

Inhoudsopgave ca47

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
1	Elektrolyse redt theeklipper	5,6 v s12	redox	Redox als proces	informatie	Elektrolyse, roesten, chloride-ionen
2	Corterra marktrijp	5,6 v	Koolstofchemie	Synthetische polymeren	informatie	Condensatiepolymerisatie, polyester, corterra, tereftaalzuur, PTT, textielvezel
3	ISS en zuurstoftekort	3 hv	Stoffen en materialen	Chemische processen	informatie	Elektrolyse, ISS
4	Gezuiverd water FUJI	3 hv 5h, 6v	Stoffen en materialen	Chemie en industrie	informatie	scheidingsmethoden, filtreren, centrifugeren
5	Scoubidou-touwtjes	4-6 hv, ANW	vaardigheden	informatie	Stoffen en materialen	Feiten, argumenten, weekmakers, scoubidou
6	Vitaminen	5 hv	Zuren en basen	reacties	informatie	Zuur, base, reactie, hydroxyapatiet, oxaalzuur, spinazie, kalk, tanden
7	Slimme verpakkingen	4-6 hv, ANW	vaardigheden	informatie	Kenmerken reacties	Informatieverwerking, slimme verpakkingen
8	Dassani	4 hv	Stoffen en materialen	Toepassing stoffen	Informatie	Rekenen, elementbegrip, ppb, ADI, flessenwater
11	Suikerriet	4,5 hv	Koolstofchemie	Brandstoffen	Informatie	Alternatieve brandstof, suikerriet, bio-ethanol, brandstof, milieu
12	Formiaat tegen NOx	5 hv	Stoffen (anorganisch)	Milieu	Informatie	NOx, formiaat, ureum, diesel, milieu
13	Diesel met water	3 hv	Stoffen (anorganisch)	Binding	Informatie	Oppervlakte actieve stof, diesel, emulsie, brandstof, milieu
14	Hooibroei	3 hv	Stoffen en materialen	Verbranding	Informatie	Brand, hooibroei, broei
16	Restproducten van plantaardige oorsprong	5 v	Biochemie	Toepassing stoffen	Informatie	Biomassa, bio-ethanol, landbouw, milieu, waterstof, brandstofcel
17	Gasunie start onderzoek	5 v	Redox	Toepassing redox	Informatie	Brandstofcel, waterstof, aardgas, brandstof, milieu,
18	Ethaannitril alternatief	4,5 hv	Koolstofchemie	Structuur	Informatie	Structuurformule, ethaannitril, methylbromide, milieu, grondontsmetter
20	Ethanol uit houtafval	5 hv	Biochemie	Toepassing stoffen	Informatie	Vergisting, bio-ethanol, blokschema, suiker, fermentatie, milieu
21	Biodiesel uit frituurvet	5,6 v	Koolstofchemie	Reacties	Informatie	Verestering, biodiesel, frituurvet, milieu
22	Roestbacterie	5 hv	Redox	Redox als proces	Informatie	Roesten, corrosie, oxidatie, reductie
23	De olie van morgen	4 hv	Stoffen (anorganisch)	Milieu	Informatie	Waterstof, brandstofcel, milieu

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
24	Wachten op waterstof	5hv	Redox	Toepassing redox	Informatie	Waterstof, brandstofcel, milieu
25	Land zonder uitgassen	5hv	Stoffen (anorganisch)	Milieu	Informatie	Waterstof, economie, milieu
26 I	Zuur en tanderosie	2 mhv, science	vaardigheden	informatie	Stoffen en materialen	Internetopdracht, mondverzorging, tanderosie
26 II	Zuur en tanderosie	3 mhv	Stoffen en materialen	Reinigingsmiddele n/cosmetica	Informatie	Feiten, argumenten, zuurgraad, tanderosie
26 III	Zuur en tanderosie	4 mhv	vaardigheden	onderzoek	Stoffen en materialen	Werkwijze, plan van aanpak, pH, tanderosie
27	Nieuw reactieproces	6v	redox	Toepassing redox	informatie	Brandstofcel, water gas shift, PEM, halfreacties
28	IJsthee ijskoud de grootste tandknager	4 mhv	Zuren en base	Toepassing stoffen	informatie	IJsthee, zuurgraad, tanderosie

Van de redactie

Regelmatig bereikt de redactie de vraag of de opgaven ook digitaal beschikbaar zijn. Indertijd is de redactie een overeenkomst aangegaan met Chemnet. Tot nu toe zijn de opgaven daar beschikbaar. Een aantal abonnees van Chemie Aktueel vindt het een nadeel (vooral de kosten) dat ze dan verplicht zijn een abonnement op Chemnet te nemen. In dit nummer treft u een enquête aan (laatste informatiepagina in het middenkatern) die tot doel heeft om te achterhalen of het uitbrengen van opgaven in digitale vorm naast de uitgave van het tijdschrift wenselijk is. U vindt deze enquête ook op onze site (www.chemieaktueel.nl). U kunt hem daar invullen en via de digitale weg aan ons toesturen. Wij hopen op veel reacties van uw kant!

