

Champagnens magiske bobler

Erik Skovenborg

STATUSARTIKEL

Pensioneret speciallæge,
Aarhus

Ugeskr Læger
2014;176:V11130649

Champagnens liv starter på vinmarker omkring Epernay, hvor jordbunden er kalkholdig og klimaet køligt. Ved *méthode champenoise* gæres druerne først til hvidvin, og boblerne føjes til ved andengæring af den hvide vin på flaske. Champagne er med sin brusende sprødhed perfekt som aperitif og ledsager til forskellige typer mad.

LIDT BOBLEFYSIK

Partialtrykket af CO₂ over vinen (PCO₂) er proportionalt med koncentrationen af CO₂ opløst i vinen (c): $c = k_H \cdot \text{PCO}_2$, hvor k_H (Henrys lov-konstant) udtrykker gassens opløselighed i væsken i g/l/bar. De 24 g/l sukker, der typisk tilsættes en flaske hvidvin, vil under andengæringen omsættes til 12 volumenprocent alkohol og 9 g CO₂. En idealgas fylder 24 l/mol ved 12 °C; med sin molvægt på 24 g/mol vil de 9 g CO₂ i 0,75 l champagne svare til 4,8 l CO₂ i gasform [1]. Ved 8-10 °C vil partialtrykket af CO₂ i den 25 ml store luftlomme mellem vin og prop være 5-6 bar. Til sammenligning er trykket 6-9 bar i et lastbildæk. Partial-

trykket af CO₂ skaber et pres på ca. 15 kilo mod undersiden af den godt 10 g tunge korkprop. Serveringstemperaturen, der spiller en rolle for partialtrykket (**Figur 1**), afgør den hastighed, hvormed proppen skydes af: 39 km/t ved 6 °C (4 bar), 47 km/t ved 12 °C (6 bar) og 54 km/t ved 18 °C (8 bar) [2].

PAS PÅ ØJNENE

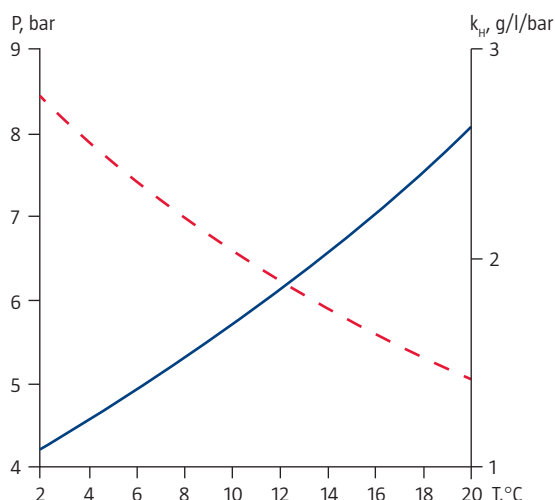
Nogle gange farer proppen af sted i samme sekund, flaskehalsens ståltråd er løsnet (**Figur 2**), hvilket kommer bag på både vært og gæster. Selv en lynhurtig blinkrefleks (1/10 sekund) kan intet stille op mod et missil, der flyver 14 m/s og rammer hornhinden med 100 atmosfæres tryk [3]. Archer *et al* har beskrevet svære øjenskader hos ni patienter, der var henvist til Moorfields Eye Hospital efter at være blevet ramt af champagnepropper. Syv læsioner var i venstre øje, hvilket tilskrives den position en flaske typisk vil have ved åbning med højre hånd. En opgørelse af 43 proplæsioner viste, at 26% af de læderede øjne endte med at have en synsrest på $\leq 6/60$ [4]. Følg hellere Helmig *et al*'s retningslinjer for åbning af en flaske champagne: »Temperaturen på 8-10 °C skal overholdes. En hvid serviet skal holdes over proppen og flaskehalsen, mens ståltråden løsnes, proppen skal forsigtigt skubbes bort med fingrene, mens flasken peger bort fra ansigtet i retningen ca. 60 grader mod loftet. Det skal ikke sige »bang«, men give et stort, hurtigt »suk« [5].

