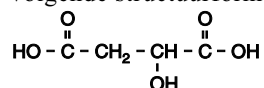


## Fles wijn

Wijn bevat alcohol (ethanol,  $C_2H_6O$ ) die ontstaan is door vergisting van glucose.

- 3p 1  Geef de vergelijking voor de vergisting van glucose in molecuulformules.

Wijn bevat behalve alcohol ook een aantal opgeloste zuren. Eén van die zuren heeft de volgende structuurformule:



- 3p 2  Geef de systematische naam van dit zuur.

Door de aanwezigheid van opgeloste zuren heeft wijn een pH die tussen 2,9 en 3,9 ligt. Ondanks deze lage pH vinden veel mensen de smaak van wijn niet onaangenaam. In een aangebroken fles wijn wordt dikwijls in de loop van enkele dagen een deel van de alcohol door reactie met zuurstof omgezet tot azijnzuur. Dit gebeurt onder invloed van een bepaalde soort bacteriën. Deze bacteriën zijn alleen werkzaam als de zuurstofconcentratie in de wijn boven een grenswaarde uitkomt. De aanwezigheid van azijnzuur in wijn zorgt voor een onaangename smaak.

Bij een geopende fles wijn duurt het enkele uren voordat de zuurstof die in de wijn oplost en de zuurstof in de lucht boven de wijn met elkaar in evenwicht zijn. Vanaf dat moment geldt:



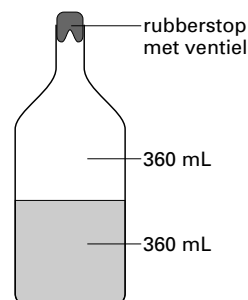
Bij 20 °C geldt voor de waarde van de evenwichtsconstante  $K = 29$ .

Een fles wijn met een inhoud van 720 mL wordt ontkurkt. Op dat moment bevat de wijn nog geen opgeloste zuurstof. Er wordt wijn uitgeschonken, in de fles blijft 360 mL wijn achter. De fles wordt niet afgesloten.

- 4p 3  Bereken het aantal mg zuurstof dat na enkele uren, als het evenwicht zich heeft ingesteld, aanwezig is in de 360 mL wijn in de fles. Het molair volume van een gas is bij de heersende temperatuur (20 °C) en druk (1,0 bar)  $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ . Lucht bevat 21 volumeprocent zuurstof.

Om de hoeveelheid zuurstof die in wijn oplost te verminderen en dus de vorming van azijnzuur tegen te gaan, kan een aangebroken fles wijn worden afgesloten met een kurk. Er zijn echter ook speciale luchtpompjes in de handel die meer effect hebben dan een kurk. Op een geopende fles wijn die langere tijd bewaard moet worden, plaatst men een rubberen dopje. In het dopje zit een opening die als ventiel werkt. Met het pompje wordt via dit ventiel de druk in de fles verlaagd van 1,0 bar tot 0,25 bar. De zuurstofconcentratie in de lucht boven de wijn wordt door de drukverlaging een kwart van de oorspronkelijke zuurstofconcentratie. De hoeveelheid zuurstof die vervolgens in de wijn gaat oplossen wordt hierdoor veel minder. De hoeveelheid opgeloste zuurstof kan dan namelijk nooit groter zijn dan een kwart van de hoeveelheid zuurstof die oplost zonder drukverlaging.

Een fles wijn van 720 mL wordt voor de helft uitgeschonken (nog 360 mL wijn in de fles met 360 mL lucht daarboven, zie de figuur hiernaast). Daarna wordt de druk in de fles verlaagd van 1,0 bar tot 0,25 bar. Dan blijkt dat in de wijn zelfs nog wat minder zuurstof oplost dan een kwart van de bij vraag 3 berekende hoeveelheid. De temperatuur verandert tijdens het wegpompen van de lucht niet.



# Eindexamen scheikunde 1 vwo 2002-I

havovwo.nl

---

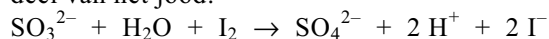
- 3p 4  Leg uit dat de hoeveelheid zuurstof die in dit geval in de wijn zal oplossen minder is dan een kwart van de bij vraag 3 berekende hoeveelheid.

Om het ontstaan van azijnzuur tegen te gaan, voegt men in sommige wijnsoorten sulfiet aan de wijn toe, voordat de wijn de fles in gaat. De werking van het sulfiet berust onder andere op het feit dat de bacteriën die alcohol tot azijnzuur omzetten door het sulfiet worden gedood.