Miek Scheffers-Sap

Veiligheid

De redactie neemt geen verantwoording voor de experimenten. Aangeraden wordt om zelf experimenten op veiligheid te beoordelen en de bijbehorende maatregelen te treffen.

Vaardigheidsvragen in Chemie Aktueel 47

Voor toelichting zie Chemie Aktueel nummer 37 of op de website www.chemieaktueel.nl (vaardigheidsvragen)

<i>Vraagtype</i>	<i>Titel van de opdracht uit Chemie Aktueel nummer 47</i>
<i>1 informatiebegripsvraag</i>	Alle opgaven
<i>2 informatieselectievraag</i>	Gezuiverd water Fuji
<i>3 informatiebewerkingsvraag</i>	ISS en zuurstoftekort Gezuiverd water Fuji Slimme verpakking Ethanol uit houtafval Land zonder uitlaatgassen
<i>4 aanvaardbaarheidsvraag</i>	Scoubidou-touwtjes Vitaminen Dassani
<i>5 argumentenvraag</i>	Zuur en tanderosie klas 3
<i>6 standpuntvraag</i>	Scoubidou-touwtjes
<i>8 probleemstellingvraag</i>	
<i>9 werkplanvraag</i>	Diesel met water Zuur en tanderosie klas 4
<i>10 conclusievraag</i>	Zuur en tanderosie klas 4

<http://www.c2w.nl>, 19 augustus 2004

Elektrolyse redt theeklipper van ondergang

Britse wetenschappers willen een elektrolyseproces gebruiken om de ijzeren spanten van de driemaster *Cutty Sark* te ontdoen van zoutresten. Zo hopen ze de corrosie te stoppen, die het museumschip dreigt te verwoesten.

De *Cutty Sark* uit 1869 geldt als de snelste klipper ooit gebouwd. Sinds 1954 ligt ze in een droogdok in Greenwich, bij Londen. Maar experts vrezen dat ze binnen een jaar of vijf als een kaartenhuis in elkaar valt, wanneer er niet wordt ingegrepen.

De *Cutty Sark* is een zogeheten composietschip: een in elkaar geschroefde smeedijzeren spantenconstructie die is bekleed met houten planken. Na 135 jaar blootstelling aan zout zeewater en Londens regenwater is het ijzer ernstig aangetast door corrosie. Die wordt vooral veroorzaakt door chloride-ionen die in de poriën van het ijzer zijn getrokken en er met gewoon poetsen niet meer uit gaan.

Het idee is nu om de ijzeren delen in een bad van natriumcarbonaat te leggen en aan te sluiten als negatieve elektrode. De chloride-ionen worden zo als het ware uit het ijzer getrokken. Als tegenelektrode wordt titanium of roestvast staal gebruikt.

De techniek is ontwikkeld door Peter Lawton van de Hampshire County Council Museums Service. Bij een stalen schip uit de Eerste Wereldoorlog bleek het goed te werken. Bij een teststukje *Cutty Sark*, waar ook nog hout aan zat, ontstond echter een stinkend zwart slijm. Dat ligt vermoedelijk aan micro-organismen in het hout die door de veranderende condities actief worden.

Seelagh Campbell (Portsmouth University) heeft nu een gewijzigd proces ontworpen waarbij een beetje biocide wordt toegevoegd aan het elektrolysebad. Op die manier is het al gelukt een halve kilo zout uit een deel van de scheepsromp te halen.

Het plan is nu om de *Cutty Sark* te laten vollopen met elektrolyt, zodat men het onderste deel van de constructie in één keer van chloride kan ontdoen zonder het schip te hoeven demonteren.

Bron: BBC News Online, 18 augustus 2004

Welke stoffen spelen een rol?

- 1 Geef de naam van het zout dat de Cutty Shark bedreigt.
- 2 Geef de formule van natriumcarbonaat.
- 3 Wat is een biocide?

De corrosie (het roesten)

- 4 Geef de twee halfreacties die verlopen bij de corrosie (het roesten) van ijzer in zuurstofrijk water.
- 5 Leid met de twee halfreacties van vraag 1 de reactievergelijking af voor het roesten van ijzer.

De redding

In de vierde alinea van het artikel staat het proces beschreven dat men wil gebruiken om de theeklipper te beschermen.

