR * \frac{\text{gram hop}}{10 * V} \quad (3)$$

alfazuur%= alfazuur percentage van de hop

HR= hoprendement uit Tabel 4

V= eindvolume van het wort

Omgekeerd kan ook de hoeveelheid hop berekend worden behorend bij een bepaalde EBU-waarde volgens formule (4).

$$\text{gram hop} = \frac{\text{EBU} * 10 * V}{\text{alfazuur}\% * \text{HR}} \quad (4)$$

Rekenvoorbeelden

Voorbeeld 1: 80 l 'Porter', eerste hopgift 120 g Cascade (6.2% alfazuur) en 120 g Bullion (9.0% alfazuur), 75 minuten meegekookt, geen tweede hopgift. SG bij aanvang koken 1060, OG=1070.

De bitterheid uitgedrukt in EBU-waarde is als volgt te berekenen m.b.v. formule (3):

$$\begin{aligned} \text{EBU} &= 6.2 * 21.4 * \frac{120 \text{ g}}{10 * 80\text{l}} + 9.0 * 21.4 * \frac{120}{10 * 80\text{l}} \\ &= 19.9 + 28.9 = 48.8 \text{ mg iso-alfazuur per liter bier} \end{aligned}$$

HR=21.4 (zie Tabel 5).

Uit Tabel 4 valt te halen dat deze 'Porter' meer een 'export Stout' is en een evenwichtig bier te verwachten is; voldoende gehopt dus.

Voorbeeld 2: Hoeveel gram Northern Brewer (hopbloemen, 8.5% alfazuur) is nodig voor 40 liter stevige Tripel? Deze vraag rees tijdens de brouwsessie #2 voor de cursisten van '97 (20 april '97). Er wordt uitgegaan van het voorgeschreven recept (stevige tripel) en de voorgeschreven 60 minuten kooktijd. Formule (4) geeft het antwoord. Tabel 4 vertelt dat een tripel een EBU-waarde heeft tussen 18-27. Aangezien het een stevige tripel (OG werd geschat op 1090) betreft, wordt gekozen voor een EBU-waarde van 27.

$$\begin{aligned} \text{gram hop} &= \frac{27 * 10 * 40}{8.5\% * 21.1} \\ &= 60.2 \text{ gram} \end{aligned}$$

HR=21.1; 60 minuten koken met een aanvangs SG=1060 (gemeten waarde).

Voorbeeld 3: 80 l witbier gebrouwen op 16 maart '97. Hopgiften: 89 g Saaz (2% alfazuur) plus 45 g Goldings (4% alfazuur) 60 minuten meegekookt SG=1025. 2e hopgift 36 g Saaz (2% alfazuur) 10 minuten meegekookt SG=1032.

$$\begin{aligned} \text{EBU} &= 2.0 * 28.8 * \frac{89 \text{ g}}{10 * 80\text{l}} + 4.0 * 28.8 * \frac{45}{10 * 80\text{l}} + 2.0 * 9.9 * \frac{36}{10 * 80\text{l}} \\ &= 6.4 + 6.5 + 0.9 = 13.8 \text{ mg iso-alfazuur per liter bier} \end{aligned}$$

HR= 28.8 voor eerste hopgift (extrapoleerde waarde)

HR= 9.9 voor tweede hopgift (interpoleerde waarde)

De EBU-waarden voor (Belgisch) tarwebier uit Tabel 4 bedraagt 12-22 mg iso-alfazuur per liter bier. Het gebrouwen lichte witbier heeft de correcte hoeveelheid bitterheid gekregen.