FRA BOBLEFYSIK TIL BOBLEKEMI

Den prikkende fornemmelse i munden efter en slurk champagne har været tilskrevet myriader af CO₂-boblers påvirkning af slimhindens mekanoreceptorer, når de eksploderer på tungen [6]. Fokus skiftede fra boblefysik til boblekemi, da man i et trykkammerforsøg ikke fandt forskel på den prikkende fornemmelse ved indtagelse af mineralvand med brus ved atmosfærisk tryk og ved to atmosfæres tryk, der hindrer dannelse af brusende CO₂-bobler [7]. Ved atmosfærisk tryk kan der opløses 90 cm³ CO₂ pr. 100 ml vand, som får pH 5,65 efter reaktionen: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$. Ved 2,5 atmosfæres tryk kan der opløses 250 cm³ CO₂ pr. 100 ml vand, som giver pH 3,72 i en apollinaris. Carstens *et al* træned 20 studerende til at bedømme den prikkende fornemmelse ved at have tungen dyppet i apollinaris i 15 sekunder. Ved gentagelse

FIGUR 1

Forholdet mellem temperaturen (T) og trykket af CO₂-gasfasen (P) under proppen (blå linje) og Henrys lov-konstant (k_H) for mængden af opløst CO₂ (rød stiple linje) i en typisk champagne med 12,5 volumenprocent ethanol og 10 g sukker/l. (Figur 2 fra [2] bringes med tilladelse fra Elsevier).



af forsøget, hvor halvdelen af tungen var behandlet med en 2% acetazolamidopløsning, var den gennemsnitlige score for prikken på tungen klart reduceret på den behandlede tungehalvdel [8]. Hvad var mon forklaringen?

CHAMPAGNEBLUES

Den kemiske ligevægt mellem kulsyre og CO_2 i vand er $1,7 \times 10^{-3}$, hvilket vil sige, at langt hovedparten af den opløste kuldioxid findes som CO_2 -molekyler. Det forklarer den minimale forskel i surhedsgraden (ved 4 °C) mellem champagne med normalt CO_2 -indhold (pH 2,91) og uden CO_2 (pH 2,96) [9]. Kulsyreanhydrase katalyserer den reversible reaktion $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ med en omsætningsrate på en million CO_2 -molekyler pr. sekund. I 2009 lokaliserede Chandrashekar et al kulsyreanhydrase IV (CA IV) i overflademembranen på de smagsløg, der bagerst på tungen opfanger smagen af surt [10]. Når champagnens CO_2 -molekyler opløses i spytet på tungsens overflade, vil CA IV skabe myriader af brintioner – et relevant signal for smagsløg, der opfanger sur smag. Azetazolamid blokerer kulsyreanhydrase, hvilket forklarer dels den nedsatte prikken på de blokerede tungehalvdele, dels Stephen Kellehers »champagneblues« [11]. Kelleher ville fejre bestigningen af en bjergtinde med en kold dåseøl, men blev skuffet på bjergets top; øllen smagte som opvaskevand. Vel nede igen konstaterede Kelleher, at sodavanden også var fad, mens smagen af whisky med postevand ikke fejlede noget. Synderen var kulsyreanhydrasehæmmeren acetazolamid, som han havde taget som profylakse mod højdesyge. Forsøg har vist, at CO_2 -bobler kan påvirke frie nervespidser fra n. trigeminus i mundslimhinden. Den stikende prikken på tungen, når du drikker et glas champagne, er dermed et resultat af multimodal perception: et samspil mellem sansemodaliteter som mundfølelse, CA IV aktivitet og smagsløg, der opfanger sur smag [12].

HURTIG RUS MED BOBLER

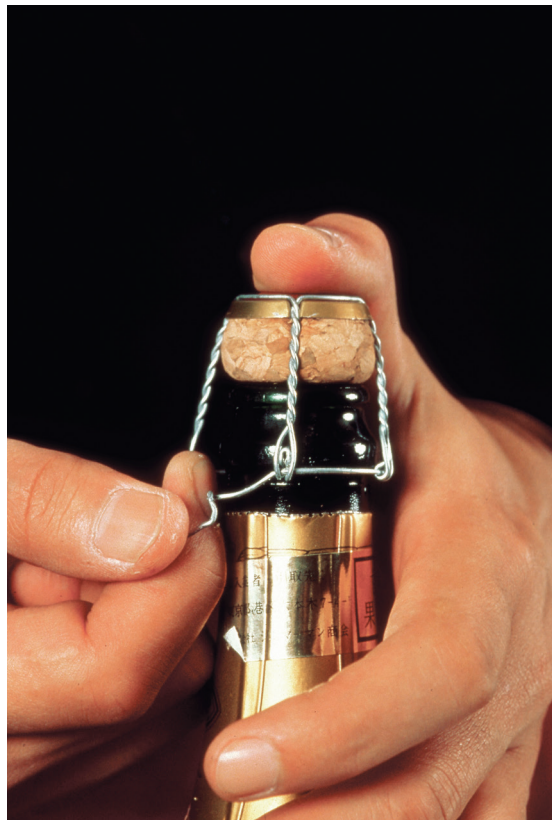
I 1824 gav Henderson den første, lægelige beskrivelse af champagnerusen: »The brisk wines of Champagne intoxicate very speedily, probably in consequence of the carbonic acid gas in which they abound, and the volatile state in which their alcohol is held; and the excitement is of a more lively and agreeable character and shorter duration, than that which is caused by any other species of wine, and the subsequent exhaustion less« [13]. Hypotesen om en hurtig boblerus fandt 100 år senere støtte i resultaterne fra Edkins et al's eksperimenter med katte, hvor de fandt hurtigere optagelse af alkohol fra maveslimhinden ved tilstedeværelse af CO_2 [14]. Først i 2003 blev effekten af cham-