6 Geef de optredende halfreacties aan het ijzeren deel en de aan titaniumtegenelektrode.

7 Leg uit wat het effect is van het aansluiten van de ijzeren delen als negatieve elektrode.

8 Kan het verwijderen van "een halve kilo zout" door elektrolyse worden verklaard?

Elektrolyse redt theeklipper ANTWOORDEN

1 Natriumchloride

2 Na_2CO_3

3 Een stof die (micro-organismen) doodt.

4 $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$ en $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$. Totaalvergelijking: $2 \text{Fe} + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_2$ gevolgd door 5 4

$\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Fe}(\text{OH})_3$

6 Negatieve elektrode (het ijzeren deel): $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$ en $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$; positieve elektrode (de titaniumtegenelektrode): $4 \text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^-$

7 Aansluiten op de negatieve pool zorgt voor de aanwezigheid van extra vrije elektronen in het ijzer en dan is de reactie $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$ onwaarschijnlijk.

8 Nee

Opmerking

De rol van de chloride-ionen is niet geheel duidelijk:

- aan het ijzeroppervlak is een groot aantal lokaal-elementjes aanwezig. De snelheid van de corrosie hangt af van de weerstand van de stroomkring (ionengeleiding door het vochtlaagje aan het oppervlak sluit die kring

- chloride-ionen vergroten de geleidbaarheid in het vochtlaagje), de weerstand daalt, de stroom wordt groter en de omzettingssnelheid ook.

- chloride-ionen trekken water aan: het schip op het droge in het museum, krijgt toch vochtige spanten en lokaalelementjes worden bevorderd.

- chloride-ionen vormen complexe ionen met de Fe^{2+} ionen. $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4^{2+}$ wordt omgezet in $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}^+$ of $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ wordt omgezet in $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}^+$ wat wellicht Fe^{2+} onttrekt aan het evenwicht $\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$ ($\text{Fe} + 4 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4^{2+} + 2 \text{e}^-$).

Alles bij elkaar genoeg om de corrosie van ijzer aanzienlijk te versnellen.

CORTERRA MARKTRIJP

In Montreal, Canada, wordt 's werelds eerste grootschalige productie-installatie opgestart voor polytrimethyleentereftalaat (PTT), beter bekend onder de merknaam Corterra. Hij is eigendom van PTT PolyCanada, een 50/50 joint venture van Shell Chemicals en de Canadese investeerder SGF Chimie. Eind dit jaar moet hij op zijn ontwerpcapaciteit van 95.000 ton per jaar zitten.

PTT wordt gemaakt uit 1,3-propaandiol (PDO) en tereftaalzuur. Het combineert de chemische resistentie van polyesters met de mechanische eigenschappen van nylonvezels. Corterra heeft weinig last van elektrostatische oplading, is gemakkelijk te ver-

ven of te bedrukken, is kleurecht en voelt lekker zacht aan. Bovendien zijn vlekken er gemakkelijk uit te krijgen. Volgens Shell is het al met al de eerste belangrijke textielvezel sinds veertig jaar. Het polymeer is in 1941 al gepatenteerd, maar werd commercieel pas interessant toen Shell ontdekte hoe je PDO betaalbaar kunt produceren door continue hydroformylering van etheenoxide. Om er vervolgens Corterra van te maken, wordt in Montreal een nieuw continuproces voor polycondensatie in de vloeistoffase toegepast. In eerste instantie zal de productie grotendeels opgaan aan tapijten. Maar er zijn ook klanten die er autostoelen, sportkleding en tandenborstels van willen maken. ●

Corterra heeft vele positieve eigenschappen.

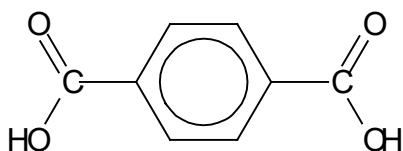
1 Noem de positieve eigenschappen van Corterra die in het artikel worden genoemd.

Het polymeer PTT is al in 1991 gepatenteerd.

2 Waardoor heeft het zo lang geduurd voordat PTT op gróte schaal kon worden gemaakt?

3 Wat betekent de afkorting PDO? Noteer de naam en teken de structuurformule.

De structuurformule van tereftaalzuur staat hieronder weergegeven:



4 Geef de rationale naam van tereftaalzuur.

Polytrimethyleentereftalaat (PTT) ontstaat uit een polymerisatiereactie van tereftaalzuur en 1,3-propaandiol.

5 Teken een stukje van de structuurformule van PTT, waarbij de monomeren afwisselend aanwezig zijn.

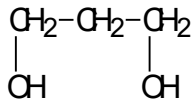
6 Wat voor type polymerisatiereactie is nodig om PTT te maken uit tereftaalzuur en 1,3-propaandiol?

Corterra marktrijp ANTWOORDEN

1 Corterra heeft weinig last van elektrostatische oplading, is gemakkelijk te verven of te bedrukken, is kleurecht, voelt lekker zacht aan en vlekken zijn makkelijk te verwijderen.