Voorbeeld 4: 80 l 'tripel' met als eerste hopgift 100 gr Chinook hopbloemen (12.9% alfazuur), 100 gr Saaz hopbloemen (2.1% alfazuur) en 38 gr Northern Brewer hopbloemen (7.8% alfazuur); 75 minuten meegekookt met een SG= 1060 bij aanvang van de hopgift. Tweede hopgift 100 gr Saaz hopbloemen (2.1% alfazuur); 15 minuten meegekookt met een SG= 1070 bij aanvang van de hopgift.

$$\begin{aligned} \text{EBU} &= 12.9 * 22.0 * \frac{100 \text{ g}}{10 * 80\text{l}} + 2.1 * 22.0 * \frac{100 \text{ g}}{10 * 80\text{l}} + 7.8 * 22.0 * \frac{38}{10 * 80\text{l}} + \\ &\quad 2.1 * 9.6 * \frac{100}{10 * 80\text{l}} \\ &= 35.5 + 5.8 + 8.2 + 2.5 = 52.0 \text{ mg iso-alfazuur per liter bier} \end{aligned}$$

HR= 22.0 voor eerste hopgift (interpoleerde waarde)

HR= 9.6 voor tweede hopgift (interpoleerde waarde)

De EBU range voor een tripel bedraagt 18-27 mg iso-alfazuur per liter bier (Tabel 4). De conclusie is dat deze tripel teveel bitterstoffen bevat, hetgeen sensorisch werd bevestigd [13].

Hop met alfazuur gehalten

Voor een indicatie van alfazuurgehalten van hop zie Tabel 6. Bedenk wel dat deze waarden per oogst veranderen en verminderen onder slechte bewaarcondities. Optimale bewaarcondities voor hop zijn:

- vacuum verpakt
- bij -20 °C
- in het donker

Tabel 7 [4] geeft een indruk over de bewaarmogelijkheden van enige soorten hop. De percentages alfazuren na zes maanden bij 20 °C t.o.v. de oorspronkelijke hoeveelheid alfazuren zijn weergegeven. De referentie vermeldt niet of dit onder vacuum, stikstof of lucht is. Het lijkt redelijk om aan te nemen dat het bewaren blootgesteld aan de lucht betreft.

Hopprodukten

Voor de brouwer zijn de volgende hopprodukten beschikbaar:

- bloemen

Deze zijn in vele variëteiten te koop (zie Tabel 6). Let er wel op dat het alfazuur percentage op de verpakking vermeld staat. Vacuum verpakte en in de diepvries bewaarde hop heeft de

voorkeur.

- pellets

Deze zijn ook in vele variëteiten te koop. Let wel, er zijn twee types pellets, nl. type 90 en 45. De typeaanduiding verwijst naar het percentage van de oorspronkelijke hop dat gebruikt is bij de productie van de pellets. Bij type 90 pellets wordt het gewichtsverlies veroorzaakt door het verwijderen van blaadjes en takjes en het verder reduceren van het vochtgehalte. Vervolgens wordt de hop vermalen en samengeperst. Door de hopharsen blijft het poeder aan elkaar plakken tot korrels (lijkt op voer voor knaagdieren). Ook hier geldt weer: vacuum verpakte en in de diepvries bewaarde hoppellets hebben de voorkeur.

Type 45 pellets ondergaan meer bewerkingen. Na het drogen worden de hopbloemen diepgevroren en vermalen waarna de onbruikbare delen van de hopbloemen (de dekblaadjes) worden verwijderd. Op deze manier is het rendement 45%. Door het toevoegen van hopmeel kan een standaardproduct verkregen worden met een constant alfazuurpercentage door de jaren heen.

Tabel 7: percentages alfazuren van enige hopsoorten na zes maanden bij 20 °C [4]

soort	percentage alfazuur na 6 maanden bij 20 °C
Cascade	48-52
Centennial	60-65
Chinook	65-70
Cluster	80-85
Fuggle	60-65
Galena	75-80
Hallertauer	52-58
Liberty	35-55
Mount Hood	50-60
Nugget	70-80
Perle	80-85
Tettnanger	55-60
Willamette	60-65

- plugs

Dit zijn samengeperste hopbloemen. Ze zijn beschikbaar als schijven (1 inch Ø, 0.5 inch hoogte) of als plakken van 8 bij 3 bij 2 cm (drogisterij 'Slamat', Utrecht).

