

Working Version

Distilleerders Q and A

Informeel bij elkaar geraapte info

Matjans

Version compiled - February 18, 2021

hosted on github -
<https://github.com/matjanss/dd-qanda>

Working Version

Disclaimer

Hier komt nog een mooie disclaimer. Allemaal theorethisch natuurlijk want thuis distilleren mag niet in Nederland.

Copyright

 Distilleerders Q and A

Informeel bij elkaar geraapte info by Matjans is licensed under the Creative Commons BY-NC-ND 4.0 license.

To view a copy of the license text, visit:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Colophon

This document was typeset with the help of KOMA-Script and L^AT_EX using the kaobook class.

Publisher

This document has not been published other than in electronic form. Source and compiled versions of this document are hosted on github - <https://github.com/matjanss/dd-qanda>

The Hitch-Hiker's Guide to the Galaxy also mentions alcohol. It says that the best drink in existence is the Pan Galactic Gargle Blaster, the effect of which is like having your brains smashed out with a slice of lemon wrapped round a large gold brick.

– Douglas Adams, *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*

Voorwoord

Ik ben met dit document begonnen vanwege de vele zich herhalende (beginners)vragen. Leek me wel een aardig idee om wat algemene informatie te consolideren en op een handig bereikbaar plekje weg te zetten.

Ik hoop dat dit een beetje een lekker lijvig document wordt.

Contents

Contents	vi
1. Fermenteren	1
1.1. Wat is gist?	1
1.2. Gistsoorten	1
1.2.1. Doe eens wild!	2
1.2.2. Of lekker betrouwbaar?	2
1.2.3. Kveik! (Wat?)	3
1.3. Verloop vergisting	3
1.4. Gistvoeding	3
1.5. pH Waarde	4
1.6. Alcoholgehalte	4
2. Distilleren	5
2.1. Stoken op vermogen, niet op temperatuur	5
2.1.1. Hoe stoken we niet?	6
2.1.2. Hoe dan wel?	6
2.2. Striprun - Ruwstook	7
2.3. Spirit run - Fijnstook	7
2.3.1. Ketelvulling	7
2.3.2. Hoe snel fijnstoken?	7
2.3.3. Destillaat opvangen	8
2.4. 'Cuts maken'	9
2.4.1. Proeven!	9
2.5. Fores/Voorloop scheiden tijdens ruw- of fijnstook?	11
2.6. Hoe vaak stoken, 1x 1,5x 2x?	11
2.7. Schuim in de ketel	12
2.8. Verdunnen en Bottelen	13
3. Ageing	14
4. Apparatuur	15
4.1. Boilers	15
4.2. Kolommen	15
4.3. Koelers	15
4.4. Koolfilter	15
4.5. Specials	15
4.5.1. Soxhlet	15

4.5.2. Schoonmaken	15
5. Ketelbouw	17
5.1. Metaal behandelen en bewerken	17
APPENDIX	22
A. Recepten	23
A.1. FFV - Fast Fermenting Vodka	23
B. Veiligheid	24
B.1. Methanol	24
Voorkomen in de natuur	24
Toxiciteit	24
Methanol en fermentatie	26
Methanol en stoken	28
Methanol thuis	30
En? Dus? Maar? Want?	31
B.2. Ethylcarbamaat	32
Toxiciteit	32
Ethylcarbamaat en fermentatie	32
Wetgeving	33
Adviezen	33
B.3. Materialen en alcohol	36

List of Figures

1.1. Elektronenmicroscoop opname van <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	1
1.2. Voorbeeld van een smaakprofiel van verschillende gisten. De smaak van een resulterende wijn/bier/distillaat wordt gescoord op verschillende punten en deze worden in een 'smaakwiel' uiteengezet.	2
2.1. Kooktemperatuur water-alcoholmengsel	5
2.2. Potjes	8
2.3. Striprun potjes	10
2.4. Spirirun potjes	10
2.6. Spugende ketel. Vergeten de anti-foam in de ketel te doen en rond de 98°C wil mijn rumwash nog wel eens even extra schuimen. Een moment van onoplettendheid resulteert in een half uur dweilen.	12
2.5. Auchentoshan	12
5.1. Gezichtsbescherming	17
5.2. Gehoorbescherming	17
5.3. Snelspankop	17
5.4. Silicon carbide	18
5.5. Silicium dioxide	18
5.6. doorslijpschijfjes	18
5.7. Haakse Slijper	18
5.8. Slijpschijf	18
5.9. Afbraamschijf	19
5.10. Schuurschijf	19
5.11. Lamellenschijf	19
5.12. Wirebrush	19
5.13. Scotchbrite	19
5.14. polijstschijf	20
5.15. ros	20
5.17. polijstwiel	20
5.18. dremelpolijst	20
5.16. Ondanks de grove korrel lijkt de ROS egaler	20
5.19. polijstypasta	21
B.1. Volatiliteit diverse stoffen	29
B.2. Distributie 'congeners'	29

B.3. Ethanol/Methanol concentratie in distillaat	30
B.4. Structuurformule ethylcarbamaat.	32
B.5. Verplaatsing van lading in guanidinium groep van l-Arginine.	32

List of Tables

2.1. Handreiking maximaal vermogen fijnstook elektrische ketels. E.e.a. natuurlijk afhankelijk van de opbouw van de ketel maar dit is een aardige indicatie. Indicatie gegeven door @darkmasher. Lengte van de kolom is voor 2" ongeveer een meter.	8
2.2. Bronwater mineraalgehalte	13
B.1. Snurrebreut's Methanol Test 2020.	31
B.2. Maximum toegestaan gehalte methanol voor verschillende categorieën drank als voorgeschreven in Regulation (EU) 2019/787. Bron https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/787 . Een en ander om de tabel met meetgegevens van de zelf gedistilleerde dranken in perspectief te zetten. Gehalten zijn gegeven in gram methanol per hectoliter pure alcohol.	31

1.

Fermenteren

Fermenteren is de basis. De absolute basis. Als we drank willen stoken, zullen we eerst iets moeten hebben om het uit te stoken. Dit heet de stookwijn, het stookbier of, in het engels 'wash'. Het verkrijgen van deze wash verloopt door middel van fermentatie, en wel door alcoholische vergisting.

Fermentatie is een verzamelterm, deze wordt voor verschillende biologische processen gebruikt. Voor de distilleerde is slechts een beperkte subset van deze processen interessant. Het zal hier voornamelijk gaan over alcoholische vergisting.¹

1.1. Wat is gist?

Gist is een microorganisme. Even los van de specifieke taxonomie² (die toch iedere zoveel jaar opnieuw wordt verzonnen) is gist een ééncelig organisme (werkt niet samen in klontjes cellen) dat behoort tot de schimmels, en heeft een celkern.

Dit organisme heeft de fijne eigenschap dat het suikers (glucose e.d.) kan omzetten in alcohol en CO₂, precies wat we nodig hebben voor een leuke borrel of een lekker biertje of wijntje. Gist kan zowel met zuurstof (aeroob) of zonder zuurstof (anaeroob) leven. Met beschikbare zuurstof zal gist zoveel mogelijk groeien en zich voortplanten zonder alcohol te produceren, zonder zuurstof juist andersom, weinig groei maar veel alcohol productie.

De wijze van groei en voortplanting van gist hangt af van de gistsoort, er zijn zoals in het plaatje te zien gistsoorten die 'knoppen' vormen, splijtgisten (*S. Pombe*) en zelfs sexuele voortplanting is mogelijk dmrv. spore-vorming maar dit even terzijde. Voor meer informatie hierover - studeer biologie, een onuitputtelijke bron van inspiratie voor de zelfbouwborrelbouwer.

1.2. Gistsoorten

Er zijn bergen verschillende gistsoorten. Talloze in de vrije natuur voorkomende gisten, gekweekte gisten zoals bakkersgist, *Saccharomyces Cerevisiae* (talloze stammen van...) en ook vreemde eenden in de bijt - bijvoorbeeld kveik³, *Schizosaccharomyces Pombe*⁴, *Brettanomyces*, *Wickerhamomyces anomalous* (een 'killer' gist) en combinaties van verschillende giststammen⁵.

Er zijn er letterlijk teveel om op te noemen. Voor het gemak en om het een beetje behapbaar te houden beperk ik me hier tot een kort mainstream verhaaltje.

1.1. Wat is gist?	1
1.2. Gistsoorten	1
Doe eens wild!	2
Of lekker betrouwbaar?	2
Kveik! (Wat?)	3
1.3. Verloop vergisting	3
1.4. Gistvoeding	3
1.5. pH Waarde	4
1.6. Alcoholgehalte	4

1: Alcoholische fermentatie ofwel alcoholische vergisting, behoorlijk uitgediept op Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Ethanol_fermentation, retrieved Jan. 2021.

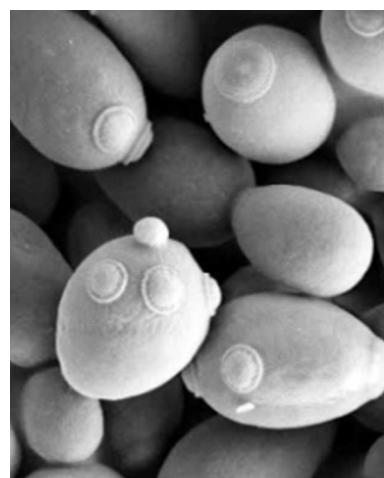


Figure 1.1.: Elektronenmicroscoop opname van *Saccharomyces Cerevisiae*

2: Voor de liefhebbers van een hokjesgeest, indelen in hokjes en vakjes in de biologie.

3: Een Noorse 'farmhouse' gist-familie (of juist geen familie) met leuke smaakprofielen en eigenschappen.

4: Vroeger veel gebruikt voor rum en appelwijn, lees Arroyo (<http://www.bostonapothecary.com>)

5: Vooral in appelcider.

Het uitproberen van verschillende gistsoorten met verschillende smaakprofielen, voorkeur voor koude/warme fermentatie en snelheid van fermentatie is een leuk balletje om mee te spelen voor zowel bierbrouwers, (fruit)wijnmakers als distillateurs. Wel een spelletje met een miljoen mogelijkheden en je verzuipt er al snel in, maar het resultaat is vaak indrukwekkend verschillend.

1.2.1. Doe eens wild!

Op iedere fruitsoort en graan leven gisten. Deze komen 'in het wild' voor en zijn vaak 'eigen' aan de fruitsoort. Je kan deze in de vrije natuur voorkomende gisten hun gang laten gaan en het fruit laten fermenteren, dat heet dan 'wilde vergisting'.

Dit heeft voor en nadelen⁶. Vanuit ambachtelijk perspectief is het natuurlijk leuk om met wilde gist, gist die van nature voorkomt op de grondstof, te werken. Je hebt dan een volledig natuurlijk product, uit de grond, aan de boom, in de fles zonder kunstmatige toevoegingen etc.

Leuk voor het idee, maar nadelen zijn er natuurlijk ook. Ten eerste zijn infecties met andere bacterieën of schimmels - die ook op fruit en granen leven⁷ - moeilijker te voorkomen aangezien je, wanneer je wild wil vergisten, het fruit niet te goed moet schoonmaken. De op het fruit voorkomende gist poets je dan ook weg. Niet de bedoeling.

Andere nadelen die her en der genoemd worden zijn een lagere opbrengst, meer methanol en meer, scherpere en sterker ruikende en smakende voorloop, muffe bijsmaken in de tails, 'raar' fruit, tragere vergisting en minder volledig uitgegiste stookwijn. Daarnaast is de vergisting natuurlijk minder herhaalbaar.

Aan de andere kant is het natuurlijk wel erg leuk om het te doen zonder enige toevoegingen.

1.2.2. Of lekker betrouwbaar?

Natuurlijk kan je ook een gekweekte gistsoort inzetten. Een van de vele honderden of duizenden soorten.

Industrieel gekweekte gisten zijn er in soorten en maten. Bakkersgist, gespecialiseerde wijngisten, port gist, champagnegist, noem maar op. Voor iedere mogelijke wash is er wel een gekweekte, gespecialiseerde gist.

Voordeel van industrieel gekweekte gisten is natuurlijk beschikbaarheid, reincultuur -de gist die je koopt zal identiek zijn aan de gist die je *vorige* keer hebt gekocht, met een voorspelbaar eindresultaat.

Ik ga er hier maar niet verder op in, het beste is om gewoon uit te proberen en iets te kiezen wat je goed bevult.

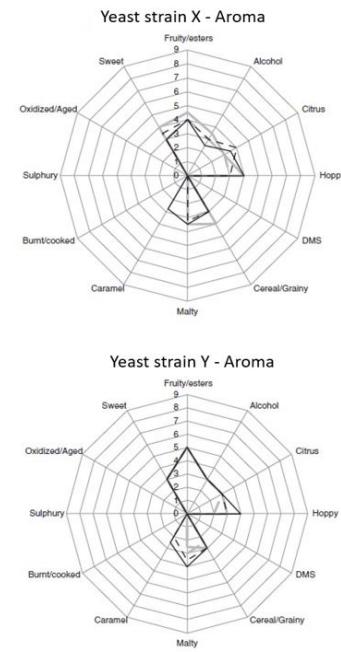


Figure 1.2.: Voorbeeld van een smaakprofiel van verschillende gisten. De smaak van een resulterende wijn/bier/distillaat wordt gescoord op verschillende punten en deze worden in een 'smaakwiel' uiteengezet.

6: Zie ook: 13 - *Vergisting en enzymen* voor een verband tussen methanol en wilde vergisting.

7: Bijvoorbeeld Ergot ofwel Claviceps purpurea, een schimmel die verantwoordelijk is voor ergotisme. Zie ook <https://en.wikipedia.org/wiki/Ergotism>, retrieved feb 2021. Saillant detail- de alkaloiden die deze schimmel produceert zijn nauw verwant aan LSD.