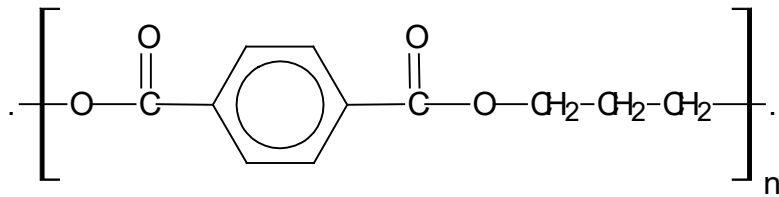
2 Het werd pas commercieel interessant toen Shell ontdekte hoe je PDO betaalbaar kunt produceren (door continue hydroformylering van etheenoxide).

3 PDO=1,3-propaandiol. Structuur:



4 1,4-benzeendicarbonsuur

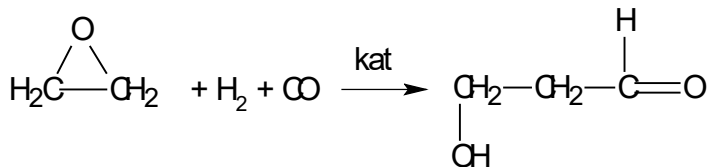
5



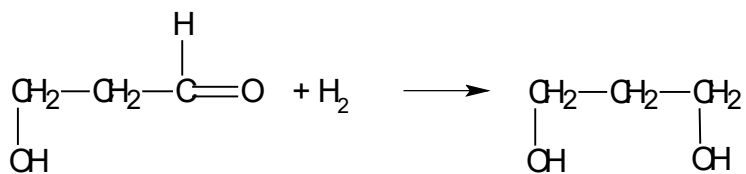
6 Polycondensatiereactie of polyveresteringsreactie.

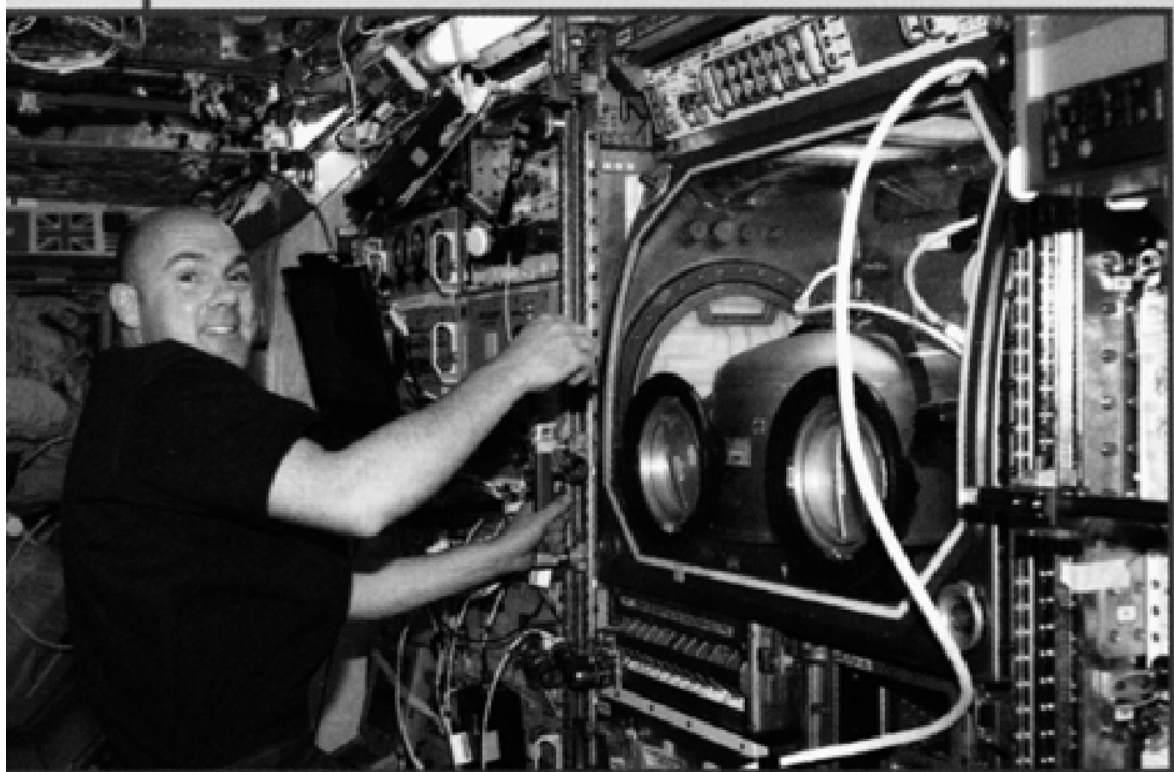
Toelichting hydrofomylering: het proces verloopt waarschijnlijk in twee stappen:

a de eigenlijke formylering tot een aldehyde



b de reductie tot het dialkanol





Hoe komt het dat in het ISS bijna nooit zuurstoftekort is?