FIGUR 2

Hold styr på proppen, når du løsner ståltråden.

Foto: Kumasegawa, Collection CIVC.



pagnebobler studeret hos mennesker. Tolv mænd og kvinder tømte tre glas champagne i løbet af 20 minutter; en uge senere fik de samme ration, men først efter at CO_2 -boblerne var fjernet med en stavblender [9]. Promillen (blood alcohol concentration) fem minutter efter sidste slurk champagne var højere med bobler i glasset (0,52) end uden (0,40) (Figur 3). Arealet ($\text{mg} \times \text{min}/100 \text{ ml}$) under plasmakonzentrationskurven var signifikant forskellig i op til 20 minutter efter indtagelsen: 203,08 for champagne med CO_2 versus 167,33 for afgasset champagne. Resultatet af en compensatory tracking test 20 minutter efter indtagelsen viste øget cerebral alkoholpåvirkning efter indtagelse af champagne med bobler (196,4 msek) end efter indtagelse af champagne uden bobler (46,3 msek).

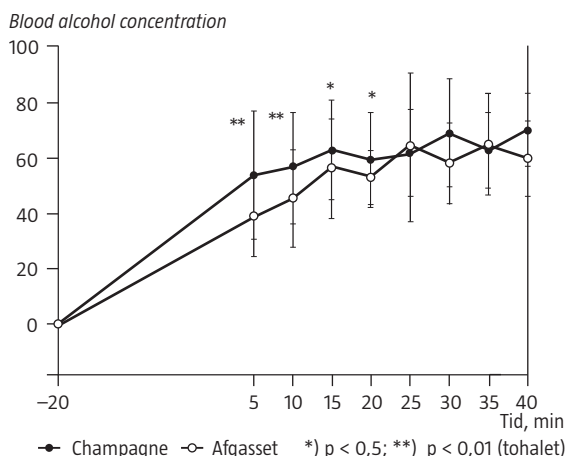
CHAMPAGNENS 125-ÅRSKRIG

Vinens sundhedsfremmende virkning som trumfkort i konkurrencen om markedsandele lagde grunden til 125-årskrigen mellem champagne og bourgogne; en krig, der blev udkæmpet mellem læger og professorer



FIGUR 3

Kurver over alkoholkoncentration i blodet (*blood alcohol concentration*) vist som middelværdi $\pm$ SEM (standardfejlen af middelværdien) for blodprøver taget til tiden 5-40 min efter afslutningen af de 20 min, der var afsat til indtagelse af champagne med/uden CO₂. Antal deltagere = 6. (Figur 1 fra [9] bringes med tilladelse fra Oxford University Press).



med pen og blæk som våben og prosa og vers som ammunition. Det eneste blod, der blev udgydt, var druens. Skuddet, der i 1652 startede krigen, var en afhandling, der priste vinen fra Beaune som mere vel-smagende og sund end nogen anden vin. I 1677 kom riposten »An vinum Remense sit omnium saluberium«, der fremhævede vinen fra Reims som den sundeste. En royal kasuistik blev til sprængfarlig ammunition i næste, burgundiske salve. Ludvig XIV, der var kronet i Reims og på livlægens anbefaling havde drukket champagne til alle måltider, havde fået poda-



FAKTABOKS

1 0,75 l champagne er opløst 9 g CO₂, der fylder 4,8 l som gas.

Ved 8-10 $\times$ C er partialtrykket af CO₂ i champagne 5-6 bar.

Korkproppen kan ramme hornhinden med 14 m/s og 100 atmosfæres tryk.

Smagsløg med kulsyreanhydrase IV opfanger den prikkende smag af CO₂.

Champagne giver en hurtigere og højere alkoholpromille end vin uden bobler.

Alkohol drukket med måde er forbundet med nedsat risiko for total-mortalitet, iskæmisk hjertesygdom, slagtilfælde, type 2-diabetes og demens og øget risiko for brystkræft og kræft i mundhule, svælg og spiserør.

