

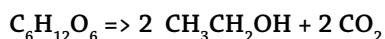
Kursus i vinkemi 3

Sukker og alkohol i vin

Af Jørgen Broe



Bortset fra vand er alkohol det stof, der er mest af i vin. Alkoholen stammer næsten udelukkende fra gærens omsætninger (fermenteringen) og dannes ud fra druernes sukkerstoffer ved en proces, der kan beskrives ved den samlede gæringsreaktion:



Hvor $C_6H_{12}O_6$ = Sukker (Glukose), CH_3CH_2OH = Alkohol (Ethanol) og CO_2 = Kuldioxid.

Et molekyle (et mol) glukose nedbrydes ved gæringsreaktionen til 2 molekyler (2 mol) ethanol og 2 molekyler (2 mol) kuldioxid, og herved skaffer gærcellerne sig energi. Kuldioxid giver gasudvikling under gæringen, og ethanol tilfører vinen en af sine vigtigste egenskaber. Gæringen stopper enten når sukkeret er brugt op, eller når ethanolkoncentrationen når et niveau, som hæmmer gærcellerne (typisk 12 - 14 vol% - afhængig af gærtype).

Sukkerstoffer

Sukkerstoffer betegnes kemisk som kulhydrater. Kulhydrater er en stor gruppe af stoffer, der har flere repræsentanter i druemost og vin. De inddeles ofte i :

- Monosakkarider f. eks. **glukose** (druesukker) og **fruktose** (frugtsukker)
- Disakkarider, f. eks. **sakkarose** (alm. sukker)
- Polysakkarider, f. eks. **pektinstoffer** (og stivelse der findes i stængler og blade, men normalt ej i most)

I mosten og vinen forekommer mange forskellige kulhydrater, og her vil kun de vigtigste blive omtalt.

I den modne drue findes næsten alt kulhydrat som glukose og fruktose. Den samlede mængde glukose og fruktose i modne druer er mellem 150 og 250 g/l, men den kan være højere ved overmodning, indtørring og ædelråd.

Ved fuld modning er glukose / fruktose forholdet ca. 1, men er druerne ikke helt modne, kan forholdet nå op på 1,5, d. v. s. der er 50 % mere glukose end fruktose. Fruktose har en sødere smag end glukose. Sættes sødmen af sakkarose (alm. sukker) til 1, vil sødmen af fruktose svare til 1,7 og glukose til 0,7. En given koncentration fruktose smager altså dobbelt sødt som den samme koncentration glukose. Gæren omsætter under fermenteringen begge monosakkarider, men foretrækker glukose når den er tilstede, hvorfor restsukkeret i udgæret vin ofte overvejende er fruktose.

Sakkarose, der er et disakkarid bestående af glukose og fruktose, forekommer kun i mindre mængder i modne druer (typisk mellem 2 og 5 g/l), og som følge heraf har det ingen væsentlig betydning i druemost. Sakkarose har derimod betydning i forbindelse med chaptalisering. Har druerne ikke naturligt sukkerindhold nok til at opnå en ønsket alkoholprocent, kan dette opnås ved tilsætning af sakkarose, der er et billigt og et for gæren let omsætteligt sukkerstof. Chaptalisering er tilladt indenfor visse grænser i visse regioner og ikke tilladt i andre regioner. I Danmark er der ingen officielle regler. Chaptaliserer man, vil en stor del af restsukkeret i vinen være sakkarose. Spørgsmålet er så, om vinen bliver ringere af det? En Moselvin f. eks. „dumper“, hvis den indeholder sakkarose!

Alkohol

Begrebet alkohol bruges almindeligvis som betegnelse for sprit/ethanol, men i kemisk henseende er alkoholer en hel gruppe af stoffer, hvis fælles træk er, at de indeholder en eller flere alkoholgrupper (hydroxylgrupper / -OH grupper). Stofgruppen

indeholder et væld af forskellige forbindelser, hvoraf en god del kan forekomme i vin i større eller mindre mængde.

Langt den vigtigste alkohol i vin er **ethanol** (ældre betegnelse: Ethylalkohol), og uden dette stof, med dets egenskaber og dets virkning, var vin nok ikke så populær en drik.

Men ethanol er som ovenfor nævnt ikke den eneste alkohol i vin. Der forekommer en lang række forskellige alkoholer, og en fuldstændig opremsning af disse vil kræve en lang liste. I tabel 1 er listet eksempler på alkoholer, der betragtet ud fra mængde er de vigtigste. Visse af de i tabellen ikke nævnte alkoholer kan dog have indflydelse på aroma/bouquet.