Jonas Goossens, België

In de ruimte is bijna geen zuurstof, dus nemen astronauten het mee. Niet met flessen op de rug maar in de vorm van water. Met stroom van zonnepanelen wordt dat water door elektrolyse gescheiden in waterstof en zuurstof: waterstof voor de aandrijving en zuurstof voor de mensen. Uiteindelijk moet dat een gesloten systeem zijn

waarin elk molecuultje wordt teruggewonnen. Maar dat lukt nog niet helemaal. De zuurstof opvangen die astronauten uitblazen, is momenteel bijvoorbeeld onderwerp van onderzoek. Waar wel echt een gebrek aan is in het ISS? Aan frisse lucht. Nadat André Kuipers was geland, zei hij dan ook: 'Wat ruikt de aarde toch lekker.'

- 1 Beantwoord de vraag in de kop van het artikel.
- 2 Geef de reactievergelijking van het proces dat beschreven wordt.
- 3 Wat is de beperkende factor voor de zuurstoflevering aan de astronauten in het ISS?

De zin "Met stroom van zonnepanelen wordt dat water door elektrolyse gescheiden in waterstof en zuurstof." is chemisch gezien niet geheel juist.

- 4 Verbeter de zin zo dat het chemisch wel juist is.

ISS en zuurstoftekort ANTWOORDEN

- 1 Omdat men er water omzet in waterstof en zuurstof.
- 2 $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$
- 3 Dat men voldoende water meegenomen heeft aan boord. Zonlicht
- 4 "Gescheiden" moet worden vervangen door "ontleed".

Brabants Dagblad, 18 juni 2004

Gezuiverd water Fuji schoner dan schoon



FujiFilm heeft gisteren een nieuwe installatie geopend voor zuivering van het eigen afvalwater. Dat water is nu helemaal schoon voor hergebruik. Zo schoon zelfs dat het niet verstandig is het te drinken.

Tilburg **FujiFilm**
door Anita de Haas

FujiFilm in Tilburg pompt jaarlijks twee miljoen m³ grondwater op als grondstof voor de productie van fotorolletjes en fotopapier. Het schone grondwater en de schone lucht waren 22 jaar geleden reden voor het Japanse concern om de Europese fabriek in Tilburg te vestigen. Het concern afficheert zich wereldwijd als een 'groen' bedrijf dat met zorg en verantwoordelijkheid met het milieu om wil gaan.

Daarom ook kregen knappe koppen als bouwkundig ingenieur Hans Notenboom bij FujiFilm zeven jaar lang de ruimte te zoeken naar de ultieme manier om het eigen afvalwater te zuiveren tot hergebruik-kwaliteit. En dat is er nu. De nieuwe zogeheten 'membraan bio-installatie met omgekeerde osmose' werd gisteren officieel geo-

pend door staatssecretaris Pieter van Geel van Milieu en Fuji-topman Yoshiteru Sata. Het water is schoner dan schoon en omdat er ook geen zouten en mineralen meer inzitten is het zelfs te schoon om te drinken. „Je zou er ziek van worden omdat dit water het van nature aanwezige zout aan het lichaam onttrekt”, zegt Eric van Sonsbeek, chemisch technoloog van het Belgische bedrijf Seghers-Keppel dat de installatie bouwde.

Een installatie van een omvang als bij Fuji die water van de procesindustrie op dit niveau zuivert, staat nog nergens in Nederland. Voor de investering van 2,3 miljoen euro kreeg Fuji daarom 358.000 euro subsidie uit het LIFE-programma van de Europese Unie.

Op voorwaarde overigens dat Fuji de kennis van dit systeem ook naar anderen uitdraagt. In Tilburg wordt momenteel even-

• Staatssecretaris Van Geel (r) en Fuji-topman Sata tappen een glas 'puur' water bij het eindstation van de nieuwe zuiveringsinstallatie.
Foto John Schouten/PVE

eens met LIFE-subsidie een zelfde soort installatie gebouwd om 'beekwater' om te zetten in 'industriewater'

'Wij staan alles toe, zolang het problemen oplost'

Hyperfiltratie

De essentie van de installatie zit in de hyperfiltratie door middel van membraanpanelen en -buizen in de verschillende biologische zuiveringsfasen. De panelen - 1200 in totaal - worden gemaakt in Japan, zien eruit als papier, maar zijn gemaakt van een supersterke rubberachtige poriëndoordlatende vezel. Het vervuilde afvalwater wordt door de poriën geperst (omgekeerde osmose), die zo klein zijn dat er uiteindelijk alleen watermoleculen - dus water

In de kop van het artikel staat dat het water schoner is dan schoon.

1 Leg uit wat daarmee wordt bedoeld.

2 Wat is de essentie van de nieuwe installatie?

3 Beschrijf hoe omgekeerde osmose verloopt.

Kijk voor een animatiefilm over het waterzuiveringsproces op http://www.visualitys.nl/fuji_mbr/mbr_internet.html

Bekijk de verschillende onderdelen.