- 2p 5  Geef nog een verklaring voor het feit dat sulfiet het ontstaan van azijnzuur tegengaat.

Een groepje leerlingen krijgt als practicumopdracht het sulfietgehalte van witte wijn te bepalen. In het practicumvoorschrift staat onder meer:

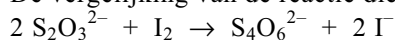
Pipetteer 10,0 mL van een 0,0500 M joodoplossing in een erlenmeyer van 300 mL. Voeg ongeveer 150 mL water toe en zuur aan met 5 mL 1 M zwavelzuur. Voeg langzaam 100,0 mL van de witte wijn toe onder voortdurend roeren. Het sulfiet reageert met een deel van het jood:



Titreer het jood dat na deze reactie nog over is met een 0,0400 M oplossing van natriumthiosulfaat.

Gebruik zetmeel als indicator.

De vergelijking van de reactie die tijdens de titratie optreedt is:



Er blijkt 12,1 mL van de oplossing van natriumthiosulfaat nodig te zijn.

- 5p 6  Bereken het aantal mg sulfiet per liter van de onderzochte witte wijn.

## Margarine

Plantaardige olie is een belangrijk bestanddeel van onze voeding. Plantaardige olie bestaat voornamelijk uit glyceryltri-esters van diverse vetzuren; in deze opgave wordt aangenomen dat er geen andere molecuulsoorten in aanwezig zijn. Van de veresterde vetzuren in plantaardige olie is een groot deel onverzadigd.

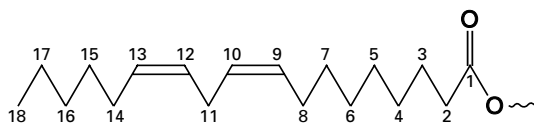
Door plantaardige olie te schudden met een bepaald reagens kan direct zichtbaar gemaakt worden dat plantaardige olie onverzadigde verbindingen bevat.

- 2p 7  Geef de naam van dat reagens én geef de waarneming die men kan doen als dit reagens aan een onverzadigde verbinding wordt toegevoegd.

Plantaardige oliën hebben een laag smeltpunt. Om plantaardige olie te kunnen toepassen in margarine of in frituurvet wordt de olie zodanig bewerkt dat een product ontstaat dat bij een hogere temperatuur vloeibaar wordt. Daartoe past men vetharding toe. Bij vetharding wordt, door het toepassen van een bepaalde reactie, een groot deel van de dubbele koolstof-koolstof-bindingen in de onverzadigde veresterde vetzuurmoleculen omgezet tot enkelvoudige koolstof-koolstof-bindingen.

- 2p 8  Geef de naam van de stof waarmee men bij de vetharding de olie laat reageren én geef de naam van het type reactie, dat daarbij plaatsvindt.

In plantaardige oliën hebben de dubbele bindingen in de onverzadigde veresterde vetzuren de *cis*-configuratie. Zo kan de configuratie van een deel van een veresterd molecuul linolzuur als volgt schematisch worden weergegeven:



In deze schematische weergave zijn de koolstofatomen van het veresterde linolzuurmolecuul genummerd.

Wanneer in deze opgave wordt gesproken over dubbele bindingen in de *cis*- respectievelijk *trans*-configuratie, wordt daarmee bedoeld dat het gedeelte van het molecuul rond de desbetreffende dubbele binding de *cis*- respectievelijk *trans*-configuratie bezit.

Behalve de reactie waarbij dubbele bindingen worden omgezet tot enkelvoudige bindingen, vindt tijdens de vetharding nog een andere omzetting plaats. Het is namelijk gebleken, dat tijdens de vetharding de configuratie rond de dubbele bindingen kan overgaan van *cis* in *trans*.

- 3p 9  Teken schematisch de configuratie van het gedeelte van het achtste tot en met het veertiende koolstofatoom van een veresterd molecuul linolzuur, als daarin de configuratie rond beide dubbele bindingen is overgegaan van *cis* in *trans*.

Bij vetharding kunnen uit veresterd linolzuur veresterde octadecenezuren (octadeca = 18) ontstaan. De koolstofketen van een veresterd molecuul octadecenezuur bevat één dubbele koolstof-koolstof-binding.

- 3p 10  Leg uit hoeveel verschillende veresterde octadecenezuren kunnen ontstaan bij vetharding van veresterd linolzuur.