„Lavere alkoholer“	Formel	g/l
Methanol (træsprit)	CH ₂ OH	0,1
Ethanol (sprit)	CH ₃ CH ₂ OH	100
„Højere alkoholer“		
1-Propanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	0,03
3-Methyl-1-Butanol	CH ₃ CH(CH ₃)CH ₂ CH ₂ OH	0,2
2,3-Butandiol	CH ₃ CHOHCHOHCH ₃	1,0
1-Hexanol	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₂ OH	0,01
Glycerol	CH ₂ OHCH ₂ CH ₂ OH	5 - 20

Tabel 1 - Vigtige alkoholer i vin, angivet med typisk indhold.

Propanoler, butanoler, pentanoler, hexanoler m. v. udgør det man ofte kalder **fusel**, og de har særlig stor betydning, når vinen bliver destilleret.

Alkoholer er i slægt med sukkerstoffer, faktisk er sukkerstoffer selv alkoholer, og har som følge heraf også nogle af sukkerets egenskaber, f. eks. en sødlig smag. Dette er særligt udpræget for glycerol (også kaldet glycerin), der i mindre grad bidrager til vinens sødme. Glycerol antages ofte at bidrage til vinens viskositet, men bidraget hertil er ringe, og det er først og fremmest ethanol og sukker (evt. farvestoffer), der øger viskositeten. „Tåredannelse“ („gardiner“) relateres også ofte med **glycerol**, men dette fænomen skyldes i højere grad ethanol. Denne har lav overfladespænding og fordamper hurtigere end vand fra den tynde hinde på glassets inderside.

Phenoler og polyphenoler er en speciel gruppe aromatiske alkoholer, der vil blive kort beskrevet i næste artikel.

Alkoholerne i vinen kan danne en lang række kemiske forbindelse med de øvrige stoffer i vinen. Sammen med syrerne kan alkoholer bl. a. danne flere forskellige **estere**, der ofte har en behagelige aroma og derfor har stor betydning for vinens aroma / bouquet. Ethylacetat, der kan dannes i vinen ud fra ethanol og eddikesyre, er et eksempel på en ester med en kraftig aroma. Dog er denne ubehagelig, nærmest i retning af lim. Et andet eksempel er isoamylacetat, der kan dannes ud fra isoamylalkohol (3-methyl-1-butanol) og eddikesyre og har en duft af banan, som erkendes i visse unge rødvine (f. eks. „nouveau“).

Potentiel alkohol

Alkohol dannes ved gæringen ud fra sukker, som beskrevet i reaktionsligningen først i artiklen.

Med udgangspunkt i denne ligning er det muligt at forudsige den mængde ethanol, der kan dannes ud fra en given mængde sukker i druemosten. Et mol (d. v. s. 180 g) glukose kan omsættes til 2 mol (d. v. s. 92 g) ethanol, og det svarer til en teoretisk udbytteprocent på 51 %.

1 vol% ethanol svarer til 7,9 g ethanol/l, og for at for at danne 1 vol% ethanol kræves derfor: 7,9 g ethanol/l : 0,51 = 15,5 g glukose/l. For at hæve alkoholprocenten med 1 kræves altså 15,5 g sukker/l - teoretisk! I praksis er tallet højere, idet en del af sukkeret under fermenteringen går til opbygning af gærbiomasse og til forskellige sidereaktioner, der ikke føre til ethanoldannelse. Det praktiske udbytte af ethanol vil variere med gærtype, temperatur m.v., men ofte bruges en tommelfingerregel, der siger **17 g sukker/l hæver alkohol med 1 %** (nogle regner med 18 g/l, andre med 19 g/l, så der er lidt forskellige bud på dette). Den potentielle alkohol procent (Titre Alcoometraque Potentiel = TAP) som druemosten kan give kan beregnes med god tilnærmelse ud fra følgende:

$$\text{°Brix (g sukker/ 100g) } \times 10$$

$$17$$

Nedenfor er vist et eksempel på tabel, der omsætter de forskellige enheder til hinanden og til potentiel alkohol. Der findes en del forskellige tabeller¹ og programmer² hvor sukker kan omsættes til alkohol. Mange vinbøger indeholder også omsætningstabeller og nomogrammer.