4 Geef het waterzuiveringsproces in een blokschema weer.

In het waterzuiveringsproces komen enkele scheidingmethoden voor.

5 Noem die scheidingmethoden en geef aan op welk principe ze zijn gebaseerd.

“Het water is zo schoon, dat je er ziek van zou worden.”

6 Leg uit waardoor je dan ziek wordt.

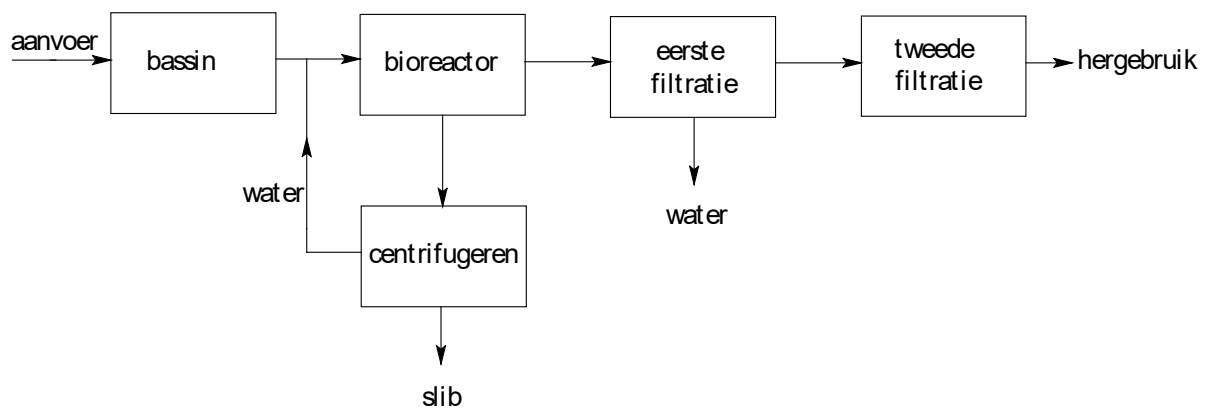
Gezuiverd water Fuji schoner dan schoon ANTWOORDEN

1 Er zitten zelfs geen mineralen en zouten meer in. Dardoor is het “te schoon is om te drinken”.

2 Hyperfiltratie door middel van membranen.

3 Het membraan bevat poriën. Het vervuilde afvalwater wordt door de poriën geperst. Alleen de watermoleculen kunnen het membraan passeren.

4



5 Filtreren: verschil in deeltjesgrootte. Centrifugeren: verschil in dichtheid.

6 Het water onttrekt zout aan je lichaam.

In het voorjaar van 2004 startte de rage van de scoubidou-touwtjes. In de pers verschenen berichten over het gevaar van de aanwezige weekmakers in deze touwtjes.

Weekmakers zijn kleine deeltjes die tussen grotere PVC-moleculen worden gestrooid om het plastic buigzaam te maken. Ze komen ook voor in kunststof tafelkleden, verpakkingen, lijm en cosmetica. De weekmakerdeeltjes kunnen vrijkomen.

Je treft hierna een aantal artikelen aan die in de zomer rond het gevaar van weekmakers in scoubidou-touwtjes zijn verschenen.

1 Analyseer de artikelen op feiten over de weekmakers in touwtjes. Noteer deze feiten.

2 Leg uit of jij kinderen met scoubidou-touwtjes zou laten spelen. Onderbouw je uitleg met argumenten.

NRC Handelsblad, 29 juli 2004

Snelle rages, snelle zorgen

Door een onzer redacteurs
ROTTERDAM, 29 JULI. De meeste speelgoedrages zijn een kort leven beschoren. Fabrikanten kunnen door slimme marketing een product mateloos populair maken onder kinderen, maar „kinderen zappen snel”, zegt Rob Antonissen, redacteur van het tijdschrift *Speelgoed en Hobby*. De desinteresse van kinderen is echter niet de enige oorzaak van een vroege dood van een product. Steeds vaker wordt speelgoed uit de handel genomen of door ouders afgepakt omdat het onveilig blijkt of zou kunnen zijn.