8: Voor alles over kveik, zie <https://www.garshol.priv.no/download/farmhouse/kveik.html>, de kveik-registry van 'ontdekker' van noorse farmhouse yeasts, Lars Marius Garshol.

1.2.3. Kveik! (Wat?)

Speciaal gevalletje. Kveik is Noors dialect voor, jawel, 'gist'.⁸ Oorspronkelijk werden deze gisten in de afgelegen noorse boerenbedrijven gebruikt om 'farmhouse-ales' mee te brouwen, en aangezien afgelegen *daar* iets anders betekent dan afgelegen *hier* (half uurtje naar een willekeurige snelweg en dan in Nederland ineens klein) zijn deze giststammen vrij lang (eeuwen?) geïsoleerd gebleven van de grote boze buitenwereld. De verschillende kveik stammen hebben zeer specifieke smaken en eigenschappen, en zijn door voornamelijk craft-bierbrouwers internationaal geadopteerd vanwege hun leuke eigenschappen.

Ten eerste zijn deze gisten 'wild', in de zin dat ze niet industrieel geproduceerd worden.⁹ Ze zijn dusdanig anders dan andere gisten dat ze ook formeel ingedeeld worden in andere gistfamilies dan de 'reguliere' gisten.¹⁰ Kveik stammen zijn, wanneer betrokken van de originele farmhouses of doorgefokt door brouwers, meestal geen reinculturen, maar een mix van een aantal verschillende giststammen en ook bacterieculturen. Dit maakt het een wat 'spannend' speeltje, in de zin van een soms wat onvoorspelbaar resultaat.

Ten tweede zijn deze gisten zeer eenvoudig te oogsten en bewaren. De meeste kveik stammen kunnen eenvoudig geoogst worden door de bovengistende 'krausen' te oogsten en bewaren is vaak nog eenvoudiger, gewoon drogen in de oven op 40C ofzoets. Origineel werden veel van de giststammen bewaard door een soort ketting van houten blokjes onder te dompelen in de gistende wash en vervolgens werden deze kettingen opgehangen in de schuur om te drogen. Ondergistende gisten kan je na afhevelen van de stookwijn drogen. Een voedseldroger werkt hier prima!

Ten derde zijn de 'bedrijfsparameters' van de gisten zeer breed, dwz van lage tot extreem hoge temperatuur en tot hoge alcoholpercentages kunnen de gisten goed werken. Wel stellen deze gisten blijkbaar een hoog SG op prijs, een laf 3% biertje is niet helemaal waar ze voor gaan. Genoeg voeding gebruiken ook.

Ten vierde, en zeker niet onbelangrijk, ze produceren een bijzonder breed scala aan esters, ze produceren veel esters en weinig off-flavors (...). Dit maakt het bij uitstel een geschikte gist om smaakvolle dranken mee te vergisten, rum, whisky, het werkt goed met kveik.

Het is gewoon leuk spelen, en rum vergisten op 35 graden C is weer eens iets anders. Leuk speelgoed!

9: Tegenwoordig natuurlijk weer wel, verschillende gist bedrijven zijn ermee bezig, bijvoorbeeld White Labs (<https://www.whitelabs.com/yeast-bank/wlp521-hornindal-kveik-ale-yeast>) en Omega (<https://omegayeast.com/norwegian-kveik-strains-the-history-unique-aspects> retrieved feb 2021).

10: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02137>, voor een in-depth analyse van de genetica van kveik stammen. Blijkbaar een los geëvolueerde cerevisiae stam.

1.3. Verloop vergisting

Lag phase ...

1.4. Gistvoeding

DAP DAS ZSSG Tronozymol noem maar op ... Gekookte gist nono...

1.5. pH Waarde

Afhankelijk van de gist ergens tussen x en y. En checken of de pH niet naar benneet dondert.

1.6. Alcoholgehalte

Veel peut, gist dood. Niet goed. Bijsmaakjes.

Distilleren

2.

Diverse stukjes informatie over het distilleren zelf. Het meeste gaat over stoken in een potstill.

2.1. Stoken op vermogen, niet op temperatuur

Een bijzonder veel voorkomende misser is het stoken op temperatuur. Bijna goed, ofwel *helemaal fout!*. Een temperatuurregeling¹ op de ketel werkt dus *niet* voor stoken.

Als je met een *potstill* wil distilleren, wil je dat de inhoud van de ketel rustig kookt, de alcohol en smaakstoffen rustig verdampen met weinig smering tussen fores, heads, hearts en tails en er een klein dun straaltje product uit je koeler loopt. Met andere woorden, je wil een nette constante hoeveelheid damp per seconde richting de condensor bewerkstelligen. Wil je met een *reflux* kolom stoken, dan wil je een constante dampstroom je kolom in jagen zodat de herdistillaties in de kolom stabiel verlopen.

Distillatie is een scheidingsmethode gebaseerd op het verschil in kookpunt van twee of meer verschillende vloeistoffen in een mengsel. Bij het verwarmen zal de vloeistof met het laagste kookpunt als eerst in gasfase komen. De temperatuur waarbij dit mengsel kookt is afhankelijk van de verhouding in hoeveelheid van de verschillende vloeistoffen..

Even uitgaande van standaard omstandigheden (atmosferische druk), kookt een pannetje water bij 100°C. Of je het vuur/elektra nu hoger zet of lager, de temperatuur van het water tijdens de kook blijft 100°C. Of je nu met 20 of 2000 Watt stookt, het blijft 100°C. Het enige dat verandert is de snelheid waarmee je pannetje water droogkookt, ofwel de snelheid waarmee je damp uit het pannetje jaagt.

Neem nu een pannetje met pure ethanol. Dit kookt bij 78,4°C. Weer geldt: met meer vermogen stoken verhoogt de temperatuur van de kokende vloeistof niet, maar wel de snelheid waarmee je pannetje met ethanol verdampst.

En dat is nu precies wat we willen regelen, de verdampingssnelheid ofwel de hoeveelheid damp per tijdseenheid.

Voorbeeld

De stookwijn die je kookt bevat bijvoorbeeld 10% ethanol en 90% water. De temperatuur waarbij dit mengsel kookt is zo rond de 92,5°C. Tijdens het distilleren zal er alcohol verdampen uit de stookwijn, en na een tijdje zal er niet meer dan 5% ethanol in de ketel zitten. De temperatuur waarbij dit kookt stijgt, in het geval van 5% zit je zo rond de 96,5°C². De temperatuur waarbij de wash kookt loopt op gedurende de stook.

2.1. Stoken op vermogen, niet op temperatuur	5
Hoe stoken we niet?	6
Hoe dan wel?	6
2.2. Striprun - Ruwstook	7
2.3. Spirit run - Fijnstook	7
Ketelvulling	7
Hoe snel fijnstoken?	7
Destillaat opvangen	8
2.4. 'Cuts maken'	9
Proeven!	9
2.5. Fores/Voorloop scheiden tijdens ruw- of fijnstook?	11
2.6. Hoe vaak stoken, 1x 1,5x 2x?	11
2.7. Schuim in de ketel	12
2.8. Verdunnen en Bottelen	13

1: Vaak wordt dit geprobeerd met een PID, dit werkt ook niet.

Gebaseerd op een stukje van SW,
<https://dutchdistillers.nl/t/waarom-een-temperatuur-meting-pid-regeling-niet-60>, retrieved januari 2021

2: Dit kan je heel hip gaan uitrekenen, maar je kunt het ook aflezen uit een grafiekje. Hobbybrennen.ch heeft een hele mooie waarbij je bij verschillende luchtdruk dit kunt laten genereren, <https://hobbybrennen.ch/Rechner/Siedediagrammgenerator.html>, retrieved januari 2021

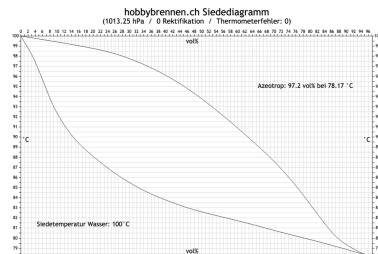


Figure 2.1.: Kooktemperatuur water-alcoholmengsel

2.1.1. Hoe stoken we niet?

Stel je gebruikt een PID (geautomatiseerde temperatuur regelaar) met een sensor ergens in de bovenkant van je kolom. De PID stel je in op 95°C. De kooktemperatuur van het water-alcoholmengsel in de ketel is aan het begin 92,5°C. Aan het begin van de stook zal hij dus als een malle, op vol vermogen gaan verwarmen omdat de set temperatuur nog niet behaald is en hij er ook niet snel naartoe gaat. Volle porrie dus.

Resultaat: de ketel kookt als een malle met als effect een versmering van fores, heads en hearts. Tails komen zelfs ook nog mee. Of de kolom en de koeler dit aankunnen is nog maar de vraag, met alle gevolgen van dien.

Langzamerhand zal de damptemperatuur de ingestelde temperatuur van 95°C bereiken. De PID ziet dit en schroeft het vermogen waar mee gestookt wordt terug. Afhankelijk van de instellingen van de PID levert dit een bijzonder instabiel verwarmingsprofiel op. Daalt de damptemperatuur een beetje, dan zal de PID vermogen bijschakelen. Aangezien de damptemperatuur niet heel snel stijgt zal er flink wat vermogen bij komen. Is er een overshoot, gaat het verwarmingselement UIT.

Resultaat: een onstabiele dampstroom, snel-langzaam-snel-langzaam stoken. De boel versmeert hopeloos en je krijgt geen nette constante dampstroom. De potstill zal onregelmatig druppelen en het mooie stabiele verhaal in je reflux kolom dondert om.³

Indien de PID juist is ingesteld, dit is al een hele toer op zich, zal eer minder instabiel zijn, maar doordat de damptemperatuur constant wordt gehouden zal de stook ten eerste langer duren, het vermogen wordt teruggeschroefd indien de damptemperatuur te hoog wordt, en ten tweede niet volledig zijn. Er blijft bij lage temperatuur allerlei lekkers (en minder lekkers) over in de ketel. Vooral bij rum een probleem.

3: Uitzonderingen daargelaten, maar daarover wellicht later. Je regelt dit niet alleen op temperatuur van de kolom bovenin. Ook druk in de kolom en luchtdruk zijn hier van belang.

2.1.2. Hoe dan wel?

Op vermogen dus! We stoken met een vermogensregeling, geen temperatuurregeling.

En daarvoor dien je een vermogensregelaar te hebben. Je wil kunnen bepalen hoeveel vermogen, of hoeveel warmte of energie je je ketel in wil pompen. Voor diegenen die op gas stoken, zij doen dit al aan de hand van de gaskraan. Kraantje open, hard, kraantje dicht, zacht stoken. Voor diegene die elektrisch stoken, dient het vermogen te worden geregeld. Hiervoor zijn verschillende oplossingen beschikbaar, bijvoorbeeld SSRV, Thyristor of SCR (triac).⁴ Moeilijke woorden en afkortingen voor een uit de kluiten gewassen lichddimmer.

Voor beginners is het eigenlijk maar het beste om de thermometer in de kolom maar helemaal achterwege te laten, hij voegt weinig toe.

4: Wellicht wordt dit nog uitgediept.

2.2. Striprun - Ruwstook

De ruwstook is een eerste stook van het stookbier/wijn om deze te concentreren en de hoeveelheid wat 'behapbaarder' te maken. Het resultaat van deze stook is het 'ruwnat' van ruwweg 20-40% ABV, uitgaande van een beginpercentage van de stookwijn van zo rond de 5-10% ABV.

Tijdens de striprun doen we, als we op smaak stoken, niet moeilijk over het scheiden van voor- en naloop⁵. Dat doen we tijdens de fijnstook wel. Natuurlijk kan je naar eigen inzicht wat rommel weggooien. Als je neutraal stookt kan er een beetje voorloop weg.⁶

Het idee van de striprun is om met zoveel mogelijk vermogen bij elektrisch of op hoog vuur in het geval van gas te stoken, dat schiet tenminste lekker op en je stook veel smaak mee over. In dit geval is de limiet van stook-snelheid vaak het beschikbare vermogen, de capaciteit van de condensor of de hoeveelheid schuim⁷ die in de ketel wordt geproduceerd.

Afhankelijk van wat je stookt⁸ kan je eerder of later stoppen met de striprun, een algemeen stelregeltje is stoppen als de output van de ketel even sterk is als wat je er in hebt gemikt, dus bij een stookbier van 10% ABV stoppen als de ketel 10% ABV geeft⁹. Dit is al vrij ver in de stook.

De ruwstook, ongeveer 1/3 van de originele hoeveelheid opvangen in RVS, glazen flessen of food-grade plastic containers voor latere fijnstook.

5: Zie ook 2.5 Fores/Voorloop scheiden tijdens ruw- of fijnstook?

6: Indien je tijdens de eerste stook al een soort scheiding wil maken is het handig om, wanneer de eerste druppels uit de ketel komen niet op vol vermogen te stoken maar even wat rustiger. Hierdoor smeert het wat minder uit en zal je daadwerkelijk meer voorloop eruitstoken. Daarna op vol vermogen door.

7: Zie ook 2.7 Schuim in de ketel

8: Bij bijvoorbeeld rum ga je diep door in je tails, daar kan nog wat lekkers tussen zitten. Bij fruit is dat niet nodig, daar zit de smaak verder naar voren.

9: Naar eigen inzicht natuurlijk. Bij rum loont het om ver, ver in en na de tails door te strippen, daar zit vaak nog wel leuk spul tussen.

2.3. Spirit run - Fijnstook

2.3.1. Ketelvulling

Na de ruwstook volgt de fijnstook. Deze tweede keer stoken verloopt anders.