Uit onderzoek is gebleken dat veresterde vetzuren met dubbele bindingen in de *trans*-configuratie een nadelige invloed hebben op de gezondheid. Daarom wordt er veel onderzoek gedaan naar de samenstelling van margarine en frituurvet. Bij dit onderzoek aan vetten en oliën wordt onder andere gebruik gemaakt van dunnelaagchromatografie.

Bij deze analysemethode hebben de volgende factoren invloed op de loopsnelheid en dus op de afstand die de glyceryltri-esters vanaf de start afleggen:

# Eindexamen scheikunde 1 vwo 2002-I

havovwo.nl

- het aantal dubbele bindingen in het molecuul van de glyceryltri-ester: hoe minder dubbele bindingen, hoe groter de loopsnelheid;
- de plaats van het veresterde onverzadigde vetzuur in het molecuul van de glyceryltri-ester: wanneer het onverzadigde vetzuur aan het middelste koolstofatoom van het glycerolmolecuul is veresterd, is de loopsnelheid van de glyceryltri-ester groter dan wanneer het onverzadigde vetzuur aan een van de twee buitenste koolstofatomen van het glycerolmolecuul is veresterd;
- de configuratie van de dubbele binding: glyceryltri-esters met dubbele bindingen in de *trans*-configuratie hebben een grotere loopsnelheid dan de overeenkomstige glyceryltri-esters met dubbele bindingen in de *cis*-configuratie.

De grootte van de koolwaterstofgroep blijkt niet van invloed te zijn op de loopsnelheid. Zo zijn de loopsnelheden van glyceryltripalmitaat en glyceryltristearaat, beide glyceryltri-esters van verzadigde vetzuren, aan elkaar gelijk. Ook blijkt dat de loopsnelheden van spiegelbeeldisomeren aan elkaar gelijk zijn.

In de figuur hiernaast zijn chromatogrammen afgebeeld van mengsels die bij de margarinebereiding van belang zijn.

In deze chromatogrammen zijn de glyceryltri-esters met uitsluitend veresterde verzadigde

vetzuren schematisch met  $\begin{matrix} \text{verz} \\ \text{verz} \\ \text{verz} \end{matrix}$  weergegeven.

De afkorting 'onverz' staat voor een onverzadigd veresterd vetzuur met één dubbele koolstof-koolstof-binding.

De afgebeelde chromatogrammen zijn van:

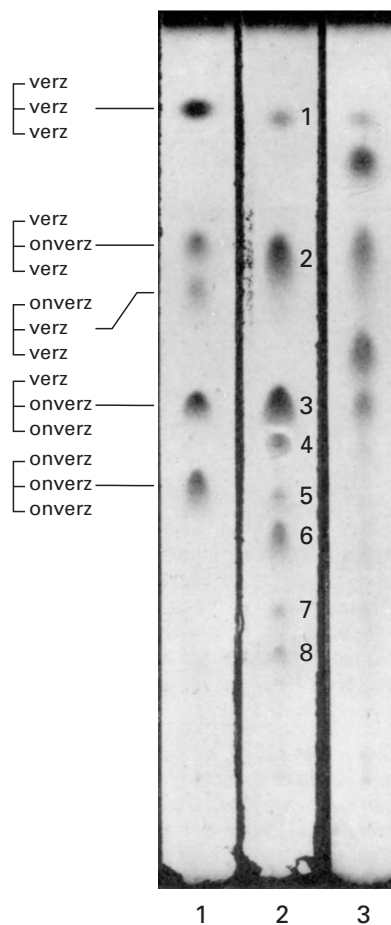
1. een synthetisch mengsel van vijf glyceryltri-esters; de dubbele bindingen in de veresterde onverzadigde vetzuren hierin hebben alle de *cis*-configuratie.
2. (ongeharde) natuurlijke palmolie;
3. gedeeltelijk geharde palmolie.

Bij het maken van deze chromatogrammen is telkens dezelfde loopvloeistof (mobiele fase) en hetzelfde dragermateriaal (stationaire fase) gebruikt.

In natuurlijke palmolie komen uitsluitend glyceryltri-esters voor. De dubbele bindingen in de veresterde onverzadigde vetzuren in deze glyceryltri-esters hebben alle de *cis*-configuratie. Behalve de vijf glyceryltri-esters die in het mengsel zaten dat voor chromatogram 1 is

gebruikt, bestaat er nog een glyceryltri-ester, namelijk  $\begin{matrix} \text{onverz} \\ \text{verz} \\ \text{onverz} \end{matrix}$ . Zulke glyceryltri-esters komen wel in natuurlijke palmolie voor.