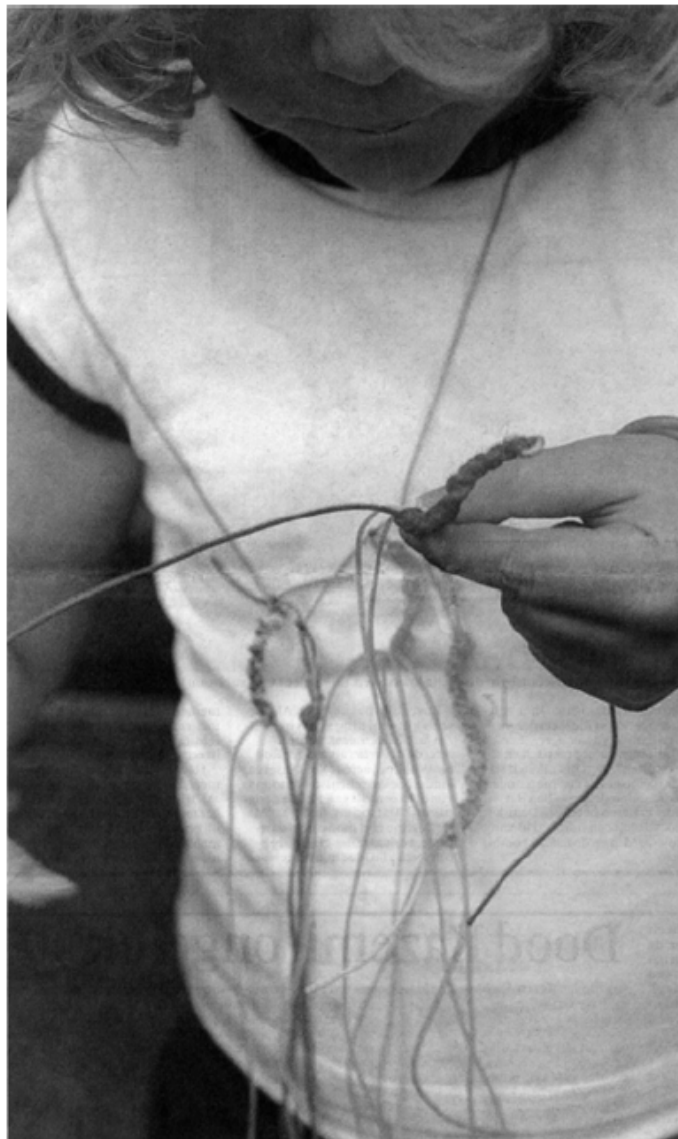
In de afgelopen jaren waren het bijvoorbeeld de aluminium stepjes, Pokémonballen, Teletubbiepoppen en waterjojo's die bij nader inzien niet veilig geacht werden. Eerder dit jaar werden de Yugi-oh-kaarten op veel scholen verboden omdat kinderen er zo door gefascineerd raakten dat het leidde tot pesterijen, diefstal, leugens en vechtpartijen.

Ouders, fabrikanten en overheden worden voorzichtiger met speelgoed. In 2002 nam het Zweedse interieurconcern Ikea een teddybeer terug omdat als het vachtje los zou raken, kinderen de kralen die in het beertje zaten zouden kunnen inslikken. Er had zich toen nog geen incident voorgedaan, maar fabrikanten zijn heel alert uit angst voor imago-schade.

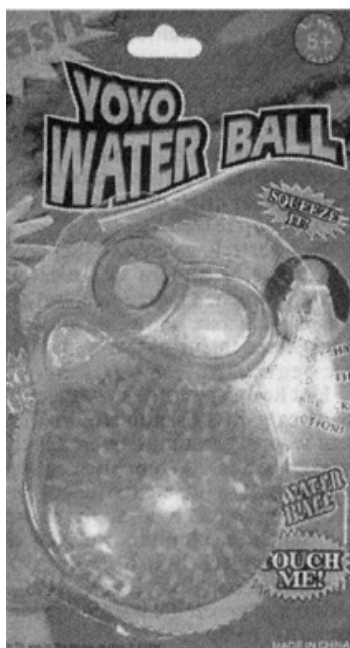
Ook ouders kijken nauw toe op het speelgoed en de rage van het moment. „De rages volgen elkaar snel op. Ouders bekijken het pro-

duct dat op dat moment onder de aandacht is kritisch”, zegt Antonissen. Hij waarschuwt voor een overdreven reactie op de aanwezigheid van ftalaten in scoubidou-touwtjes. „Uit het Duitse onderzoek bleek dat een baby die jarenlang ongeveer 24 uur per dag aan dat speelgoed sabbelde, een probleem met de geslachtsorganen

zou kunnen krijgen. Het is maar de vraag of kinderen op die touwtjes sabbelen.” Toch is het volgens hem niet zo dat er met alle speelgoed wel iets mis kan zijn. Ieder product moet voldoen aan het Europese CE-keurmerk. Volgens Antonissen is een product dan absoluut veilig. „Maar dat wil niet zeggen dat er niets kan gebeuren.”



Met scoubidou-touwtjes kunnen kinderen vlechten en knopen. (Foto NRC Handelsblad, Vincent Mentzel)



De waterjojo werd in 2003 uit de handel genomen omdat het elastische touwtje om de nek van kinderen zou kunnen raken.



De Teletubbie-poppen waren gefabriceerd uit pvc dat was zachtgemaakt met ftalaten. Ze werden in 1999 uit de winkels gehaald.