We nemen, afhankelijk van de ketel en het gewenste eindproduct, een stookwijn van zo rond de 25-35% ABV.¹⁰ Dit zal na een keer stoken zo rond de 60-80% ABV uit de ketel komen. De in de striprun verkregen wash dient hiertoe verdund te worden tot het gewenste percentage.

Ook vanwege de veiligheid houden we een percentage lager dan 35% ABV aan¹¹. Een hoger percentage vloeistof wordt brandbaar, en dat is niet perse handig om in een ketel te hebben die op het vuur staat of waarin een verwarmingselement hangt.

10: Normaal is 3x een striprun en 1x een fijnstook, dan zit je weer op het originele volume van je ketel.

11: Hierover is (natuurlijk) discussie mogelijk. De damp binnendoor de ketel heeft natuurlijk een hoger percentage, daar doen we ook niet moeilijk over. Een en ander naar eigen inzicht.

2.3.2. Hoe snel fijnstoken?

Terwijl het doel van de ruwstook is om snel een eerste slag te maken en alles mee te nemen, willen we tijdens de fijnstook een goed onderscheid kunnen maken tussen:

- fores, de echte 'nasties', velpon, aceton, aceetaldehyde, lijm etc.
- heads, de lichte esters e.d. (NL: voorloop, samen met de fores)
- hearts, datgene wat je wil hebben (NL: middenloop of hart)
- tails, de natte hond en muffe smaken. (NL: naloop)

Om deze scheiding netjes voor elkaar te krijgen zullen we een stuk rustiger moeten stoken¹². De hoeveelheid vermogen die je nodig hebt is per ketel en per kolom natuurlijk verschillend, maar onderstaande tabel poogt een idee te geven.

Diameter (inch - mm)	Vermogen (kW)
2" - 51mm	1
4" - 102mm	4
8" - 203mm	16
16" - 405mm	36

12: Hoe harder je stookt, hoe meer alles versmeert, ofwel door elkaar loopt.

Table 2.1.: Handreiking maximaal vermogen fijnstook elektrische ketels. E.e.a. natuurlijk afhankelijk van de opbouw van de ketel maar dit is een aardige indicatie. Indicatie gegeven door @darkmasher. Lengte van de kolom is voor 2" ongeveer een meter.

Een ander vuistregeltje is (tijdens de hearts) een dun straaltje uit de koeler, net wel net niet druppelend. Vlak voor en tijdens het afnemen van de voorloop is het verstandig om op een nog lager tempo te stoken om de smering tussen fores, heads en hearts wat te verminderen. Is de voorloop eenmaal afgenoemt dan kan tijdens de hearts het tempo wat omhoog. Begin je in de buurt van de tails te komen, dan kan je ook weer wat minder snel stoken om de smering tussen hearts en tails te verminderen.

Het destillaat wordt in de koeler afgekoeld tot kamertemperatuur. Te koud hoeft ook niet, dit kost alleen maar extra water en bovendien is slecht te zien of er olieën overkomen.¹³

2.3.3. Destillaat opvangen

Opvangen van het product kan op verschillende manieren. Als je bijvoorbeeld een rumwash al voor de zoveelste keer in je eigen ketel maakt en ongeveer weet waar de cuts, de fores/heads/hearts/tails overgangen liggen dan kan je ervoor kiezen om alles per cut op te vangen in een container. Lekker makkelijk, maar met het risico dat je de keuze tussen heads/hearts/tails verkeerd legt.

Een tweede manier van product opvangen is in allemaal kleine (jam)potjes. Dit doe je om op een zo smaak-veilig-mogelijke manier de gestookte alcohol veilig te stellen. Je hoeft dan niet tijdens het stoken te bepalen waar de overgangsmomenten liggen.

13: Indien in het product vlokjes te zien zijn kan het zijn dat de koeling te koud is, de olieën uit de wash vlokken uit.



Figure 2.2.: Destillaat opvangen in kleine potjes. Je ziet ook dat ik het hier niet helemaal netjes heb gedaan. Verschillende hoeveelheden.

Vang per potje in het begin van de stook 50ml op, zo kan je, wanneer je daadwerkelijk de cuts gaat maken, netjes bepalen en snuffelen waar de overgang tussen fores, heads en hearts ligt. Als je denkt lekker in de hearts te zitten kan je de potjes iets meer vullen, zeg 100ml per potje. Denk je richting de tails te komen (het alcoholpercentage begint te zakken of het begint wat muffer te ruiken), schakel dan weer een tijdje over op 50ml per potje.¹⁴

Handig is om tijdens de fijnstook, wanneer je er toch mee bezig bent, per potje even de temperatuur in top van de kolom en het percentage ABV van het potje op te schrijven.¹⁵

2.4. 'Cuts maken'

Nadat je de tweede stook achter de kiezen hebt (hehe, dat duurt lang) zit je met een heel stel kleine potjes. En nu?

2.4.1. Proeven!

Laat de potjes afgedekt een dagje/nachtje staan (keukenpapier of koffiefilter erover¹⁶) om uit te wasemen, de wat lichtere, scherpe stoffen kunnen nu nog een beetje wegdampen.

We gaan nu alle potjes proeven en ruiken. Maak aantekeningen, zeker de eerste paar keer. Niet om te bewaren, maar om jezelf te dwingen om er iets langer dan een halve seconde over na te denken. Wanneer je gaat proeven, verdun dan eerst terug naar 30-35%.

- ▶ Op deze manier verdoof je je smaakpapillen tenminste niet. Als je 30 potjes te gaan hebt en je smaakpapillen geven na 3 potjes van 80% ABV de geest dan zit je met 27 potjes geen idee. Niet handig
- ▶ Vooral tails (naloop) heeft de neiging om zich in de alcohol te 'verstoppen'. Je ruikt en proeft het gewoon minder bij hogere percentages. Om nare verassingen te voorkomen. Ook smaakt een drank bij verschillende percentages anders.¹⁷

Per potje alcoholpercentage meten (als je dat er niet al op had geschreven) en een sample nemen, ik gebruik een injectiespuit zonder naald. Zeg 2ml oid. In een glasje doen en aanlengen tot 35%.¹⁸

Het houdt niet zo heel nauw, dus 3.8 ml kan best 3,5 of 4ml zijn. Op de gok een beetje ernaast, het gaat er om dat je smaakpapillen niet te snel verdoofd raken en de tails evident proefbaar zijn.

Werk vanuit het midden naar links en rechts. Stel je hebt 10 potjes. Begin bij 5, dan 4, dan 6, dan 3 etc. Zo voorkom je een beetje dat je "went" aan de smaak van heads of tails. Schrijf je resultaten op (doet dit voor jezelf).

Bepaal nu welke cuts je in je drank wil hebben. Hier kan je heel lang over doen. Of niet. Eigen keuze. PROBEER te onthouden of noteer waar je heads en tails transitie temperaturen liggen. Dit helpt je de volgende keer. Het verschilt per type drank die je maakt, per grondstof, per gist,

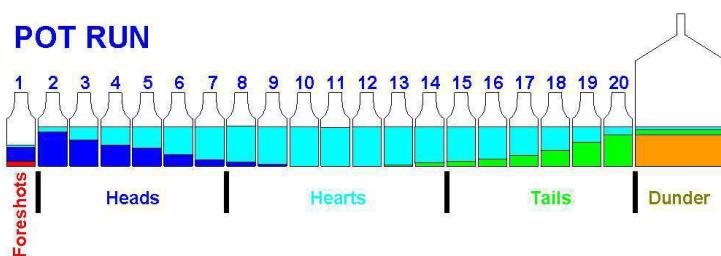
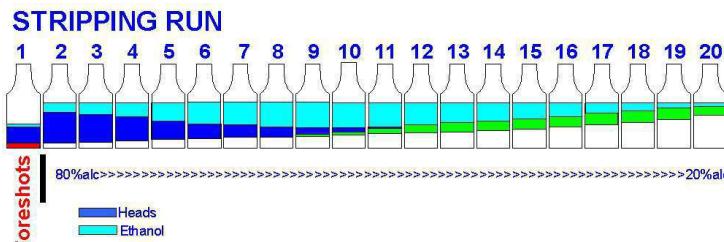
14: Eea natuurlijk afhankelijk van de hoeveelheid stookwijn die er in je ketel gaat. Stook je 5L - kleine potjes. 25L - bedenk het zelf maar. Dat worden wel erg veel kleine potjes.

15: Zo krijg je wat meer 'feeling' voor de ketel, en als je het en paar keer gedaan hebt zal je merken dat je makkelijker kan zoeken naar je cut-potjes.

16: Niks bijzonders, tegen stof en beestjes, het voorkomt niet dat de alcohol verdampft.

17: Druppeltje water bij de whisky? Dit is de reden! De verschillende, vaak in alcohololie oplosbare stoffen laten zich dan ineens beter zien.

18: Hier staat een handige verdunningsrekentool. https://homdistiller.org/wiki/htm/calcs/calcs_rad14701.htm



vergistingstemperatuur etc dus hang jezelf er niet aan op, maar gebruik het als indicatie.

Er zijn legio filmpjes op internet te vinden. Een paar voorbeelden.

- De blij Golden Retriever¹⁹ van het hobbystoken, Jesse van Still It, is bijzonder bedreven in het maken (en testen) van zijn cuts. Bijzonder goed! Chapeau! <https://www.youtube.com/watch?v=-LxX7UZL4hI>, retrieved januari 2021
- Nogmaals Jesse. https://www.youtube.com/watch?v=Es5Q8_k4onY, retrieved januari 2021

Uiteindelijk zal je een selectie maken uit de heads, hearts en soms tails, afhankelijk van de drank die je wil maken. De beste tip die je eigenlijk kan krijgen: *wees niet zuinig*. Ga voor kwaliteit. Gooi met liefde de voor-en naloop in een jerrycan voor een andere stook of voor neutraal zodat je uiteindelijk *beter* drank maakt.

Liever een kleinere hoeveelheid goede drank dan veel hoofdpijn!

Fores - Voorloop

De voorloop, de echte nare luchtjes, gooien we weg. Dit gaat direct door het putje. Dit gedeelte van de stook, het allereerste stinkspul, kan je verwachten vanaf een keteltemperatuur van rond de 45-50-60°C en bestaat voornamelijk uit aceton (nagellakremover). Afgezien van niet lekker ook niet gezond. Weg ermee.

Heads - Voorloop

Na de fores volgen de heads. Geurig, scherp, prikkelend in je neus en op de tong, soms zoetig, maar niet meer zo vreselijk spul-om-de-ramen-mee-te-zemen als de fores. Een fractie hiervan in je drank kan de complexiteit bevorderen, vooral als je de drank lang wil lageren. Veel fruitsmaken (appel, slivo etc) zitten in de heads. Niet rucksichtloos weggooien dus, maar degelijk proeven tijdens het cuts maken en blenden.

Figure 2.3.: Overzicht verdeling van de fores/heads/hearts/tails in een strip run. De fores (rood) zitten echt in het begin, de rest loopt in elkaar over. Door de snelheid waarmee gestookt wordt is er een beperkte scheiding van de fracties. *Image source: <https://homedistiller.org/forum/viewtopic.php?f=15&t=11640>, retrieved januari 2021*

Figure 2.4.: Een schematische fijnstook. Vergelijk de scheiding van de verschillende fracties met een stripping run. Je kunt in dit geval een veel betere cut maken en bepalen welke fracties uiteindelijk in de blend terechtkomen. *Image source: <https://homedistiller.org/forum/viewtopic.php?f=15&t=11640>, retrieved januari 2021*

19: Met dank aan Zwieneimpers en Khabro voor het duiden van de onvergeeflijke fout (labrador). Als je iets jat, doe het dan goed.

Alles wat je niet gebruikt kan in de jerrycan met zooi en kan je later uitstoken tot neutrale alcohol.

Hearts - Middenloop

Lekkor! Het spul waar het om gaat. Bijna alleen water en ethanol, met een klein beetje smaakstoffen. Naarmate de hearts-cut vordert zal hij minder sterk worden en minder zoetig, en er zullen wat zwaardere smaakjes meekomen. Rum en soms graan zit vaak wat later in de hearts cut. In het algemeen gaat je hearts cut volledig in de blend.

Tails - Naloop

Muffe natte hond. Dat is de beste omschrijving. De zwaardere foezel olieën met muffe smaken en de typische tails 'Natte Hond' smaak. Deze wil je absoluut niet in je mix hebben, een zeer herkenbare en vieze smaak. Afhankelijk van wat je stookt kan je ook een waas in je opgevangen product zien.

Deze potjes kunnen gerecycled worden in de jerrycan met voor en naloop om de alcohol er nog uit te stoken.²⁰ Afhankelijk van wat je stookt en je ketel begint de naloop rond de 60-70% ABV. Wees niet bang om deze alcohol NIET in de mix te gooien, het is gewoon zonde van je drank.

Ook over blenden van drank zijn talloze youtube filmpjes te vinden, de een beter dan de ander. Ook de verschillende stookfora hebben hier vele topics over, dit is wel een informatieve: <https://homedistiller.org/forum/viewtopic.php?f=15&t=11640>.

20: Zie ook: 22 - *Methanol en stoken*. Methanol hoopt zich relatief op in de tails, tails van bijvoorbeeld appel stook kan je beter niet bijmengen bij een volgende appelstook om het methanolgehalte beperkt te houden. Door een kolom trekken om neutraal te maken met ruime voor- en naloop scheiding is natuurlijk wel een goede optie.

2.5. Fores/Voorloop scheiden tijdens ruw- of fijnstook?

Naar aanleiding van een post van Kareltsje.²¹ Wanneer scheid je de fores/voorloop af, tijdens de ruwstook of fijnstook, beide, niet?