- hopextracten

Hopextract ontstaat door hopbloemen te extraheren met een geschikt oplosmiddel (methanol, ethanol, hexaan, superkritisch koolzuur) waardoor de hopharsen, hopoliën en looistoffen uit de hopbel wordt geëxtraheerd. Door vervolgens het oplosmiddel af te dampen ontstaat een dik, stroperig en groen extract. In onderstaande paragraaf wordt in het kort beschreven hoe een extract opgewerkt kan worden [16].

Het primaire extract wordt verkregen na extractie met een lager alifatisch alcohol, eventueel

vermengd met water. Gehalogeneerde koolwaterstoffen met 1-3 koolstofatomen en minder dan drie halogeen atomen zijn ook geschikte extractanten, net als benzeen. Deze laatste oplosmiddelen worden echter bij voorkeur niet gebruikt, vanwege carcinogene eigenschappen. Methanol en ethanol of een mengsel van deze alcoholen met water zijn met name geprefereerd. Het primaire extract bevat i) vluchtige hopoliën; ii) bitterstoffen zoals vnl. humulon, cohumulon, adhumulon, lupulon, colupulon en adlupulon en iii) tanninen en catechinen (looistoffen) en flavenoiden. i) en ii) kan van iii) gescheiden worden door vloeistof-vloeistof extractie met een alifatische koolwaterstof met 5-10 koolstofatomen als extractant. i) kan vervolgens weer van ii) gescheiden worden door weer een vloeistof-vloeistof extractie uit te voeren met een lager alifatisch alcohol. Door de oplosmiddelen te laten verdampen worden de pure extracten verkregen.

Het voordeel van extracten is dat het kompakt is en na toevoegen in het wort behoeft het geen filtratie.

- geïsomriseerd hopextract

Geïsomriseerd hopextract bevat alleen iso-alfazuren. Het is uitsluitend bedoeld voor het verkrijgen van bitterheid in het bier en bevat geen aroma. Het is optioneel om het extract toe te voegen na de gisting. Wel moet het iso-alfazuur gehalte bekend zijn (ontbreekt nog wel eens op het etiket), anders kan de beoogde bitterheid niet gehaald worden. Het geïsomriseerd hopextract (30% iso-alfazuur) is verkrijgbaar bij FARMA.

- hopolie

In hopolie zit het hoparoma. Hopolie wordt uitsluitend toegevoegd na de hoofdgisting, vanwege het vluchtige karakter van de componenten. Hopolie (3 ml) is verkrijgbaar bij FARMA, bestelnummer 053.200.2 à f2.53.

Tabel 8: hopvarieteiten specificaties [3,19]

hop varieteit	Alpha acids %w/w	Beta acids %w/w	cohumulon % of AA	Total oil %v/w	% myrceen % of total	humuleen % of total
Cascade	4.5-7.0	4.5-7.0	33-40	0.8-1.5	45-60	10-16
Centennial	9.5-11.5	3.5-4.5	29-30	1.5-2.3	45-55	10-18
Chinook	12.0-14.0	3.0-4.0	29-34	1.5-2.5	35-40	20-25
Cluster	5.5-8.5	4.5-5.5	36-42	0.4-0.8	45-55	15-18
Fuggle	4.0-5.5	1.5-2.0	25-32	0.7-1.2	40-50	20-26
Galena	12.0-14.0	7.0-9.0	38-42	0.9-1.2	55-60	10-15
Hallertauer	3.5-5.5	3.5-5.5	18-24	0.6-1.0	35-44	30-38
Liberty	3.0-8.0	3.0-4.0	24-30	0.6-1.2	35-40	35-40
Mount Hood	5.0-6.0	5.0-7.5	22-23	1.0-1.3	55-65	12-25
Nugget	12.0-14.0	4.0-6.0	24-30	1.7-2.3	51-59	12-22
Perle	7.0-9.5	4.0-5.0	27-32	0.7-0.9	45-55	28-33
Tettnanger	4.0-5.0	3.0-4.0	20-25	0.4-0.8	36-45	18-23

Willamette	4.5-7.0	3.0-4.0	30-35	1.0-1.5	45-55	20-30
------------	---------	---------	-------	---------	-------	-------