- 2p 11  Geef het nummer van de vlek in chromatogram 2 waarin de glyceryltri-esters van het type  $\begin{matrix} \text{onverz} \\ \text{verz} \\ \text{onverz} \end{matrix}$  terecht zijn gekomen. Geef een verklaring voor je antwoord met behulp van gegevens uit deze opgave.
- 3p 12  Leg uit of uit deze chromatogrammen de conclusie getrokken mag worden dat bij de vetharding van deze palmolie dubbele bindingen in de *cis*-configuratie zijn overgegaan in dubbele bindingen in de *trans*-configuratie.



## Leerlooiën

Leer wordt gemaakt van huiden van dieren. Hierbij ondergaan de huiden eerst een aantal bewerkingen waarbij hoofdzakelijk collageen overblijft.

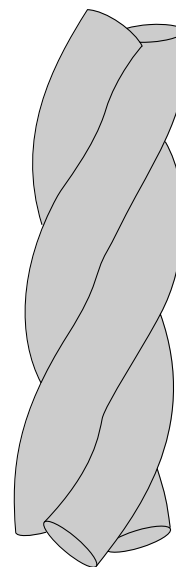
Collageen is een eiwit dat voor de stevigheid van weefsels zorgt.

In een artikel over de bereiding van leer staat het volgende over collageen.

tekstfragment

Collageen wordt allereerst gekenmerkt door het hoge gehalte glycine: één glycine-eenheid op elke derde plaats in de aminozuurketen. Ook heeft het een hoog gehalte proline. In de aminozuurketen zitten de glycine-eenheden en proline-eenheden vaak naast elkaar. En tenslotte heeft het een kenmerkend hoog gehalte hydroxyproline. Meestal zit een hydroxyproline-eenheid naast een proline-eenheid.

De aanwezigheid van proline zorgt ervoor dat de keten een linksdraaiende spiraal wordt. De aanwezigheid van glycine op elke derde plaats zorgt ervoor dat drie van die spiralen in elkaar draaien tot een drievoudige, rechtsdraaiende spiraal (zie de figuur hiernaast). De aanwezigheid van hydroxyproline heeft een sterk stabiliserend effect door waterstofbruggen.

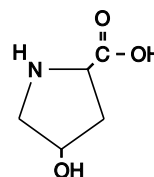


naar: *Chemical Society Reviews*

In het tekstfragment worden aminozuren genoemd die kenmerkend zijn voor collageen. Ook kan uit het tekstfragment worden afgeleid welke aminozuurvolgorde kenmerkend is voor collageen. Deze informatie kan samengevat worden in een structuurformule van een stukje uit het midden van de eiwitketen. Om alle informatie weer te geven moet dit stukje bestaan uit vier aminozuureenheden.

- 4p 13 □ Geef een structuurformule van zo'n stukje eiwit dat uit vier aminozuureenheden bestaat. Dit stukje moet beginnen met een glycine-eenheid en het komt uit het midden van het

eiwitmolecuul. De structuurformule van hydroxyproline is:



In een bepaalde zin in het tekstfragment wordt de secundaire structuur van collageen beschreven.

- 2p 14 □ Schrijf de zin uit het tekstfragment over waarin de secundaire structuur wordt beschreven. Na het vrijmaken van het collageen vindt het zogenoemde looien plaats. Bij het looien van leer worden de eiwitketens aan elkaar gekoppeld, waardoor het leer minder krimpt onder invloed van verschillen in temperatuur en vochtigheidsgraad. Ook is gelooid leer beter bestand tegen de inwerking van micro-organismen. Voor het looien van leer wordt veelal gebruik gemaakt van chroom(III)sulfaat,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ . Deze stof wordt bereid door zwaveldioxide te laten reageren met chroomzuur,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ . Hierbij ontstaat chroom(III)sulfaat als enige chroom- en zwavelbevattende verbinding. Behalve chroom(III)sulfaat ontstaat bij deze reactie één andere stof.

# Eindexamen scheikunde 1 vwo 2002-I

havovwo.nl

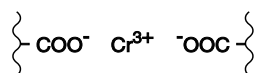
---

- 3p 15  Geef de reactievergelijking van de bereiding van chroom(III)sulfaat uit zwaveldioxide en chroomzuur.