Vuistregeltje:

- Neutrale alcohol: voorloop tijdens de ruwstook alvast afnemen. Tijdens de ruwstook kun je met beperkt alcohol verlies veel lichte componenten eruitfilteren.
- Stoken met smaak (fruit, graan e.d.): voorloop afnemen tijdens de fijnstook. In eerste instantie (fores, heads) rustig stoken om een iets betere scheiding te bewerkstelligen.

21: <https://dutchdistillers.nl/t/voorloop-scheiden-bij-ruwstook-of-bij-fijnstook/2952>, retrieved januari 2021

2.6. Hoe vaak stoken, 1x 1,5x 2x?

Een relatief weinig besproken onderwerp, ook zijn er relatief weinig absoluut tegengestelde meningen die veel discussie teweegbrengen. 'Wat is beter?' Dit kan geheel naar eigen inzicht. Je kan de meest ingewikkelde constructies verzinnen om de verschillende fracties van fijn- en ruwstook

opnieuw apart of samen met voorgaande distillaten opnieuw te stoken. Je kan ook gewoon alles in 1x rustig stoken.

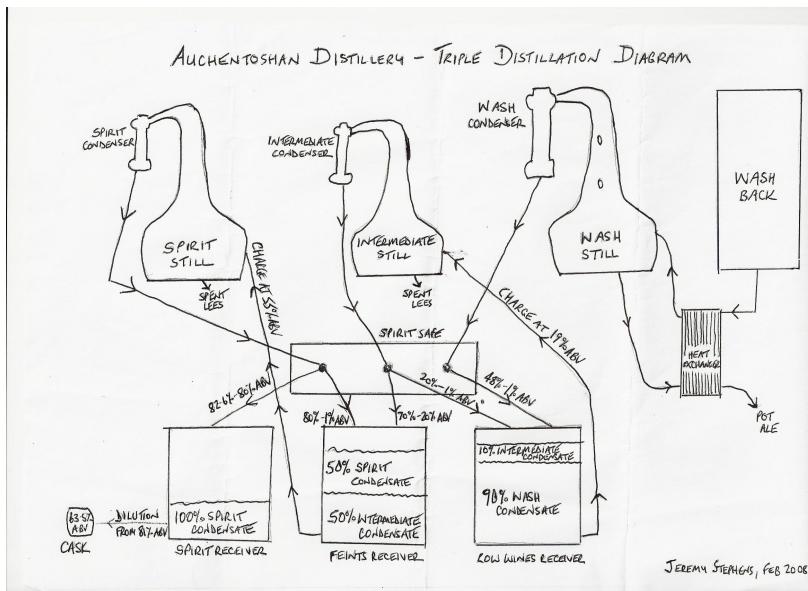


Figure 2.5.: Auchentoshan is één van de weinige Ierse distilleerderijen die 3x distilleert, of liever gezegd, distilleerde (sinds 2x verplicht is geworden). Ze hebben een vrij complex stookschema dat ook niet 1 op 1 lijkt op 3x batch-gewijs stoken. ©2008, Jeremy Stephens

Een paar voorbeelden...

- 1x stoken - Geen ruwstook. Gewoon de stookwijn met laag percentage rustig a la fijnstook verzamelen. Dit zorgt voor relatief veel smaak.
- 1.5x stoken - Eerst een ruwstook, daarna het ruwnat aanlengen met de helft stookwijn. Je verdunt dus eigenlijk terug met stookwijn in plaats van water. Bijkomend voordeel is dat je nu meer smaak eruit kan stoken, er zit immers meer smaak in het mengsel.
- 2x stoken - Ruwstook/Fijnstook.

Daarnaast zijn er natuurlijk nog legio mogelijkheden. Laat de gevestigde wetenschap je niet tegenhouden en verzin zelf ook iets leuks. Rum 3x stoken levert ook een verbazingwekkend zacht en vol smakende rum op, waarvan ik vermoed dat de 3e keer door de ketel halen een wezenlijke bijdrage levert aan de volle, boterige smaak die de rum krijgt.

2.7. Schuim in de ketel

Vooral rum- en graangebaseerde stookbieren hebben nogal de neiging om flink te schuimen tijdens de stook. Dit levert wat ongewenste zaken op als een 'spugende ketel'²² of een limiet op de stooksnelheid.

Er zijn commerciële anti-schuim middelen verkrijgbaar, zowel voor de hobbyist als voor de pro. Deze middelen zijn meestal gebaseerd op siliconen. De verschillende hobby brouwinkels verkopen deze onder verschillende merknamen. 100ml voor rond de 7 euro richtprijs. Doe je eeuwig mee. 1ml per 25L wash is meer dan genoeg.

Alternatieve middelen die aardig werken zijn boter en kokosolie of een andere neutrale olie. Kokosolie is een redelijk werkende en vooral smakeloze toevoeging, en ook nog eens bio verantwoord(ish).

22: De ketel 'spuugt' wanneer de wash dusdanig schuimt dat deze door de condensor naar buiten wordt geblazen. Afhankelijk van de stooksnelheid kan dit met flink geweld gaan. Oppassen!

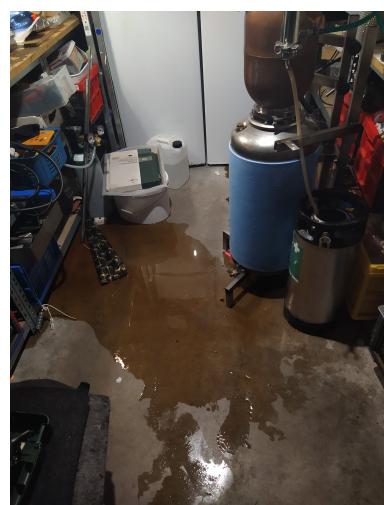


Figure 2.6.: Spugende ketel. Vergeten de anti-foam in de ketel te doen en rond de 98°C wil mijn rumwash nog wel eens even extra schuimen. Een moment van onoplettendheid resulteert in een half uur dweilen.

Een derde optie is Infacol of andere (huismerk) anti-darmkrampjesdruppels voor babies. Deze zijn ook gebaseerd op siliconen (simeticon) en werken even goed als commerciële anti-foam. Zolang ze maar siliconen-based zijn. Als je toch bij kruidvat of Etos staat, meenemen, handig.

2.8. Verdunnen en Bottelen

Nadat alles gefermenteerd, gemacereerd, gestookt, geblend en gelagerd is dient het, voordat gebotteld wordt, op drinksterkte gebracht te worden. Afhankelijk van de drank, nou, ergens tussen de 25-55% ABV. Verdunnen doen we met ... WATER.

Ja, echt waar. Kraanwater? Nou, dat ligt er maar aan.

Table 2.2.: Bronwater mineraalgehalte

	Ca2+	Na+	Mg2+	K+	SO42-	HCO3-	NO3-	Cl-	SiO2	F-	pH	Residu
Montcalm	3	2,2	0,7	0,6	10	5,2	0,7	0,6	7,5	6,8	32	
Spa Blauw	5	3	2	0,5	4	17	1,5	5	7	6	38	
Sourcy Blauw	49	10	6	1	10	180	0,9	16	16		260	
Evian	80	6,5	26	1	14	360	3,8	10	15	7,2	345	
Jumbo Rheinfurst	97	18,5	10,8	3,4		190	0,5	63		0,19	468,4	
Bar-le-Duc	47	10,6	3,4	0,6	1	170	1	10,3		0,1	7,6	
Cristalline	66	50	26	18	34	432	1,6	15		7,5	477	
San Benedetto	51,4	6	29,7	0,97	4,2	296		2,6		0,1		
Saskia Ophelie Lidl	84	37	32	7	146	333		15		0,5	459	
Solan de Cabras	59,4	5,1	25,6	1,1	21,3	284		7,4		0,2	260	
Chaudfontaine	65	44	18	2,5	40	305	1	35		0,4	7,6	
G'woon	89,5	36,2			3,6					0,14		
Plus Mineraalwater	104	16,4			3,5					0,18		
Acqua Panna Toscana	32	6,4	6,2	0,8	22	103	2,9	8,5	7			
Natural Cool	104	16,4			3,5					0,18		

Ageing 3.

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like "Huardest gefburn"? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

And some text just for checking...

Apparatuur

4.

Info over ketels.

4.1. Boilers

Verhaaltje over verschillende boilers. Enkelwandig, dubbelwandig etc.

4.1. Boilers	15
4.2. Kolommen	15
4.3. Koelers	15
4.4. Koolfilter	15
4.5. Specials	15
Soxhlet	15
Schoonmaken	15

4.2. Kolommen

Verhaaltje over kolommen, potstills, reflux, lm, cm, vm etc etc.

4.3. Koelers

Hoe koelen we? Modellen koelers. Ofzo.

4.4. Koolfilter

4.5. Specials

Specials. Altijd leuk om te spelen met geinige spulletjes.

4.5.1. Soxhlet

Info

4.5.2. Schoonmaken

Voor en nadat we de distilleer apparatuur kunnen gebruiken dient deze goed schoon te zijn gemaakt. Na het klussen is dit al helemaal belangrijk, om te voorkomen dat we onze mooie zelfgeknutselde drank verontreinigen met resten soldeerflux, rvs-beits, vet, olie, aanslag van vorige stoken, koperoxide of gewoon om de smaak zo zuiver mogelijk te houden.

Koper

Koper is fantastisch mooi materiaal om mee te werken, hard, zacht, goed te solderen en ook te lassen. Ook heeft het eigenschappen die fijn zijn om te hebben tijdens de stook, het bindt een aantal stoffen uit de stookwijn die je niet in je distillaat (zwavelverbindingen) wilt hebben. Het dient wel goed schoon gemaakt en gehouden te worden.

Stukje over ketels bouwen en aanverwante zaken. Lekker aanklooien dus.

5.1. Metaal behandelen en bewerken 17

5.1. Metaal behandelen en bewerken

Ik ben groot fan van dremels en ander gereedschap dat metaal kan behandelen. van grof machine werk tot fijn polijstwerk.

Deze post wil ik wijten aan machine keuzes, hoe ze te gebruiken zijn en procedures (zoals polijsten)

ik heb vandaag niet veel tijd maar de opmaak van deze post zal nog gewijzigd worden.

Bijna alle onderdelen/machines komen van HBM of gamma

Bescherming

► *Altijd gezichtsbescherming dragen.*

Je kan beter een volledig gelaatsmasker dragen met stoffilter dan een brilletje alleen. een volledig gelaatsmasker stopt namelijk ook vaak losschietende onderdelen. afbrekende boortjes, scherven, bramen die wegshieten bij slijpen. vonken.

misschien een beetje too much voor sommigen maar ik heb er behoorlijk veel aan gehad. wil je dit niet? draag dan veiligheidsbril en zorg dat je een bepaalde bescherming voor je mond hebt. image

► *Draag gehoorbescherming.*

Kost weinig. en het geluid van een slijpende dremel of gierende haakse slijper gaat schade aanrichten. image

► *Handbescherming.*

Gebruik géén handbescherming als handen in de buurt komen van draaiende onderdelen tenzij de handschoen hier voor gemaakt is. als een tuinhandschoen in de buurt komt van een draaiende as kan deze as de handschoen "vangen" en mee nemen in rotatie... net als lang haar: dit wordt gewoon meegesleurd.

Dit hoofdstuk, geschreven door NielsB is integraal overgenomen van <https://dutchdistillers.nl/t/metaal-behandelen-en-bewerken/322>, retrieved januari 2021, enige kleine edits daargelaten.



Figure 5.1.: Volledig gelaatsmasker.



Figure 5.2.: Gehoorbescherming

Dremel

- Klein werk. meestal gebruikt voor schuren en slijpen en polijsten van kleine onderdelen.
- Schuren.
- Polijsten.
- Zagen.
- Graveren.
- Frezen.

Tips



Figure 5.3.: Dremel snelspankop. Scheelt veel tijd.

- Ga nooit boven 3000 toeren. meeste bits zijn daar niet voor gemaakt.
- Gebruik hoge toeren voor schuren en slijpen.
- Let op de temperatuur van je materiaal, laat de bit en het materiaal op tijd afkoelen.
- Gebruik bits waar voor ze gemaakt zijn.
- Veel bits zijn zelf te maken. (hier later meer over) Dit bespaard geld.
- Gebruik een snelspankop.

voor het schuren of slijpen kan men verschillende stenen gebruiken. groen (silicone carbide) of bruin/oranje, blauw en roze (silicium dioxide). Ik gebruik dit soort stenen voor het weghalen van lasnaden.

Ook doorslijpschijven zijn handig. hiermee heb ik sleuven gemaakt voor slanted plates voor in een boka. Kan zowel voor koper als RVS toegepast worden.

Zelf bits maken

- DIY : Lets make Dremel sanding bands / drums <https://www.youtube.com/watch?v=NskSrQQg0U4> retrieved januari 2021.
- Mijn favoriet! perfect voor RVS (ook voor roest weghalen): How-to Make An Abrasive Polishing Buff for a Rotary Tool Tutorial https://www.youtube.com/watch?v=Kuxmi5_XPao retrieved januari 2021.
- HOW TO MAKE ABRASIVE DISC FOR DREMEL <https://www.youtube.com/watch?v=wh1L09eBpn4> retrieved januari 2021.

Wegens weinig tijd ga ik later deze onderwerpen uitwerken:

Haakseslijper

- Doorsnijden
- Schuren
- Slijpen
- Polijsten
- Ontroosten

Keuze: Goedkoop is duurkoop. Zoek een kwaliteit haakse slijper.

De machine wordt warm. sommige goedkope modellen hebben voor aandrijving hard kunststof tandwielen (ben de officiële naam van de aandrijving kwijt) dit slijt. duurdere modellen hebben aandrijving wielen van metaal. dit gaat langer mee.