Opmerkingen

- Alhoewel de indruk in dit artikel gewekt wordt dat bitterstoffen van verschillende hopsoorten eenzelfde bitterwaarneming geeft, moet de volgende kanttekening geplaatst worden in de vorm van een quote van George Fix. 'I have always had a strong preference for low alpha aroma hops, even for early additions for bittering. I find that they give (if fresh!) a clean and mellow bitter, which contrasts with the crude effects I pick up from alphas'. Verder onderzoek van Fix resulteerde in de waarneming dat hopsoorten waarvan de fractie cohumulon minder dan 30% van het totale alfazuur gehalte uitmaakt, het bovenstaande onderbouwde [4]. Deze waarneming wordt ook in Charlie Papazian's 'The Homebrew Companion' gemeld [18]. Zie Tabel 8 voor een indicatie voor het percentage aan cohumulon van de alfazuren [3,19].
- Over het verkrijgen van aroma wordt ook melding gemaakt van het toevoegen van hop voordat het wort kookt (first wort hopping). Dit lijkt vreemd omdat deze aromahop meer dan een uur zal meekoken en weggekookt zal zijn. Er wordt echter beweerd dat de aromastoffen zich binden met componenten uit het wort en dat deze verantwoordelijk zijn voor het aroma [2].
- Betahopzuren leveren zoals reeds vermeld, ook een bijdrage aan de bitterheid. Deze bitterheid schijnt als milder te worden ervaren. Hopsoorten met lage gehalten aan alfahopzuren bevatten meestal relatief een hoger gehalte aan betahopzuren en de bitterheid van het bier voortkomend uit deze hopsoorten worden meestal iets beter gewaardeerd [18].
- Over het hoparoma kan gezegd worden dat een relatief hoog gehalte aan myrceen (zie Tabel 8) een 'harder' aroma geeft en een relatief hoog gehalte aan humuleen een plezierig aroma geeft. Een beetje geoxideerd humuleen kan dit als plezierig ervaren aroma doen versterken [18].

Geciteerde literatuur

- [1] J. Lambrechts, Zelf bieren brouwen, 1989
- [2] J. Bertens, PROOST 16, 1996
- [3] S. Lefevre et Th. Marique, La technologie de la bière, Développement de la technologie brassicole Avenir et perspectives, Instituts Supérieur Industriel de la Province de Hainaut, Département agriculture, 5/16 avril 1993
- [4] N. Pyle, Norm Pyle's Hops FAQ, Internet, 1996, URL= <http://realbeer.com/hops/FAQ.html>
- [5] P. Wester, eigen ervaring met drooghoppen, 1996
- [6] J. Bertens, PROOST 17, 1996
- [7] J. Bertens, Internet, 1995, URL=<http://www.pi.net/~jacbier/home>
- [8] A.J. deLange, An Approach to Water Synthesis, Internet 1995
- [9] Gregory J. Noonan, Zymurgy, All Grain Special Issue, 1995
- [10] Quentin B. Smith, Zymurgy, Matching Hops with Beers Styles, Hops and Beer Special Issue, Brewers Publications, Boulder, Colorado, USA, 1990

- [11] Ludwig Narziß, Abriß der Bierbrauerei, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1986
- [12] G. Tinseth, Glenn Tinseth's Hop Page, Internet, 1996,
URL= <http://www.teleport.com/~gtinseth/>
- [13] P. Wester, evaluatie smaak tripel_2, 1997
- [14] Jan van Schaik, Groot zelf bierbrouw boek, 5e druk, 1993
- [15] Gillian Crafton, URL=<http://sun1.bham.ac.uk/GraftonG/homebrew.htm>, 1996
- [16] Bauer K., Findheiss H., Krempel A.; Proces for extraction of hops, 1975
- [17] Spencer W. Thomas, 1995 AHA Style guidelines, Internet, 1995
- [18] C. Papazian, The Homebrew Companion, 1994
- [19] Hop Variety Specifications, printed by HOPUNION, USA Inc.
- [20] Chemisch Magazine, 325, September 1997



Peter Wester © 1997