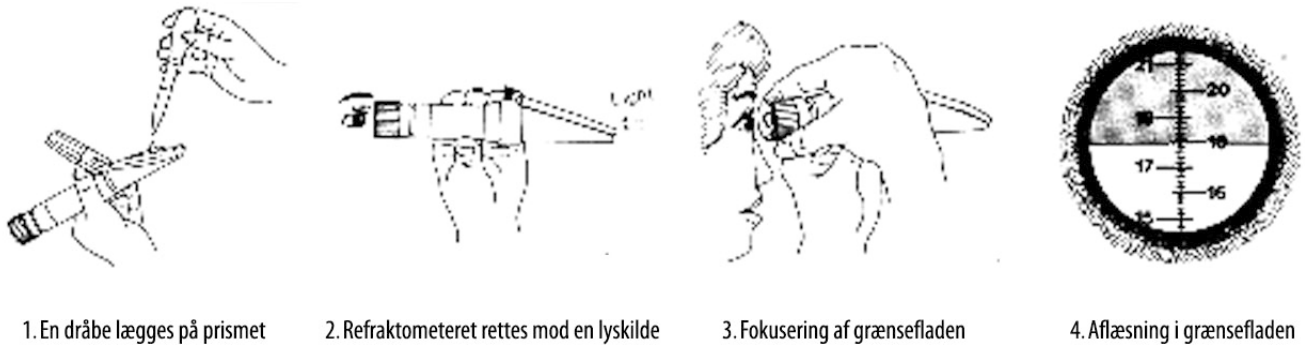
Relativ densitet	Oechsle	Baume	Brix	Ca.vol% alkohol
1,070	70	9,4	17,0	8,8
1,075	75	10,1	18,1	9,4
1,080	80	10,7	19,3	10,0
1,085	85	11,3	20,4	10,6
1,090	90	11,9	21,5	11,3
1,095	95	12,5	22,5	11,9
1,100	100	13,1	23,7	12,5
1,105	105	13,7	24,8	13,1
1,110	110	14,3	25,8	13,8

Tabel 2 - Omsætningstabel for druemost, højre kolonne er potentiel alkohol.

Måling af sukker

Sukkerkoncentrationen i most og vin kan bestemmes ud fra to forskellige principper: Dels en fysisk måling og dels en direkte kemisk.

I most er den fysiske måling mest relevant. Store mængder sukker i vand påvirker væsken på to måder: Dels påvirkes densiteten (\approx massefylden \approx vægtfylden \approx specific gravity (engelsk)), og dels påvirkes brydningsindekset.



Figur 1: Brug af refraktometer

Jo mere sukker en opløsning indeholder, jo større vil brydningsindekset være. Dette forhold udnyttes i et **refraktometer**, der netop måler brydningsindekset. En del andre stoffer, bl.a. ethanol, vil dog også påvirke brydningsindekset, og derfor er målemetoden kun egnet, når sukker er det dominerende tørstof i væsken. Dette er tilfældet i saft direkte fra druen og i ugæret druemost, og målemetoden er derfor egnet på disse prøver. Målingen foretages ved at en dråbe af væsken anbringes på refraktometrets prisme og fordeles jævnt herudover uden luftbobler. Låget lukkes og refraktometeret rettes mod en kraftig lyskilde, hvorefter brydningsfladen mellem lys og mørke stilles skarpt med fokuseringsringen. Aflæsningen sker på en af de indlagte skalaer, der hvor lys og mørke mødes (se figur 1).

Håndrefraktometre kan være udstyret med en brydningsindeks skala; men oftest er der en Brix skala og/ eller en Oechsle skala. $^{\circ}\text{Brix}$ angiver g sukker pr 100 g opløsning og $^{\circ}\text{Oechsle}$ angiver densiteten (se nedenfor). Måling på refraktometer er temperaturafhængig, og målingen er kalibreret til 20°C . Hvis temperaturen er forskellig fra dette, typisk lavere ved feltmålinger, må der sker en korrektion af målingen. Flere refraktometre er selv-korrigerende (f. eks. „Winetester“); men det kræver, at apparatet er kalibreret til samme temperatur som prøven. Et varmt apparat lige fra en inderlomme kan altså ikke måle kold druesaft korrekt! Den store fordel ved måling på refraktometer er den beskedne prøvemængde der kræves.

Det andet fysiske måleprincip, der afspejler sukkerkoncentrationen, er **densiteten** („mostvægt“). Denne måles ved brug af hydrometer (flydevægt el. aerometer). Jo højere densiteten er, jo mere sukker indeholder væsken, dog skal man være opmærksom på, at ethanol påvirker densiteten den modsatte vej, og derfor bliver målingen mere unøjagtig, jo mere ethanol væsken indeholder. Det vil sige jo længere henne i fermenteringen man er, jo dårligere måler hydrometret sukkermængden. Målingen foretages ved at en væskemængde (af størrelsesordenen 100 ml) hældes i et højt glas (f. eks. måleglas) og herefter nedsænkes et hydrometer i væsken. Væskens opdrift (som afhænger af densiteten) vil så løfte hydrometret op, og ved væskeoverfladens menisk kan man herefter aflæse værdien på skalaen (se figur 2).