Ik gebruik zelf Bosch Professional haakse slijper GWS 750-125. Het is wat zwaarder (gewicht) dan andere modellen maar omdat men zo'n machine toch vaak met twee handen bedient is dat voor mij niet storend (ook met een hand prima te gebruiken).

Slijpen en snijden

Hiervoren gebruikt men dunne slijpschijven. Deze moet loodrecht op het materiaal toegepast worden (geen 90 graden zou er voor zorgen dat het een schurende werking geeft ipv snijdende werking).



Figure 5.4.: Silicone carbide slijpstenen.



Figure 5.5.: Siliciumdioxide slijpstenen.

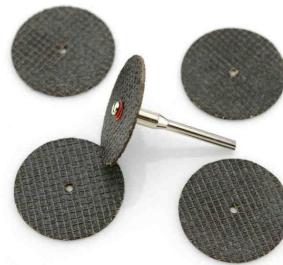


Figure 5.6.: Doorslijpschijfjes voor op de dremel.



Figure 5.7.: Haakse slijper. Bosch Professional GWS 750-125



Figure 5.8.: Slijpschijf

Afbraam/zeer grof slijpen/schuren

Deze afbraamschijven zijn zeer geschikt voor het ontbramen en slijpen. weinig druk geven, dit vreet het metaal op.

Schuurschijf

Deze schijf is net als de afbraamschijf zeer grof. de schijven hebben een adapter nodig. de schijven zijn redelijk hard. vaak worden deze gebruikt na een afbraamschijf.



Figure 5.9.: Afbraamschijf

Lamellenschijf

Deze lamellenschijf is fijner dan een afbraamschijf en schuurschijf. nog steeds redelijk grof.



Figure 5.10.: Schuurschijf

Wirebrush

Haalt lasnaden mooi weg en verwijdert roest effectief. Kan een schurende werking hebben. ik gebruik deze schijf als ik weet dat de afbraamschijf te veel materiaal weg haalt.



Figure 5.11.: Lamellenschijf

Scotch brite

Dit materiaal gebruik ik het meest. zowel met de hand, als op de dremel als haakse slijper. Het is zeer effectief in krassen weghalen. roest verwijderen en voorpolijsten. Het materiaal is ook erg goedkoop. Moet iets mooi en glimmend worden begin ik met dit materiaal.

Lamellenpolijstschijf

Na het schuren met de orbital sander ga ik polijsten. Dit kan met meerdere machines en schijven. Ik gebruik graag deze schijven voor grof polijsten. "Als het maar beetje glint". Dit is alleen te gebruiken met polijstpasta (kom ik later op). Let op de temperatuur van het materiaal! de polijstschijven hebben veel wrijving en zullen warm worden en daardoor ook smelten als men niet oplet.

Random orbital Sander

- ▶ Schuren voor mooie afwerking.
- ▶ Polijsten
- ▶ Schuren
- ▶ Roest verwijderen



Figure 5.12.: Wrebrush

Het grootste voordeel van een Random Orbital Sander (ROS) is de functie die al verklapt wordt door de naam. De draaiende schijf heeft een dubbele as die uit het lood staat waardoor de schuurschijf in meerdere richtingen beweegt. Schuren is eigenlijk niets anders dan krassen maken. En als er maar genoeg krassen worden gemaakt vallen de krassen niet meer op en vormt het één geheel. Hoe duidelijker de krassen hoe meer het "beschadigd" lijkt. Minder krassen op het werk geeft ook een beschadigd uiterlijk (lekker tegenstrijdig he?). Als krassen één kant op gaan vangt het oog een patroon op. Als dit patroon ook maar een beetje afwijkt trekt dit onze aandacht. een ROS maakt krassen in alle richtingen ongeacht



Figure 5.13.: Scotchbrite

oriëntatie van de machine. Deze willekeurigheid zorgt er voor dat er géén patroon lijkt te zijn. dit geeft een egaal gevoel.

Bij het schuren moet men eerst de korrel inschatten. Hoe lager hoe ruwer. Hoe hoger het korrelgetal hoe fijner. In theorie kan men met een korrel 80 een mirror finnish krijgen... maar niemand wilt een maand kwijt zijn aan schuren.

Men kan ook met korrel 400 een heel beschadigd werkje naar mirror finnish brengen. maar wederom: maanden werk.

Ondanks de grove korrel lijkt de ROS egaler.



(a) ros-sand



(b) ros-normal

Daarom is er een volgorde. Eerst grof beginnen een korrelgrootte die iets dieper is dan de diepste kras! Soms begin ik met korrel 240 of 320, andere keren is korrel 80 nodig.

Geduld is nodig, gelijkmatige druk. Laat de machine het werk doen!

Na schuren komt polijsten!

Polijsten en machines

Polijsten maakt de kleinste krasjes mogelijk. Zó klein dat ze niet meer te onderscheiden zijn (mits hier voor wel de diepere krassen zijn weggehaald.)

Polijsten kan men met opzetwielen voor boren en kolomboren, met een haakse slijper (zie Figure 5.14 en dremel).

Schijven komen vaak voor in 3 soorten:

- Sisal
- Geel
- Wit

De sisal schijven doen mij denken aan jute zakken op elkaar geperst. Het heeft harde vezels en kan veel materiaal weghalen.

Gele wielen zijn stugger dan wit maar zachter dan sisal. Deze halen "medium" hoeveelheid materiaal weg.



Figure 5.14.: Lamellen polijstschijsf



Figure 5.15.: Random orbital Sander

Figure 5.16.: Ondanks de grove korrel lijkt de ROS egaler



Figure 5.17.: Polijstwheel voor op boor of kolomboor.



Figure 5.18.: Polijstaccessoires voor dremel.

Witte polijstschijven zijn het zachts en zijn bestemd voor de laatste twee stappen,

De polijstschijven mogen niet droog gebruikt worden. er moet polijstpasta op. net als korrelgrootte is er ook een volgorde in polijstpasta.

- Zwart
- Paars (ookal vind ik het meer bruin)
- Blauw
- Groen/wit

De zwarte pasta moet op de sisal óf een gele schijf, paars moet op een gele schijf, blauw, groen en witte pasta op een witte schijf.

Laat de schijf draaien en duw de pasta tegen de schijf. Gebruik nooit te veel want dan ben je metaal aan het insmeren. Doe ook nooit de pasta direct op het metaal. Grottere wielen halen sneller hun doel omdat deze meer materiaal weghalen bij hetzelfde toerental als wanneer kleinere wielen worden gebruikt.

Volledige polijstvolgorde

ROS grit:

- 180
- 240
- 320
- 400
- (kan je hoger krijgen gebruik hoger)

Pas met korrelgrootte omhoog gaan als het lijkt alsof er geen verandering meer is in oppervlakte.

Polijsten:

- sisal+zwarte pasta (of gele schijf + zwarte pasta)
- geel + bruin
- wit + blauw
- wit + groen/wit

Doe nooit een polijst component op een polijstwiel dat al een ander component bevat. Bewaar de wielen gescheiden van elkaar: kruisvervuiling of mengel is een drama! Dan kan je de wielen beter weggooien. Bewaar de pasta in tupperware of met vershoudfolie zodat ze niet uitdrogen en niet vervuild raken.

Nog een paar mooie links over het poetsen van RVS:

- The Best Way to Remove Scratches from Stainless Steel - <https://www.youtube.com/watch?v=F0mUran35dE>, retrieved januari 2021.
- Tips & Tricks for Polishing / Buffing Stainless Steel Trim Part 3 - <https://www.youtube.com/watch?v=mWy9awGv6so>, retrieved januari 2021.



Figure 5.19.: Polijstpasta in verschillende fijnheid.

APPENDIX

Recepten

A.

Diverse recepten.

A.1. FFV - Fast Fermenting Vodka 23

A.1. FFV - Fast Fermenting Vodka

Recept origineel: <https://homodistiller.org/forum/viewtopic.php?f=11&t=56998>

DD Thread: <https://dutchdistillers.nl/t/fast-fermenting-vodka-alternatief-voor-neutraal/664>

Ingredienten:

- 4kg suiker
- 250gr tarwezemelen
- 1 multivitamine tablet
- 1 snufje epsomzout (bitterzout/magnesiumsulfaat)
- 1/2 theelepel DAP
- +/- 1 eetlepel citroenzuur
- 50 gram bakkersgist

Werkwijze:

- Kook de zemelen een half uur in 3 liter water. Goed roeren, dit wordt een dunngige pap.
- Los in het gistvat de suiker op in heet water, vul met koel water aan tot ongeveer 20L.
- Stamp het multivitamine tablet, voeg toe aan de wash. Voeg een snufje epsomzout toe (1/4 theelepel).
- Voeg de zemelen-pap toe nadat deze een half uur heeft gekookt.
- Corrigeer met citroenzuur de pH naar +/- 5. Kost ongeveer een halve eetlepel citroenzuur.
- Hydrateer de gist in 100ml water en voeg toe, zorg ervoor dat de starttemperatuur van de wash onder de 30°C is. Rond de 27 graden is mooi, dan start hij lekker snel.
- Goed – heel goed lucht erin slaan.
- Zorg ervoor dat er genoeg ruimte in het gistvat over is. Een 30L vat is geen overbodige luxe.
- Geen waterslot gebruiken, dit wordt leeggelazen.

Veiligheid

B.

Alles wat met veiligheid te maken heeft.

B.1. Methanol

Methanol... De boeman van het stoken. Want methanol is gevaarlijk. Je wordt er blind van en je gaat er dood aan. En dat is niet de bedoeling. En ieder jaar staat er wel weer een artikel in de krant over hoeveel mensen er weer ergens dood zijn gegaan aan drank waar teveel methanol in zit. Er doen nogal wat horrorverhalen de ronde over methanol, waarvan de meeste pertinent onjuist zijn.

Voorkomen in de natuur

Methanol is, net als ethanol, een alcohol die in de vrije natuur veel voorkomt. Voor de grap een paar rare zaken¹:

- ▶ Methanol komt gewoon voor in wat we allemaal eten. In verschillende vorm, maar het komt gewoon voor. Bijvoorbeeld als onderdeel van pectine, dat weer in de schil van appels en peren zit. Je lichaam breekt de pectine af en er ontstaat methanol. Dit breekt je lichaam ook weer af.
- ▶ Gehalte methanol in vruchtsappen: gemiddeld 140mg/L (tussen de 12mg-620mg/L).² En dan zit er natuurlijk ook nog een beetje ethanol in.
- ▶ Eet een halve kilo fruit en het promillage methanol in je adem is ongeveer gelijk aan na het drinken van 100ml brandy van 24% waar ook 0,2% methanol in zit.³ 100ml is een flinke borrel, alhoewel 24% brandy dan weer vrij slap is.
- ▶ Ongeveer 10% van de zoetstof aspartaan is methanol. Bij afbraak van aspartaan komt dit vrij.⁴

Met andere woorden, methanol komt gewoon in de natuur voor. Is niks geks aan, alleen, *belangrijk*, met mate.

Toxiciteit

De inhoud van dit stuk is (met instemming) sterk gebaseerd op de samenvatting van Karelte van 'Defining a tolerable concentration of methanol in alcoholic drinks', A. Paine en A.D. Dayan, <https://doi.org/10.1191/096032701718620864>. Samenvatting van Karelte: <https://dutchdistillers.nl/t/test-op-methanol/1212/19>.

B.1. Methanol	24
Voorkomen in de natuur	24
Toxiciteit	24
Methanol en fermentatie	26
Methanol en stoken	28
Methanol thuis	30
En? Dus? Maar? Want?	31
B.2. Ethylcarbamaat	32
Toxiciteit	32
Ethylcarbamaat en fermentatie	32
Wetgeving	33
Adviezen	33
B.3. Materialen en alcohol	36

1: Toxicology of Methanol, Clary, <https://books.google.nl/books?id=xSs8oDQV4uYC>

2: Francot and Geoffrey, 1956, <https://sciencepop.fr/wp-content/uploads/2017/01/19.pdf>

3: J. Taucher et al, <https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.1995.tb01593.x>

4: Stegink et al., <https://doi.org/10.1080/15287398109529979>

Methanol is vooral giftig omdat het afbraakproduct, mierenzuur, de retina, de oogzenuw en het centraal zenuwstelsel aantast. Mensen hebben slechts een beperkt vermogen om mierenzuur af te breken en de giftigheid van methanol komt dan ook vooral voort uit de giftigheid van dit zuur.

Alhoewel methanol in veel of bijna alle alcoholische dranken in geringe mate voorkomt, kan het in sommige gevallen een zeer hoog gehalte van 18 gr per liter ethanol⁵, ofwel 0,72% ABV in een drank van 40% ABV ethanol, bereiken. De vraag is dan: wat is de maximaal aanvaardbare concentratie (MAC⁶) van methanol in alcoholische dranken?

De meningen lopen wat uiteen in de geraadpleegde literatuur, maar in de basis is het uitgangspunt min of meer hetzelfde. Geconstateerde gevallen van dodelijke hoeveelheden methanol variëren van 6 ml tot 70 ml inname, uitgaande van pure ethanol.

De afbraak van methanol verloopt via formaldehyde naar mierenzuur. De enzymen die hierbij betrokken zijn hebben een 20 maal zo sterke voorkeur voor het afbreken van ethanol boven methanol⁷, dus zo lang er nog voldoende ethanol aanwezig is, wordt de afbraak van methanol vertraagd. Wel verdwijnt het dan langzaam via urine en adem.