De koppeling van de eiwitketens wordt veroorzaakt door chroom(III)ionen en geïoniseerde COOH groepen uit de zijketens van aminozuureenheden zoals asparaginezuur en glutaminezuur. Voor het verkrijgen van geloid leer van goede kwaliteit wordt tijdens het looiproces, dat plaatsvindt in een oplossing van chroom(III)sulfaat, het ionisatiepercentage van de COOH groepen voortdurend geregeld. Dit bereikt men door de keuze van de pH.

- 4p 16  Bereken hoeveel procent van de COOH groepen van de asparaginezuureenheden van collageen zijn geïoniseerd bij pH = 3,00. Bij deze berekening mogen de COOH groepen en de COO<sup>-</sup> groepen beschouwd worden als opgelost. De  $K_z$  van asparaginezuureenheden in collageen heeft een waarde van  $1,6 \cdot 10^{-4}$ .

Bij het looien ontstaat tussen de ketens een koppeling, die als volgt schematisch kan worden weergegeven:



Geloid leer heeft een goede kwaliteit als de koppelingen tussen de eiwitketens niet alleen aan het oppervlak maar ook in het binnenste van het collageen ontstaan. Daartoe wordt gestart bij een pH waarbij de chroom(III)ionen eerst in het collageen kunnen binnendringen. Vervolgens verandert men de pH zodanig dat de koppelingen tussen de ketens tot stand komen.

- 2p 17  Leg uit of men, nadat de chroom(III)ionen het collageen zijn binnengedrongen, de pH moet verlagen of verhogen om de koppelingen tussen de ketens tot stand te brengen.

*Let op: de volgende vragen van dit examen staan op de volgende pagina.*

## Strooizout

*Deze opgave gaat over het artikel 'Vuilverbrander zet afval om in strooizout' dat is afgedrukt op het informatieblad dat bij dit examen is verstrekt. Lees dit artikel en maak vervolgens de vragen van deze opgave.*

In het artikel wordt gesteld dat het rookgas dat de schoorsteen van de AVI verlaat bijna zuivere waterdamp is. In werkelijkheid ontstaat in de vuilverbrander ook koolstofdioxide. Ook deze stof verlaat de AVI door de schoorsteen. Koolstofdioxide wordt in deze installatie dus niet verwijderd. Koolstofdioxide wordt in verband gebracht met een milieuprobleem.

1p **18**  Geef aan welk milieuprobleem dit is.

In de regels 21 en 22 en in de regels 30 en 31 worden scheidingsmethoden beschreven.

2p **19**  Geef de namen van die scheidingsmethoden. Noteer je antwoord als volgt:  
in de regels 21 en 22: ....  
in de regels 30 en 31: ....

Niet overal in het artikel is duidelijk over welke stof het gaat. Zo kan met de aanduiding 'kalk' de stof 'ongebluste kalk', 'gebluste kalk' of 'kalksteen' bedoeld zijn. Voor het te bereiken doel maakt dit in feite niet uit: alle drie de stoffen geven het gewenste effect.

4p **20**  Leg dit uit. Vermeld in de uitleg de formule van elk van de drie stoffen.

Uit het artikel kan worden afgeleid dat de kalk die in het rookgas wordt geblazen niet volledig wordt omgezet tot calciumchloride; een deel van de kalk heeft niet gereageerd. Dat een deel van de kalk niet heeft gereageerd, zou verklaard kunnen worden door aan te nemen dat de kalk in overmaat is toegevoegd. In het artikel is echter een gegeven te vinden waaruit zou kunnen worden opgemaakt dat te weinig kalk is toegevoegd.

1p **21**  Welk gegeven wordt hier bedoeld?

2p **22**  Geef twee andere mogelijke verklaringen voor het feit dat een deel van de kalk niet heeft gereageerd.

In de nieuwe opzet van het zuiveringsproces wordt nagenoeg zuiver calciumchloride verkregen. Door een combinatie van gegevens kan berekend worden hoeveel ton calciumchloride maximaal per jaar in de Amsterdamse AVI kan ontstaan als al het chloor uit het PVC volledig in dit zout wordt omgezet.

4p **23**  Geef deze berekening. Gebruik daarbij onder andere de volgende gegevens:

- een ton is  $10^3$  kg;
- de molecuulformule van PVC is  $(C_2H_3Cl)_n$ .

In het artikel worden argumenten genoemd waarom PVC nadelig is. Behalve de genoemde, zijn er nog andere argumenten aan te voeren waarom PVC nadelig is.