Det er vigtigt at hydrometret flyder frit i væsken og ikke hænger på glassets inderside. Det kan man sikre sig mod ved med to fingre forsigtigt at „spinde“ hydrometret rundt.

Hydrometret kan have forskellige skalaer. Det almindeligste er Oechsle-skalaen, der egentlig er en densitetsskala. Er densiteten 1040 g/l er $^{\circ}\text{Oechsle} = 40$, og er densiteten 970 g/l er $^{\circ}\text{Oechsle} = -30$.

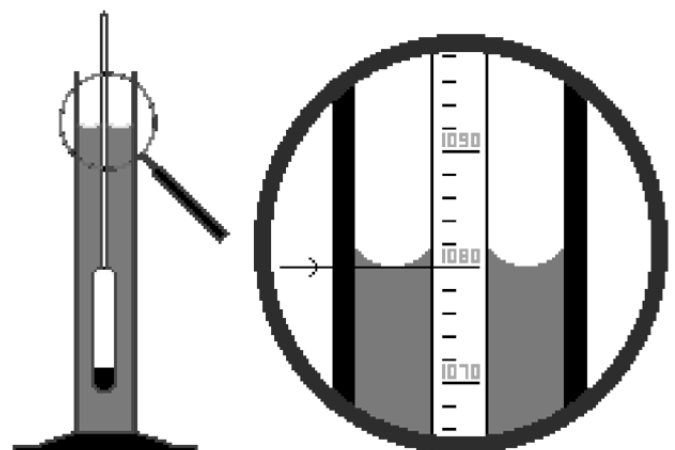
Oechsle værdien er altså = densiteten (g/l) - 1000. Nogle hydrometre kan være udstyret med densitetsskala (f. eks. g/ml) eller en Brix skala.

Når fermentering er godt fremskredet, og specielt når fermenteringen er ført til ende, er ovennævnte målemetoder helt uegnede til sukkermåling. Her må man ty til direkte kemiske målemetoder.

En klassisk målemetode til sukker er Fehlings reaktion for reducerende sukkerstoffer. Denne målemetode findes i flere varianter, bl. a. en titrerings metode, der ikke er helt simpel at udføre, og den vil derfor ikke blive beskrevet her.³ Samme måleprincip findes i „Clinitest“. Det er en nem lille test, hvor en lille mængde vin dryppes på en tablet, hvorefter en farve udvikles, der kan sammenlignes med et farvekort. Nøjagtigheden er dog ikke så stor som ved titrering.

Der findes forskellige andre målemetoder, bl.a. en enzymatisk, men disse er kun aktuelle i laboratoriesammenhæng.

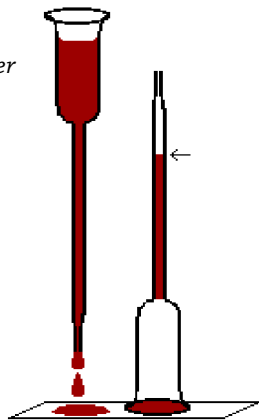
Figur 2: Hydrometer



Måling af alkohol

Alkohol i vand påvirker væskens overfladespænding og dermed også kapillarrvirkningen (hårrørsvirkningen). Dette forhold udnyttes i vinometret. En lille væskemængde hældes i vinometret, som herefter vendes med bunden i vejret. Væsken løber ned i kapillarrøret, og jo lavere overfladespændingen er (d. v. s. jo mere ethanol væsken indeholder), jo længere ned vil væsken løbe, inden den standser (se figur 3).

Figur 3: Vinometer



Det er meget vigtigt at renholde kapillarrøret på sit vinometer, idet aflejringer inde i røret vil påvirke målingen.

Målingen giver alkoholprocenter med en nøjagtighed på ca. +/- 1 vol%, og det er jo ikke imponerende. Men måske tilstrækkeligt?

Det findes et såkaldt præcisions-vinometer på markedet, der påstås at have en bedre nøjagtighed, jeg er pt. ved at undersøge dette.

Det klassiske instrument i ønologien til måling af alkoholprocenten er **ebullimeteret** (figur 4). Dette er et instrument, der udnytter det forhold, at en blanding af ethanol og vand vil have lavere kogepunkt, jo mere ethanol der er i vandet. Målingen kræver en meget præcis temperaturmåling og en kontrolleret målesituation, og det afspejles høj grad på instrumentets pris (omkring 5000 kr).