Algemeen wordt er van uitgegaan, dat in gezonde, niet-drinkende mensen, het normale dagelijkse basis-methanolgehalte in het bloed ongeveer 1 mg methanol per dl bloed is. Zonder drinken dus. Omdat het molecuul klein, beweeglijk en goed oplosbaar is, komt het in het hele lichaam voor.

Ook algemeen aanvaard is, dat 20 mg methanol per dl bloed dusdanig schadelijk is (acuut), dat actie ondernomen dient te worden. Het lijkt er op, dat 5 mg/dl door de mens langere tijd kan worden verdragen zonder enige schade.

De vraag is dan, hoe die toestand van 5 mg/dl bereikt kan worden.

Methanol wordt na inname vrijwel direct volledig opgenomen en verdeeld over het totale lichaamsvocht. De helft hiervan is na 140 minuten weer verdwenen. Ethanol wordt 20 maal zo snel afgebroken en een gehalte van 100mg ethanol per deciliter lichaamsvocht blokkeert de afbraak van methanol volledig.

Het gehalte methanol vermindert dan met 1 tot 2% per uur door uitscheiding via urine en adem⁸. Omdat de afbraak en uitscheiding van ethanol tijd kost, wordt methanol vele uren lang (vrijwel) ongemoeid gelaten of zeer sterk vertraagd afgebroken. Bij een mens van ongeveer 70 kg wordt 100 mg/dl bereikt door het innemen van 36 gr ethanol in 1 uur, gevolgd door een verbruik van ongeveer 6,5gr per uur. De halfwaardetijd van methanol wordt dan 40 uur. Het drinken van 100 ml 40% ABV drank beschermt een volwassene dan voor ongeveer 10 uur tegen methanol.

Wel is het zo, dat de nog aanwezige methanol na de afbraak van ethanol, bijvoorbeeld na 24 uur, alsnog omgezet gaat worden!

Hiervan uitgaande berekenen Paine en Dayan dat een persoon van 70kg, bestaande uit 55% (39 liter) water, op de aanvaardbare 5 mg/dl komt door inname van 1950mg methanol. Gaan we uit van inname van 4 glaasjes van 25 ml drank in 2 uur, dan mag die drank ongeveer 2% ABV methanol bevatten.

5: Methanol gehalte wordt weergegeven in *gram methanol per hectoliter pure ethanol*. Dit lijkt een rare maat, maar vergemakkelijkt uiteindelijk de vergelijking van verschillende types en sterktes van dranken.

6: Officieel - MAC: Maximum Allowable Concentration

7: Ironisch: om methanolvergiftiging te behandelen kan ethanol (via een infuus) worden toegediend aan patienten om een acute methanolvergiftiging te verhinderen. Probleem is wel, dat dit enzymesysteem actiever wordt bij alcoholisten, zelfs al na een week stevig drinken, waardoor de beschermende werking van ethanol uiteindelijk afneemt. De voorkeur wordt aan andere middelen gegeven.

8: Net als CO₂, CO etc. adem je ook afvalstoffen uit. De 'kegel' van een kater idem dito,

Als dezelfde persoon bij dezelfde consumptie op de dodelijke dosis van 20mg/dl, ofwel 7800mg methanol, wil komen, dan moet de drank tenminste 7,8% ABV methanol bevatten.

Deze schattingen zijn aan de *voorzichtige* kant: er is geen rekening gehouden met de bescherming door ethanol en met afbraak en uitscheiding van methanol. In principe gelden ze dus ook voor sap, bier en wijn.

Uiteraard worden de uitkomsten anders als gewicht, waterigheid en drankhoeveelheid anders zijn.

Bottom Line: dit betekent dat de hoeveelheden genoemd in EU-regelgeving (bijv. 1000 gr methanol per hL zuivere ethanol, ofwel 0,4 vol% ABV methanol per liter 40% ABV drank) *nooit kan leiden tot meer dan de onschadelijke dosis methanol van 5 mg/dl.*

Methanol en fermentatie

Hoe komt methanol eigenlijk in onze drank terecht? Dit kan op een aantal manieren.

- ▶ Crimineel gedrag.
- ▶ Van nature voorkomend in het vruchtsap dat we gaan vergisten.
- ▶ Door vergisting van pectine bevattende vruchten.
- ▶ Door gebruik van enzymen om pectine af te breken.

Crimineel gedrag

Om maar even met de meest controversiele te beginnen: crimineel gedrag. Een groot gedeelte van de horrorverhalen over methanol in drank komt voort uit het feit dat er elke zoveel tijd een verhaal in het nieuws komt dat kortweg neerkomt op *veel doden door methanolvergiftiging*.⁹ Wat er dan meestal niet bij wordt vermeld¹⁰ is dat er uit *kostenoverweging* bij de meeste incidenten industrieel geproduceerde methanol is bijgemengd bij de betreffende drank, al dan wel of niet met opzet.

Dit is natuurlijk gewoonweg massavergiftiging, en dus crimineel gedrag.

9: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_methanol_poisoning_incidents, retrieved januari 2021.

10: Soms zelfs niet bij de betreffende wikipedia omschrijvingen.

Methanol in vruchtsap

Methanol komt van nature voor in vruchtsap.¹¹ Is nou eenmaal zo, kunnen we niks aan doen. Alhoewel het gehalte laag is, door het na vergisting te distilleren concentreren we dit toch in het distillaat. Appelsap, bijvoorbeeld, bevat gemiddeld al 50mg/L methanol. En dan hebben we nog niets vergist en geen enzymen toegevoegd.

11: https://www.researchgate.net/publication/287784314_Methanol_contents_of_fruit_juices_and_smoothies_in_comparison_to_fruits_and_a_simple_method_for_the_determination_thereof, retrieved januari 2021.

12: <https://en.wikipedia.org/wiki/Pectin>, retrieved januari 2021.

Vergisting en enzymen

Methanol komt ook vrij bij de vergisting van pectine houdende vruchten. Pectine¹² is een stof die bestaat uit lange ketens van suikers en komt (oa.) voor in de celwand van (de schil van) veel vruchten. Tijdens het vergisten van pectine-houdende vruchten knippen *enzymen*, die in de vrucht zelf aanwezig zijn, door gist worden geproduceerd of los worden toegevoegd, deze suikerketens op een bepaalde manier in stukjes.

Dit heeft verschillende voordelen die voor de distillateur van belang zijn. De sapopbrengst wordt groter, de viscositeit van de vruchtenprut wordt lager¹³ en doordat de cellen 'stuk' worden gemaakt komen er ook meer natuurlijke geur-, kleur- en smaakstoffen vrij. Resultaat: meer sap, een hogere opbrengst, meer smaak en ook nog eens makkelijker hanteerbaar.

Er zitten (natuurlijk, duh!) ook nadelen aan. Bij de enzymatische verwerking van pectine tijdens de vergisting, het instukjesknippen, kan ook methanol vrijkomen.

Vergisting Bevat de vrucht relatief veel pectine (appel, peer, pruim) dan zal er tijdens de vergisting ook relatief veel methanol worden gemaakt. Vergist je op de pulp (pruimen, appel, peer) of vergist je op de schil (wijn, grappa) dan is er veel pectine beschikbaar en zal meer methanol worden gevormd. Vergist je (gefilterd) sap, dan is er minder pectine beschikbaar en wordt er minder methanol gevormd¹⁴ ¹⁵.

Verschillende gisten produceren verschillende hoeveelheden methanol.¹⁶

Het blijkt dat er een aantal, vaak wilde, gisten zijn die een net wat afwijkend metabolisme hebben en relatief veel meer methanol produceren dan (industrieel) gecultiveerde gistsoorten. Om in je achterhoofd te houden tijdens het vergisten met wilde gist.

Enzymen

Tijdens de alcoholische vergisting produceert gist de enzymen die helpen bij het afbreken van pectine¹⁷. Er zijn verschillende typen enzymen die pectine kunnen afbreken, grofweg onder te verdelen in drie soorten.

- Polygalacturonase / Poly-(1,4- α -D-galacturonide) glycanohydrolase¹⁸
- Pectolyase / (1->4)-6-O-methyl- α -D-galacturonan lyase¹⁹
- Pectin methylesterase (PME)²⁰

Van deze 3 typen pectine afbrekende enzymen is PME de boosdoener. Dit enzym zorgt bij de afbraak van pectine voor het vrijkomen van methanol.²¹ En toch zit dit enzym eigenlijk altijd in commerciële pectine afbrekende enzympreparaten.

*Het toevoegen van enzympreparaten zal, in tegenstelling tot wat men nog steeds denkt, het methanolgehalte van de stookwijn verhogen!*²²

Indien je enzymen toevoegt tijdens de fermentatie, houd hier dan ook rekening mee. Mocht je de keuze hebben, probeer dan een enzymcomplex te vinden waar geen PME (pectinesterase, pectinmethylesterase) in zit.

13: Het spul wordt wateriger.

14: Met als nadeel minder smaak, want dat zit ook in de prut!

15: https://www.researchgate.net/publication/251668153_Influence_of_pectinase_treatment_on_fruit_spirits_from_apple_mash_juice_and_pomace, retrieved januari 2021.

16: Occurrence and taxonomic characteristics of strains of *Saccharomyces cerevisiae* predominant in African indigenous fermented foods and beverages, [https://doi.org/10.1016/S1567-1356\(02\)00185-X](https://doi.org/10.1016/S1567-1356(02)00185-X), retrieved januari 2021.

17: En andere leuke enzymen. <http://dx.doi.org/10.3390/fermentation4030052>

18: CAS: 9032-75-1

19: CAS: 9033-35-6

20: CASS 9025-98-3

21: Investigation of technological approaches for reduction of methanol formation in plum wines, <https://doi.org/10.1002/jib.376>, retrieved januari 2021

22: Methanol contents of Turkish varietal wines and effect of processing, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.01.008>

Denk hier dus aan...

- Methanol zelf komt van nature voor in sap. Niet veel, maar toch.
- De methanol producerende enzymen zijn beschikbaar in het sap zelf, vrucht-eigen dus. Ook niet veel, maar toch.
- Tijdens vergisting maakt gist zelf enzymen aan die methanol uit pectine produceren.
- Toevoegen uit een potje van deze enzymen levert vaak een verhoogd methanolgehalte op.
- Vergisting op pulp levert een hoger methanol gehalte op.
- Je kan hier rekening mee houden met stoken.

Methanol en stoken

Slecht nieuws. Het eeuwenoude idee, dat methanol zich concentreert in de voorloop blijkt niet te kloppen. Het rare is dat dit al ettelijke jaren bekend is in wetenschappelijke kringen, maar helaas niet (of niet volledig) weet door te dringen in stokerskringen, laat staan bij het brede publiek of de politiek.

Wat is het probleem

Bij normale omstandigheden (druk 1013hPa) heeft water een kookpunt van 100°C, ethanol kookt bij 78,4°C en methanol 64,7°C.

Je zou verwachten dat, wanneer je een mengsel van water, methanol en ethanol verwarmt, eerst de methanol uit het mengsel zou verdampen, dan de ethanol en daarna pas het water. Het geheel versmeert wat natuurlijk, water verdampft immers ook onder zijn kookpunt²³, maar toch zou je verwachten dat methanol bij redelijk lage temperatuur allemaal zou verdampen.

Niet dus. Tenminste, niet zo simpel.

Het blijkt dat, behalve het kookpunt van de verschillende stoffen, er op moleculair niveau ook nog andere mechanismen een rol spelen die de scheiding van deze stoffen bemoeilijken, namelijk de polariteit van deze stoffen (waterstofbruggen). Het voert te ver om dit hier volledig uit te leggen²⁴, maar de bottom line is dat methanol een verbazingwekkend sterke 'band'²⁵ met water heeft. De 'volatiliteit'²⁶ van methanol uit een water-ethanol mengsel is lager dan verwacht. Sterker nog, de methanol blijkt zich verbazingwekkend sterk te binden aan water!

23: Als je een schoteltje water neerzet is dat de volgende dag ook opgedroogd.

24: Ziehier voor een uitleg <https://nl.wikipedia.org/wiki/Waterstofbrug>, retrieved januari 2021

25: De waterstofbruggen ofwel 'Hydrogen bonds'.

26: Voor gebruik in dit document: de mate waarin de stof 'wil' verdampen uit een oplossing van ethanol-water.

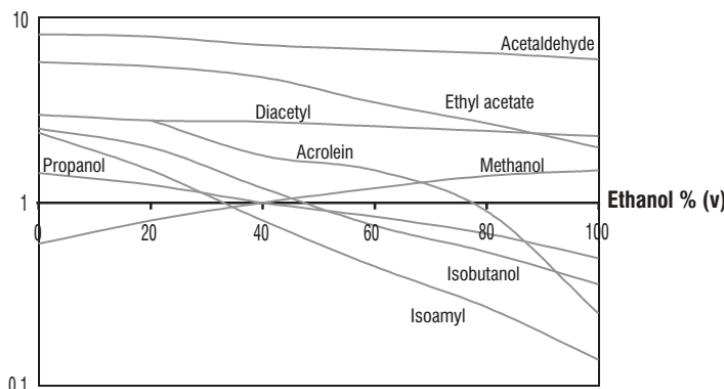
Wat betekent dat in de praktijk?