Champagne forbedrer ældre rotters rumlige hukommelse med 40%.

gra. Kongens nye livlæge, *Guy-Crescent Fagon*, skød i 1693 skylden på champagne, seponerede boblerne og ordinerede bourgogne som den eneste vin, der måtte skænkes ved kongens bord. Tre år senere var en burgundisk afhandling klar med påstanden om, at champagne irriterede nerverne og gav katar og podagra. Chokket over de skandaløse anklager provokerede et hurtigt modangreb fra det medicinske fakultet i Reims: »An vinum Remense Burgundico suavius et salubrius«, der som bevis på den gavnlige virkning af champagne bl.a. fremhævede vinbonden *Pierre Pieton* fra Hautvillers, der giftede sig som 110-årig og døde mæt af dage 118 år gammel [15].

CHAMPAGNE SOM MEDIKAMENT

En afhandling fra 1777, »Sur usage du Vin de Champagne Mousseux«, skrevet af *Jean-Claude Navier*, der var dekan ved det medicinske fakultet i Reims, satte punktum for kampen [16]. Afhandlingen var en diplomatisk genistreg ved på den ene side at give alle franske vine, også bourgogne, kredit for at fremme sundheden, men på den anden side slå fast, at kun champagne, qua sine bobler (*l'air fixe*), kunne anvendes som medikament. Antiseptiske kvaliteter gjorde den f.eks. selvskeven til behandling af febersygdomme; et råd, som en fransk læge, dr. *Mauray*, i 1974 førte videre som ordination af en flaske tør champagne om dagen indtaget som et lille glas hver time ved feber [17]. En anden fordel ved *l'air fixe* var evnen til at opløse sten i kroppen – en hypotese, der senere fandt støtte i resultaterne af et observationsstudie med 194.095 deltagere, der blev fulgt gennem otte år. Man fandt, at regelmæssig indtagelse af hvidvin var forbundet med 33% (95% konfidens-interval (KI): 15-45%) lavere risiko for nyresten [18]. *Bertin du Rocheret* afviste hypotesen om champagne som årsag til podagra med en kasuistik fra sin liste over afdøde i Epernay siden 1644: »*Jeanne Maillard* døde den 1. januar 1733 som 75-årig som den eneste person i området, der nogensinde havde haft podagra« [19]. Efter 12 års observation af 51.529 sundhedsprofessionelle fandt man, at den relative risiko for urinsyreigt pr. glas vin pr. dag var 1,04 (95% KI 0,88-1,22%) [20].

DET GYLDNE MÅDEHOLD

Alkohol er et afhængighedsskabende stof, der er årsag til ca. 60 forskellige sygdomme og tilstande [21]. Integrering af alkoholiske drikke i en sund livsstil forudsætter regelmæssig, mådeholden indtagelse i forbindelse med sunde måltider. Der er en J-formet sammenhæng mellem alkohol og mortalitet med kurvens nadir omkring en genstand pr. dag. Den mængde alkohol, der er forbundet med samme mortalitet som



total afholdenhed, er for kvinder 20-25 g pr. dag, og for mænd 40 g pr. dag [22].

Mådeholden indtagelse af alkohol er forbundet med en nedsat risiko for: totalmortalitet på 18%, fatal og nonfatal iskæmisk hjertesygdom på 25-50%, slagtilfælde på 20%, perifer arteriosklerose på 26%, metabolisk syndrom på 16% for mænd og 25% for kvinder, type 2-diabetes på 30% samt demens på 25-40%.

Mådeholden indtagelse af alkohol er forbundet med en øget risiko for: kræft i mundhule og svelg på 21%, spiserørskræft (planocellulært karcinom) på 17% og brystkræft på 4%.

HUKOMMELSESKUREN

I et laboratorieforsøg med neuroner fra rottehjerner fandt *Vauzour et al* beskyttende effekt af et ekstrakt af champagnens plantefenoler mod peroxynitritinduce-rede skader på neuronerne [23]. I sammenligning med en isokalorisk væske med samme alkoholosis fandt *Corona et al* markant forbedring af ældre rotters rumlige hukommelse efter tilførsel af champagne (1,78 ml/kg vægt) til føden i seks uger. Rotterne blev sluppet løs i en labyrint, hvor de fandt frem til en skjult lækkerbisen. Fem minutter senere blev øvelsen gentaget for at se, om rotten kunne huske, hvor den havde fundet sin første godbid og måske kunne finde den næste. Uden champagne var rotternes succesrate 50%; efter champagne steg den til 70%. Biopsier fra hippocampus viste en 200% stigning i volumen af proteiner med betydning for korttidshukommelsen, hvilket forskerne tilskrev champagnens indhold af tyrosol og andre plantefenoler [24]. I et interview i Daily Mail opfordrede professor *Spencer* folk over 40 år til at drikke 2-3 glas champagne om ugen [25]. »Udvikling af demens starter formentlig i 40'erne og fortsætter gradvist frem til 80-årsalderen, så jo tidligere folk indtager de gavnlige stoffer i champagne, desto bedre«.