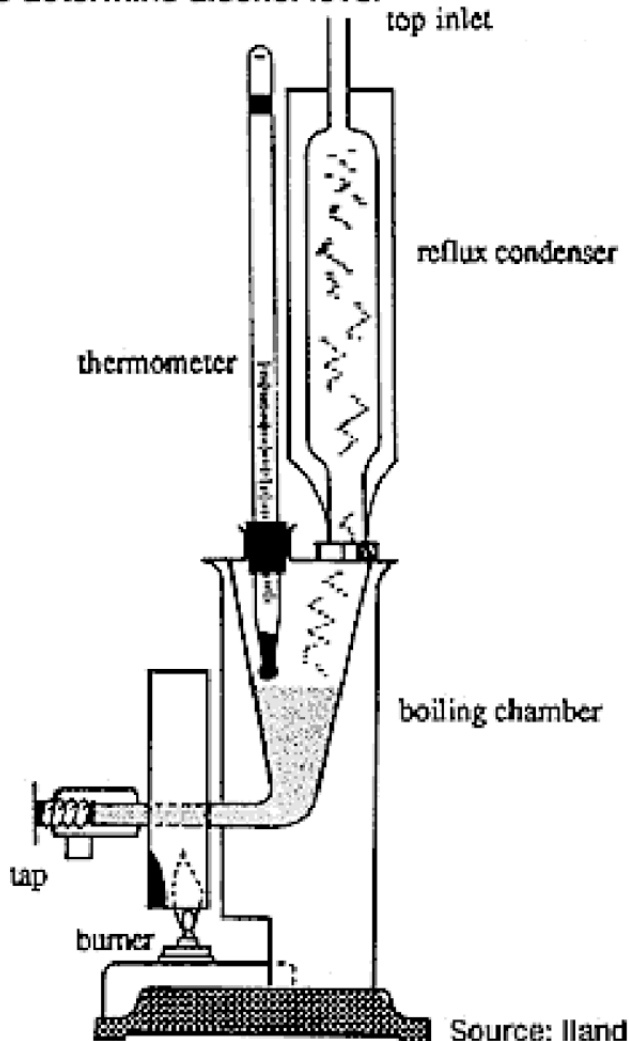
Som ovenfor nævnt påvirker alkoholindholdet både brydningsindekset og densiteten, blot sker dette i samspil med en række andre stoffer bl. a. sukker. Derfor kan hverken brydningsindeks eller densitet i sig selv bruges til at bestemme alkoholindholdet, når væsken ikke kun er en blanding af alkohol og vand.

Men i visse bøger og hos visse firmaer er det foreslået, at man, på den prøve man ønsker at kende ethanolindholdet på, laver en måling med både refraktometer og med hydrometer, og herefter via en empirisk formel, hvor densiteten og brydningsindeks indgår som faktorer, beregner ethanolindholdet⁴. Målingen kræver et præcisions hydrometer og ikke blot en Oechslemåler. Jeg har afprøvet metoden og mener ikke den er overbevisende bedre end et almindeligt vinometer.

I laboratoriesammenhæng er det almindeligste at måle ethanolindholdet ved gaskromatografi. Denne metode er ret specifik og nøjagtig, men kræver en gaskromatograf, der er et ret kostbart instrument.

DJARDIN & SALLERON EBULLIOMETER

To determine alcohol level



Figur 4: Ebullimeter (efter P. Iland)

Til slut skal nævnes at vi alle fra fødslen er udstyret med ret gode måleinstrumenter, nemlig vore sanser. Faktisk er et helt målesystem bygget op omkring dette, ofte kaldet **sensorik** eller **sensorisk bedømmelse**. Smagsbedømmelse kan være mange ting, men ved teknisk smagning prøver man at skelne de forskellige stoffer fra hinanden og bedømme deres smagsstyrke og dermed koncentration.

Med lidt træning kan man godt øve sig op til at skelne på sukkermængden og ethanolmængden i den færdige vin.

Noter:

- ¹ Se f. eks. The Home Winemaking Page (www.geocities.com/NappaValley/8280)
- ² F.eks. Programmet Winecalc (se www.vinometric.dk)
- ³ Se f. eks. P. Iland: *Techniques for chemical analysis and quality monitoring during winemaking.*
- ⁴ Se f.eks. www.makewine.com/makewine/measuralcohol.html, hvor metoden er beskrevet.