Nou, best wel veel eigenlijk. Het blijkt dat methanol zich dusdanig sterk aan water bindt, dat tijdens distillatie met een gewone alambiek of potstill, de methanol zich totaal niet concentreert in de voorloop/heads. In tegenstelling tot zelfs, methanol concentreert zich juist in de naloop/tails van de stook!²⁷

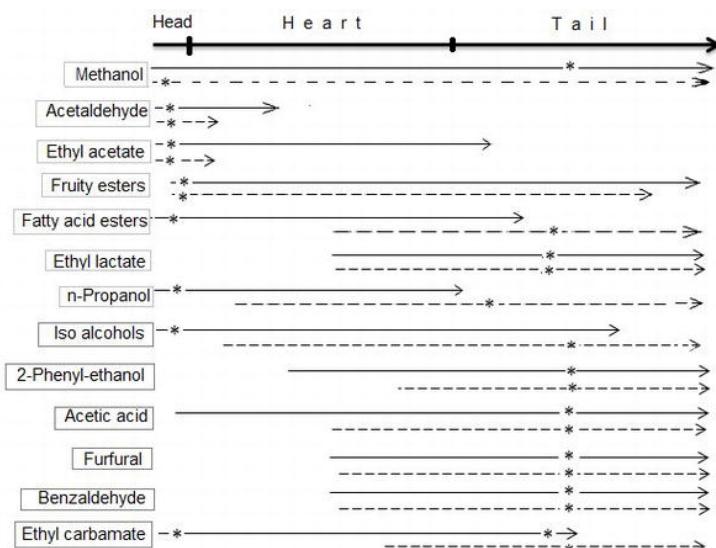
27: Gemeten in percentage methanol per gram pure ethanol.

Wil je methanol (min of meer) volledig uit je distillaat verwijderen dan zal je aan de gang moeten met een - voor hobby doeleinden - zwaar overbemeten kolom met minimaal 25-30 (theoretische) schotels.

Leuk, lekker nerden met schotelgetal, htp etc.



Onderstaand diagram laat zien waar of wanneer methanol, en ook andere 'congeners'²⁸ in de stook voornamelijk in het distillaat terechtkomen. Ook is goed te zien dat bijvoorbeeld aceetaldehyde²⁹ zich voornamelijk in de heads concentreert, net als ethylacetaat³⁰.



Voor het verloop van een stook zelf is deze wetenschap niet zo belangrijk, je stookt datgene uit de ketel wat je er uit wil hebben en het methanol gehalte van het distillaat zie je, ruik je of merk je niet. Voor het maken van de cuts daarentegen is dit wel degelijk van belang. Ook hier is natuurlijk weer onderzoek naar gedaan en ook hier gebruiken we een grafiekje voor.

De grafiek laat duidelijk zien dat de hoeveelheid methanol per gram pure alcohol duidelijk oploopt naarmate het einde van de stook nadert.

Neem deze wetenschap mee in de beslissingen die je maakt als je een stookwijn, bijvoorbeeld van appel of peer, gaat distilleren. Denk na over waar je de cuts wil leggen. Aan het einde van de run zal het (relatieve) gehalte methanol snel stijgen, is het beperkte verlies aan alcohol aan het einde van de run een snelle verhoging van het methanol gehalte waard? Doet dat ene laatste potje, als je op die manier je cuts maakt, er echt nog wel toe?

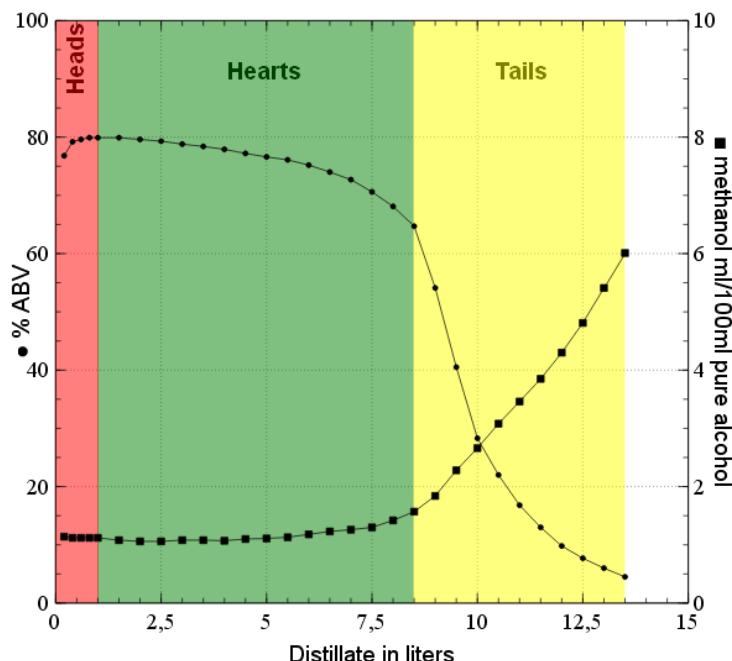
Figure B.1: Relatieve volatiliteit verschillende stoffen t.o.v. ethanol/water mengsel, bij oplopende percentage ethanol. Zichtbaar is dat methanol onder 40% ABV een lagere volatiliteit heeft dan ethanol. Effect hiervan is dat, bij potstill of alambiek methanol zich relatief zal concentreren in de tails. Bron: <https://homedistiller.org/forum/viewtopic.php?f=33&t=40606>, retrieved .

28: Stoffen die al dan wel of niet gewenst in een stookwijn aanwezig zijn.

29: Ruikt enorm 'fruitig'.

30: Velpen ofwel lijmlucht, ook wel aceton-achtig.

Figure B.2: Weergave distributie van de belangrijkste vluchte verbindingen tijdens distillatie met behulp van verschillende distillatieapparatuur: ononderbroken lijn potstill (alambiek), stippe lijn kolomdestillatie, Met * wordt weergegeven waar het leeuwendeel van de betreffende stof terecht komt. Bron: Distillation Techniques in the Fruit Spirits Production, N. Spaho, <https://www.doi.org/10.5772/66774> retrieved januari 2021



Raw material: 130 l fermented williams pear 5,7% ABV methanol concentration 1,6 ml/100 ml p.a.
Apparatus: Commercial, 2 plates with dephlegmator
Source: A study on the possibilities to lower the content of methyl-alcohol in eau-de-vie from fruit (EUR 16864 EN)

Figure B.3.: Concentratie ethanol/methanol in distillaat uitgezet tegen totaal opgevallen hoeveelheid. Bron: grafiek gemaakt door Edwin Croissant, <https://homedistiller.org/forum/viewtopic.php?f=33&t=40606>, retrieved januari 2021. Data verkregen uit EU onderzoek, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0b908be6-2673-45a5-8c2f-b3b6abc1aa37>

Tails/naloop hergebruiken?

De (hobby)gewoonte om naloop te recyclen en bij een volgende stook te hergebruiken om een hogere opbrengst te bewerkstelligen is, in het geval van een fermentatie waarbij een relatief hoog gehalte methanol wordt gemaakt, ten zeerste af te raden. Bij fruit met een hoog pectinegehalte (appel, peer etc) kan door deze werkwijze en de wens naar een hogere opbrengst met bijbehorende late tails-cuts, eenvoudig het methanol gehalte van een distillaat aardig worden opgekrikt. Onverstandig dus.

In het geval van suiker of graanvergisting kan dit weinig kwaad, maar bij fruit - niet doen.

Methanol thuis

Drank in het wild. Hoe zit het nu eigenlijk met de zelfgestookte borrel? Gelukkig hebben we ook daar weer wat gegevens van bij elkaar gesprokkeld. Dankzij de inspanningen van Snurrebreut zijn er een stel samples door een chromatograaf gehaald. Er is alleen getest op methanol.

Zoals te zien is uit de tabellen worden per categorie de gemaximeerde gehalten methanol bij lange na niet gehaald. Goed nieuws dus en als hobbystoker hoeven we niet bang te zijn voor methanol.

Dit neemt natuurlijk niet weg dat bij vergisten en stoken zeer zeker wel de nodige voorzorgsmaatregelen genomen dienen te worden om het gehalte methanol zo laag mogelijk te houden.

Description	Ethanol (% v/v)	Methanol (% v/v)	Methanol (gr/hL)	Category	Distillations
Marca 11/10/19	28,00	0,20	565,3	Apple	1
Batavia Arrach 11x	47,90	0,01	16,5	Rum	
Duiker	92,20	0,00	0,0	Neutral	1
Snurrebreut Rum	52,80	0,00	0,0	Rum	1
Catnip	51,80	0,00	0,0	Generic	1
Alchmist Malt	50,20	0,00	0,0	Whisky	2
Stookforum LesPaul	48,70	0,17	276,3	Slivovich	1,5
Wout Rye bread	69,00	0,00	0,0	Whisky	1
Sam1978 Whiskey	49,50	0,00	0,0	Whisky	2
Maasjoerts	39,10	0,17	344,1	Apple	1
Matjans rum 1x	40,80	0,00	0,0	Rum	
Matjans rum 1,5x	71,50	0,00	0,0	Rum	
Kees 22 31%	31,70	0,23	574,2	Fruit	1,5
Kees 22 18%	23,70	0,12	400,7	Fruit	1
Kees 22 56.5%	59,40	0,22	293,1	Fruit	1
Bewust 1	51,50	0,08	122,9	Apple	1
Bewust 2	42,20	0,11	206,3	Apple	
Guzzi Bessen	37,60	0,02	42,1	Fruit	2
Quittenweinbrand	43,40	0,16	291,8	Fruit	1,5

Table B.1.: Snurrebreut's Methanol Test 2020.

Categorie	Methanol (gr/hL ethanol)
Generic (Art. 5)	30
4. Wine spirit	200
5. Brandy	200
6. Grape Marc	1000
7. Fruit Marc	1500
9. Fruit spirit general	1000
9. a. Apple, Apricots, Plum, Quetsch, Mirabelle, Peach, Pear, Blackberry, Raspberry	1200
9. b. Quince, Juniper berry, Williams pear, Blackcurrent, Redcurrent, Rosehip, Elderberry, Rowanberry, Sorb apple, Wild service tree	1350
10. Cider spirit	1000
15. Vodka	10
22. London gin	5

Table B.2.: Maximum toegestaan gehalte methanol voor verschillende categorieën drank als voorgeschreven in Regulation (EU) 2019/787. Bron <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/787>. Een en ander om de tabel met meetgegevens van de zelf gedistilleerde dranken in perspectief te zetten. Gehaltes zijn gegeven in gram methanol per hectoliter pure alcohol.

En? Dus? Maar? Want?

- Nogmaals om maar even extra duidelijk te zijn: zonder gespecialiseerde kolom stook je de methanol er niet (volledig) uit. Punt. Nooit.
- Methanol concentreert bij distillatie met een alambiek/potstill niet in de heads maar in de tails. Preekt allen dit (nieuwe) evangelie!
- Methanol wordt gevormd tijdens de fermentatie. Let hier dus op.
- Tijdens een suikervergisting wordt er (praktisch) geen methanol gevormd.
- Tijdens graanvergisting wordt er beperkt methanol gevormd.
- Tijdens het vergisten van pectinehoudend fruit wordt er relatief meer methanol gevormd.
- Houdt rekening met methanolgehalte tijdens het maken van cuts.
- De gewoonte om de uitgestookte tails nogmaals door een distillatie heen te trekken of bij te mengen bij opeenvolgende distillatie-runs is bij het stoken van stookwijn waar relatief veel methanol gevormd wordt, een bijzonder slecht idee en kan leiden tot een verhoogd methanol gehalte in het eindproduct.
- Bij een beetje weldenkende distillateur is er geen enkele reden tot zorgen voor een (te) hoog methanol gehalte, maar blijf wel NADENKEN over waar je mee bezig bent.

B.2. Ethylcarbamaat

Onderstaand stuk geschreven door Karelje!

Ethylcarbamaat (carbamate d'ethyle, Ethylcarbamat, ethyl carbamate, carbamato de etila) heeft de formule $\text{NH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$.

De technische naam van de stof is urethaan, maar zij is geen bestanddeel van polyurethaan. Het is een vaste, witte stof met een kookpunt van 182 tot 184 °C; de oplosbaarheid in ethanol is 1,2 g/ml, die in water 0,1 g/ml. Ethylcarbamaat wordt beschouwd als *waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens* en komt voor in gefermenteerde voedingsmiddelen.

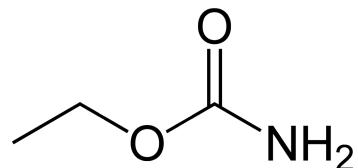


Figure B.4.: Structuurformule ethylcarbamaat.

Toxiciteit

De door de WHO nog veilig geachte inname is 0,3 mg/(kg.dag)³¹. De gemiddelde opname uit voedsel wordt geschat op 15 ng/(kg.dag). Sinds het midden van de jaren '80 van de vorige eeuw is bekend dat het veel voorkomt in alcoholische dranken en wordt er veel onderzoek naar gedaan.

31: 0,3 mg per kilogram lichaamsgewicht in 1 dag

Ethylcarbamaat en fermentatie

Er zijn een tweetal manieren bekend waarop ethylcarbamaat gevormd kan worden tijdens fermentatie, en er is nog tenminste een derde manier die nog niet geïdentificeerd is.

Arginine route

Ethylcarbamaat wordt tijdens de gisting gevormd uit ureum en ethanol. Ureum is een bijproduct van de afbraak van aminozuren, met name L-arginine, en wordt meestal ook verder omgezet. Arginine is een bijzonder aminozuur: het bestaat uit de α -aminozuurkop, een korte ketentje van drie koolstofatomen en een guanidinium-groep met drie stikstofatomen. In die groep treedt resonantie op.³² Hoewel L-arginine ook door het gezonde, volwassen (menselijk) lichaam zelf gemaakt wordt, is die productie soms te klein en moet zij aangevuld worden door opname uit voedsel. Bronnen zijn vlees, zuivel en eieren en plantenzaden van allerlei soorten: granen, noten en bonen.