2p **24**  Noem twee argumenten, al dan niet in het artikel genoemd, die miliegroepen naar voren kunnen brengen om ondanks de nieuwe opzet van rookgasreiniging het gebruik van PVC toch terug te dringen.

## Vuilverbrander zet afval om in strooizout

De Amsterdamse afvalverwerkingsinstallatie AVI wil haar eigen afvalproductie drastisch verminderen. Tijdens de verbranding van huisvuil ontstaat een grote hoeveelheid afval als reststof van de installatie die de rookgassen reinigt. Dit afval, een zout poeder, is zo vervuild dat het als gevaarlijk chemisch afval moet worden gedumpt op een vuilstortplaats in Zaanstad.

Dat een installatie als de AVI problemen heeft met zouten, klinkt vreemd. Huisvuil bulkt niet van het zout. Het probleem ontstaat tijdens het verbranden. In de vlammen vormt zich zoutzuur doordat het huisvuil behoorlijk wat PVC (polyvinylchloride) bevat. Als het PVC brandt, komt chloor vrij, dat zich bindt tot zoutzuur. „Ik schat dat het huisvuil voor 0,7 procent uit PVC bestaat”, zegt De Vries van AVI.

Het agressieve zuur wordt geneutraliseerd meteen als de rook uit de oven komt. Er wordt kalk in de rook gespoten die het zuur neutraliseert tot de relatief onschuldige zoutverbinding calciumchloride, het merendeel van het rookgasreinigingsresidu. Jaarlijks verwerkt de Amsterdamse installatie achthonderdduizend ton afval. Er zijn vier ovens, met elk een eigen rookgasreiniging. Die functioneert goed, want het rookgas dat het gebouw via een honderd meter hoge schoorsteen verlaat, is bijna zuivere waterdamp. In de buik van het gebouw valt het overblijfsel van de reiniging in grote plastic zakken met een inhoud van een kubieke meter. Elk half uur is een zak vol.

Dat residu is zwaar verontreinigd. Tussen het calciumchloride zitten zware metalen, afkomstig uit het huishoudelijk afval. Bovendien ontstaan tijdens de verbranding behalve zoutzuur ook de beruchte dioxines. Deze hechten zich aan koolstofdeeltjes die samen met de kalk in de hete rook worden geblazen. Ook die belanden in de grote plastic zakken. Het mengsel heeft daardoor geen mooie witte zoutkleur, maar ziet er vaalgrijs uit. „We zijn bezig de vuilstort in Zaanstad te vullen met deze zakken”, zegt De Vries.

De nieuwe plannen van de AVI maken hieraan een einde en leveren een besparing op van ruim drie miljoen gulden per jaar aan vermeden stortkosten. Jaarlijks rest er dan slechts driehonderd ton onverwerkbaar afval.

Om een bruikbaar zout te krijgen, zijn diverse veranderingen nodig. In de huidige situatie zijn de rookgassen nog behoorlijk zuur na de behandeling met kalk. Elders in de rookgasinstallatie worden ze geneutraliseerd met natronloog. In de nieuwe opzet geven de gassen hun laatste restje zuur af aan water. Het zuur in dat water zal worden geneutraliseerd door het eerder gevormde rookgasreinigingsresidu.

Om bruikbaar zout te krijgen, moet het nu natte residu van de rookgasreiniging worden gereinigd. Daartoe gaat het door een filter waarin de vaste delen achterblijven. In de filterkoek zitten de onverwerkbare fijne deeltjes met de dioxines. De zoute vloeistof wordt vervolgens ontdaan van de zware metalen en ingedampt tot calciumchloride. Een toepassing is gladheidbestrijding.

De Amsterdamse oplossing is aardig, maar niet ideaal. De Vries: „Het is beter als het PVC uit het huishoudelijk afval verdwijnt. Dan zijn er minder problemen met het verbranden.”

De vorming van zoutzuur beperkt de productie van elektriciteit. Nu levert de installatie 15 procent van de Amsterdamse stroombehoefte; dat kan in principe verdubbelen als huisvuil geen PVC zou bevatten.

De milieugroepen hebben onlangs bij de Tweede Kamer aangedrongen om het gebruik van PVC terug te dringen. Toch zal PVC niet snel in de ban worden gedaan. De belangen zijn groot; de industrie wil de goedkope kunststof niet kwijt.

*naar: de Volkskrant*