KORRESPONDANCE: Erik Skovenborg, Kildegården 10, 1. th., 8000 Aarhus C.
E-mail: eskov@dadlnet.dk

ANTAGET: 3. januar 2014

INTERESSEKONFLIKTER: Forfatterens ICMJE-formular er tilgængelig sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

LITTERATUR

1. Liger-Belair G. The physics behind the fizz in champagne and sparkling wines. *Eur Phys J Special Topics* 2012;201:1-88.
2. Liger-Belair G, Bourget M, Cilindre C et al. Champagne cork popping revisited through high-speed infrared imaging: the role of temperature. *J Food Engin* 2013;116:78-85.
3. Archer A, Galloway N. Champagne-cork injury to the eye. *Lancet* 1967;290:487-9.
4. Kuhn F, Mester V, Morris R et al. Serious eye injuries caused by bottles containing carbonated drinks. *Br J Ophthalmol* 2004;88:69-71.
5. Helmig O, Pilgaard S. Champagneproplæxion af øjnene. *Ugeskr Læger* 1974;136:2929-30.
6. Newton Yau NJ, McDaniel MR. The power function of carbonation. *J Sens Stud* 1990;5:117-28.
7. Wise PM, Wolf M, Thom SR et al. The influence of bubbles on the perception carbonation bite. *PLoS ONE* 2013;8:e71488.
8. Dessirier J-M, Simons CT, Carstens MI et al. Psychophysical and neurobiological evidence that the oral sensation elicited by carbonated water is of chemogenic origin. *Chem Senses* 2000;25:277-84.
9. Ridout F, Gould S, Nunes C et al. The effects of carbon dioxide in champagne on psychometric performance and blood-alcohol concentration. *Alcohol Alcoholism* 2003;38:381-5.
10. Chandrashekar J, Yarmolinsky D, von Buchholtz L et al. The taste of carbonation. *Science* 2009;326:443-5.
11. Graber M, Kelleher S. Side effects of acetazolamide: the champagne blues. *Am J Med* 1988;84:979-80.
12. Dunkel A, Hofmann T. Carbonic anhydrase IV mediates the fizz of carbonated beverages. *Angew Chem Int Ed* 2010;49:2975-7.
13. Henderson A. The history of ancient and modern wines. London: Baldwin, Cradock & Joy, 1824.
14. Edkins E, Murray MM. Influence of CO₂ on the absorption of alcohol by the gastric mucosa. *Am J Physiol* 1924;59:271-5.
15. Vizetelly H. A history of champagne. London: Vizetelly & Co., 1882.
16. Viel C. Publicité pour le champagne sous couvert de ses vertus thérapeutiques. I: *Revue d'histoire de la pharmacie* 2004;92:627-9.
17. Maury EA. Soignez-vous par le vin. Paris: Editions du Jour, 1974.
18. Ferraro PM, Taylor EN, Gambaro G et al. Soda and other beverages and the risk of kidney stones. *Clin J Am Soc Nephrol* 2013;8:1389-95.
19. du Rocher B. Oeuvres choisies, mémoires et correspondance. Châlons-sur-Marne: A. Aubry, 1865.
20. Choi HK, Atkinson K, Karlson EW et al. Alcohol intake and risk of incident gout in men: a prospective study. *Lancet* 2004;363:1277-81.
21. Andersen P, Baumberg B. Alkohol og helbred. København: Sundhedsstyrelsen, 2008.
22. Poli A, Marangoni F, Avogaro A et al. Moderate alcohol use and health: A consensus document. *Nutrit Metabol Cardiovasc Dis* 2013;23:487-504.
23. Vauzour D, Vafeiadou K, Corona G et al. Champagne wine polyphenols protect primary cortical neurons against peroxynitrite-induced injury. *J Agric Food Chem* 2007;55:2854-60.
24. Corona G, Vauzour D, Hercelin J et al. Phenolic acid intake, delivered via moderate champagne wine consumption, improves spatial working memory via the modulation of hippocampal and cortical protein expression/activation. *Antioxid Redox Signal*. 2013;19:1676-89.
25. www.dailymail.co.uk/health/article-2319617/Bolly-good-news-Three-glasses-bubbly-week-boost-memory.html (4. febr 2014).