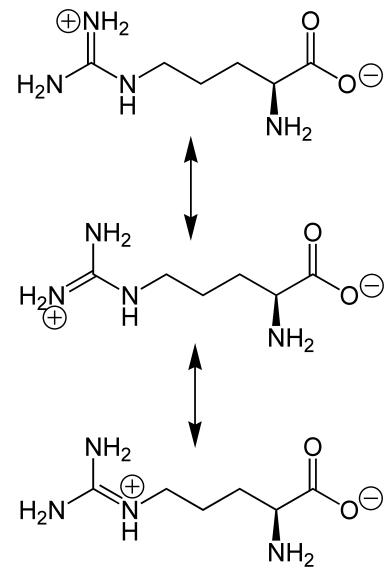
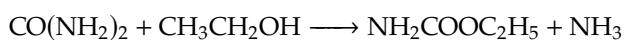


Figure B.5.: Verplaatsing van lading in guanidinium groep van L-Arginine.

Door het enzym *arginase* wordt arginine afgebroken tot L-ornithine en ureum. Bij mensen gebeurt dat in de lever, waarna het ureum in de nieren voor ongeveer de helft geresorbeerd wordt. In eencelligen, bijvoorbeeld gistcellen, wordt het ureum tijdelijk opgeslagen. Bij een overmaat ureum wordt dit uit de cel uitgescheiden en kan het buiten de cel de reactie met ethanol aangaan, waardoor ethylcarbamaat wordt gevormd.



Het komt dus in vrijwel alle gefermenteerde producten voor, zij het in kleine hoeveelheden. Bijvoorbeeld in brood 3 µg/kg (3 ppb), in azijn 15 µg/kg en in sojasaus 20 µg/kg. Bier bevat tot 6 µg/kg en wijn tot 16 µg/kg.

32: Op de Engelstalige wikipediapagina staat zeer interessante informatie over arginine. <https://en.wikipedia.org/wiki/Arginine>, retrieved feb. 2021

Tijdens het destilleren blijft in de wijn aanwezig ethylcarbamaat weliswaar grotendeels achter, maar er wordt in koperen ketels ook volop nieuw ethylcarbamaat gevormd. In gedestilleerd zijn dan ook hoeveelheden van 15 µg/kg (15 ppb) tot 2 mg/kg (2 ppm) gevonden.

Cyanide route

Naast deze route van de arginine-afbraak is er nog een belangrijke route. Sommige grondstoffen bevatten cyanogene stoffen: stoffen waaruit snel cyanide gevormd kan worden. Bekend zijn de pitten van steenvruchten, maar ook appelpitten, vlierbessen, suikerriet, maniok en sommige granen zijn cyanogeen: cyanidevormend. Cyanide ($\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$) heeft een typerende geur³³, die veel mensen echter niet kunnen ruiken. Kookpunt is 25,6 °C. Het wordt makkelijk geoxideerd tot cyanaat ($\text{HO}-\text{C}\equiv\text{N}$ of $\text{O}=\text{C}=\text{NH}$), dat op zijn beurt met ethanol reageert tot ethylcarbamaat. Deze reacties worden versneld door licht, warmte en koper(I). Na het eerste begin onder invloed van licht lopen ze vanzelf door, *ook in het donker!* De destillaten uit deze grondstoffen bevatten als gevolg daarvan vaak veel meer ethylcarbamaat, lopend vanaf 200 µg/kg tot 3 mg/kg, met een uitschieter tot 22 mg/kg.

33: In gasvorm ruikt cyanide naar bittere amandelen, waarneembaar vanaf 1-5 ppm, maar wordt vaak niet als cyanide herkend.

Onbekende route

Uit een experiment, waarbij de afbraak van arginine geblokkeerd was, bleek dat er in een drank toch nog ethylcarbamaat gevormd werd. Dat wijst dus op een nog onbekende route.

Wetgeving

Voor zover bekend zijn er nog amper wettelijke grenzen gesteld aan de gehalten in dranken. Canada stelde in 1985 maxima vast: tafelwijn 30 µg/l, versterkte wijn: 100 µg/l, gedestilleerd: 150, eaux de vie en likeuren: 400 en saké 200 µg/l. Deze waarden zijn overgenomen door Tsjechië. De VSvA kent vrijwillige grenzen: 15 µg/l in wijn en 125 µg/l in gedestilleerd. Duitsland beschouwt drank met meer dan 800 µg/l als niet geschikt voor consumptie. Toch werd in Beieren in 2004, 2005 en 2006 nog in resp. 21, 20 en 6 % van de steenvruchtdestillaten die grens overschreden. Zwitserland kent een grenswaarde van 1.000 µg/l voor fruitbrandewijn, Frankrijk wil maximaal 150 µg/l voor overige destillaten en 1.000 µg/l voor eaux de vie. Brazilië houdt sinds 2014 als grens 210 µg/l aan, maar van de nationale drank cachaça voldeed in 2014 en 2015 bijna 30 % daar niet aan, en was het maximum resp. 975 en 790 µg/l.

Adviezen

Te voorkomen valt het voorkomen van ethylcarbamaat niet, te verminderen tot 150 of 1.000 µg/l wel. Uit adviezen van overheden en onderzoekers vallen de volgende richtlijnen te destilleren.

Telen

- Vermijd bij de teelt van de grondstoffen een overmaat aan stikstof bemesting. Daarbij hoort ook het vermijden van stikstofbindende ondergroei of mengteelt. Men neemt aan dat een overmaat aan stikstof leidt tot meer stikstofhoudende stoffen zoals ureum en cyanide in de vruchten. Voor druiven is dat ook aangetoond.
- Kies de juiste onderstam of cultivar. Er is verschil tussen diverse onderstammen en cultivars aangaande de stikstofhuishouding. Dat geldt ook voor andere cyanogene gewassen dan steenvruchten.

Oogsten

- Zo veel mogelijk de vruchten en in elk geval de pitten heel houden. De schillen van vruchten en pitten zijn een barrière van de plant tegen vreet, maar ook tegen vrijkomen van schadelijke stoffen uit de plant. Sowieso zijn infecties en aantasting ongewenst.

Pulp Maken

- Zo mogelijk pitten verwijderen, in elk geval dient men ze zo goed mogelijk intact te laten. De pitten zijn een bron van cyanogene stoffen en het verwijderen ervan ligt dus voor de hand, maar is niet altijd makkelijk of mogelijk. Soms kunnen ze na de gisting verwijderd worden, maar in elk geval komt er minder cyanide vrij uit intacte pitten.

Vergisten

- Kies een gistras dat minder ethylcarbamaat veroorzaakt. Gisten verschillen in de mate waarin ze bijproducten maken, waaronder ureum. Selectie op dit punt is dus mogelijk en ook gedaan: Lallemand 71B®, Red Star SC1120® and Premier Cuvée (PdM)® zijn commerciële gisten met lage ureumproductie.
- Geef niet te veel stikstofhoudende gistvoeding Het voeren van veel stikstof aan de gisten kan leiden tot meer ureum en andere stikstofhoudende stoffen en daardoor tot meer ethylcarbamaat.
- Bij voorkeur vergisten tussen 10 en 25 °C en in het donker. Temperatuur en licht hebben invloed op zowel de gisten als op de omzettingen van cyanide in ethylcarbamaat.
- Niet te lang laten staan na afloop van de gisting. Hoe langer de pitten in de wijn blijven staan, des te groter is de hoeveelheid cyanide die vrijkomt. Of het schadelijk is om de wijn lang op de dode gist te laten staan, is niet duidelijk.

Stoken

- Indien mogelijk de pitten verzamelen in een aparte portie en die ook apart houden. Indien men de pitten niet heeft verwijderd, verdient het aanbeveling om ze toch bij elkaar te houden en het destillaat ervan ook apart te houden. Dat voorkomt verspreiding van het carbamaat.
- Gebruik geen voor- en naloop van eerdere stoken! Bij de eerste stook wordt aan het begin veel ethylcarbamaat gevormd uit de vluchtlige cyaniden, bij de volgende stoken komt vanaf ongeveer 60 % alcohol steeds meer ethylcarbamaat mee. Wel blijft het grootste deel (2/3) van in de ketel aanwezig ethylcarbamaat achter in de spoeling.

- Indien voorhanden kan men koper(I)zout toevoegen direct voor de stook. Een alternatief is stoken met „blitzblank” koper in de ketel en het stijgende damppad. Blauwzuur kookt al bij 26 °C, komt dus al snel mee en vormt vanaf het begin ethylcarbamaat. Toevoegen van CYANUREX® vlak voor het stoken of blank koper in de ketel en het stijgende damppad versterken dit effect en bevorderen terugvloeien naar de ketel. Koper(II) werkt niet.
- Stoken met andere materialen dan koper (bijv. rvs, glas, ijzer) in het dalende damppad. Aanwezigheid van koper in het dalende damppad bevordert het meelopen van ethylcarbamaat en koper naar het product, afwezigheid voorkomt dat.
- Indien mogelijk het cyanidegehalte van het eerste destillaat meten. Doseren van koperzout naar rato van in de stookwijn aanwezige cyanide maakt een juiste dosering mogelijk. Meten van het nog niet gebonden cyanide maakt correctie mogelijk: enerzijds meer koper toevoegen aan de stookwijn, anderzijds koper toevoegen aan de ruwstook.
- Het destillaat in het donker opvangen en zeker in het donker bewaren. Licht, met name blauw licht, zet de reactieketen in gang. Daarna echter gaat de reactie ook in het donker door. In licht duurt het rond 10 dagen voor de reactie afgelopen is, in het donker langer.
- Langzaam stoken met hoge reflux voorkomt overgaan van ethylcarbamaat Dit versterkt het terugvloeien van gevormd ethylcarbamaat.

Bewaren

- Destillaat in het donker en koel opslaan. Koel en donker bewaren vertraagt op zijn minst de vorming van ethylcarbamaat. Maar voorkomt die uiteindelijk niet!
- Eventueel herstoken. Eventueel kan men, als er toch hoge gehalten gevonden worden, opnieuw stoken. Dit geldt ook voor de voor- en nalopen, die men afgezonderd van de middenloop kan herstoken.

Drinken

- Drink per dag niet meer dan 0,3 mg ethylcarbamaat per kg lichaams gewicht. Voor iemand van 80 kg is dat 24 mg per dag. Van een drank die voldoet aan de normen van maximaal 1 mg/l moet men dus niet meer dan 24 liter per dag drinken. Van de drank met 22 mg/l, zoals die in een onderzoek gevonden is, mag men maximaal 1 liter per dag consumeren. Overigens staat ethanol te boek als „kankerverwekkend voor de mens”. In Brazilië berekende men voor matige drinkers (125 ml per dag) van cachaça 3 gevallen van kanker op 10.000 personen gedurende hun leven. Voor stevige drinkers of drank met meer ethylcarbamaat liep dat op tot 1 op 1.000.

Enkele aanbevelingen lijken tegenstrijdig. Enerzijds zouden cyaniden zo snel mogelijk gebonden moeten worden, anderzijds zou de vorming van ethylcarbamaat verhinderd moeten worden. Uiteindelijk kan dat laatste niet echt. Meest doelmatig lijkt dan ook, naast het voorkomen van cyanidevorming, het zo snel mogelijk omzetten van toch nog aanwezig cyanide tot ethylcarbamaat, dat dan door goed destilleren in de spoeling achtergehouden wordt.

Naar aanleiding van het bovenstaande kwamen er enkele vragen in mij op.

1. Het bewaren in het donker van de stookpulp of -wijn en de ruwstook is bedoeld om de vorming van ethylcarbamaat te voorkomen. Echter: bij de ruwstook komt maar ongeveer 30 % van het in de wijn aanwezige ethylcarbamaat in het destillaat terecht en bij de fijnstook blijft het in de ketel aanwezige ethylcarbamaat daar voor het overgrote (66 - 90 %) deel achter en komt maar voor 1 tot 5 % in het destillaat terecht. Stimuleren van een vroegtijdige omzetting, d.i. tijdens de gisting of na de ruwstook, zou dan gunstig zijn. Bijvoorbeeld 2 weken in het volle licht laten staan, eventueel met wat blank koper in het vat. Overigens is het vrijwel onvermijdelijk dat het product vroeg of laat toch ergens aan licht wordt blootgesteld, wat dan de reacties in gang zet.
2. Stoken in een installatie die geen koper bevat, voorkomt de vorming van ethylcarbamaat. Niet duidelijk is of die vorming dan ook helemaal niet meer gaat optreden.
3. Als suikerriet cyanogeen is, hoe heeft dat dan effect op melasse en rum? Gezien het productieproces mag aangenomen worden dat in melasse cyanogene stoffen en/of ethylcarbamaat aanwezig zijn.

Mijn eigen werkwijze:

1. De ketel, het bijvat en de leidingen zijn van koper, de koelspiraal van roestvaststaal.
2. Ruwstoken met sap in de ketel en prut in het bijvat. Losgeraakte en tijdens de gisting naar de bodem gezakte pitten uitwrijven en -zeven en weggooien.
3. Ruwstook minstens een week in het licht laten staan.
4. Rustig fijnstoken met geactiveerde koperspons in het lange stijgende pad.
5. Voorloop scheiden op geur en smaak, naloop vanaf 60 vol-%.

Test op cyanide:

1. Werk met goede ventilatie en persoonlijke beschermingsmiddelen
2. Doe in een testbuisje 50 ml van de te testen vloeistof
3. Voeg 1 ml ammoniumsulfaat toe
4. Laat het mengsel verdampen tot het bijna droog is
5. Voeg na afkoelen onder goed roeren 10 ml gedistilleerd water toe
6. Schud of roer dit goed door
7. Laat bezinken en filter het neerslag af
8. Voeg wat ijzerchlorideoplossing toe aan het filtraat
9. Afhankelijk van de hoeveelheid cyanide wordt de kleur rood tot diep rood

B.3. Materialen en alcohol

Verhaaltje over kolommen, potstills, reflux, lm, cm, vm etc etc. Met mooie diagrammetjes natuurlijk!