Aluminium stepjes waren in 2002 een gewild kerstcadeau. Maar kinderen konden er hard mee vallen. De rage was snel voorbij.

Kinderen zuigen weekmaker met hormonale werking uit pvc

Weekmakers dienen om hard pvc zacht te maken. Ze verdwijnen na verloop van tijd uit het plastic. Hun werking in het lichaam is niet geheel bekend.

Door een onzer redacteurs

ROTTERDAM, 29 JULI. De vondst van zeer hoge gehalten aan weekmakers in scoubidou-touwtjes in Duitsland heeft tot grote consternatie geleid. De minister van milieu van Noordrijnland-Westfalen, Bärbel Höhn, heeft ouders opgeroepen erop toe te zien dat kinderen de scoubidou-touwtjes niet in de mond nemen, waardoor de ftalaten via het mondslijmvlies opgenomen kunnen worden. Omdat de touwtjes vaak hol zijn, gebruiken de kinderen ze ook als rietjes om te drinken, met hetzelfde effect. Zolang het gehalte aan weekmakers in kinderspeelgoed niet wettelijk geregeld is, verzoekt Höhn importeurs en fabrikanten op vrijwillige basis het gehalte aan weekmakers te verlagen.

Greenpeace wijst erop dat de grote fabrikanten van kinderspeel-

goed het advies gevolgd hebben en hun speelgoed maken van plastic zonder weekmakers. Volgens een woordvoester zijn er echter altijd fabrikanten die zich daar niets van aantrekken. „Het zijn nu de nieuwe fabrikanten en vooral de fabrikanten van de vele namaak die je op de markt koopt, die wel veel ftalaten gebruiken.”

Volgens de huidige EU-richtlijnen kunnen de ftalaten in kinderspeelgoed niet verboden worden. Er ligt sinds 1 juni 2004 bij de EU een voorstel om het ftalaatgehalte bij kinderspeelgoed voor kinderen beneden de drie jaar te verlagen tot 0,1 procent. Overwogen wordt dit uit te breiden tot alle speelgoed. In Nederland geldt een tijdelijk verbod voor kinderspeelgoed met een hoog gehalte aan ftalaten voor kinderen tot drie jaar. Dit tijdelijk verbod wordt geregeld verlengd.

Weekmakers worden toegevoegd aan kunststoffen, in het bijzonder polyvinylchloride (pvc), om ze zacht te maken. Pvc zonder weekmaker is hard. Het probleem van weekmakers is dat ze geleidelijk uit het plastic verdwijnen. Ze verdampen of kruipen in andere stoffen. Hoewel niet onomstote-

lijk vaststaat dat weekmakers schadelijk zijn, zijn sommige toch verdacht. Vooral de grote groep van ftalaten is niet onomstreden.

De meest toegepaste weekmakers zijn di(2-n-ethylhexyl)ftalaat (DEHP), dibutylftalaat (DBP) en diisobutylftalaat (DIBH). DBP komt van nature ook in sommige planten voor, zoals selderij en lavas. In hoge concentratie vertonen sommige ftalaten een hormonale werking, in het bijzonder van het vrouwelijk hormoon oestradiol.

Er bestaat daarom het vermoeden dat deze ftalaten ook in lagere doseringen effecten kunnen hebben, die de vruchtbaarheid kunnen beïnvloeden en mogelijk zelfs tot onvruchtbaarheid leiden. Kankerverwekkende eigenschappen van ftalaten zijn alleen bij zeer hoge doses gevonden. De Europese Commissie heeft daarom bepaald dat DEHP niet als een carcinogene stof hoeft te worden aangemerkt. Pvc, zachtgemaakt met DEHP, wordt in de EU en de VS toegelaten voor de verpakking van voedingswaren. Ook is deze zachte plastic voorgeschreven voor het bewaren van bloed- en plasmaproducten.

Plastic touwtje in opspraak

Door een onzer redacteurs

ROTTERDAM, 29 JULI. De Consumentenbond heeft gisteren de Voedsel en Waren Autoriteit gevraagd na te gaan of zich in zogeheten scoubidou-touwtjes ongewenst hoge gehalten weekmakers (ftalaten) bevinden. De toezichthouder op voedsel- en productveiligheid heeft het verzoek in beeld.

Ftalaten zijn niet acuut giftig, maar kunnen bij opname in het lichaam een hormoonachtige werking uitoefenen en mogelijk onvruchtbaarheid veroorzaken. De

Consumentenbond heeft ouders opgeroepen erop toe te zien dat kleine kinderen niet sabbelen op de plastic scoubidou-touwtjes.

Weekmakers worden aan bepaalde kunststoffen toegevoegd om ze soepel te houden. Deze zachte plastic producten worden op den duur echter hard doordat de weekmakers verdampen of afgeven aan de omgeving. De houdbaarheid van sommige kunststoffen raakt onder kinderen geworpen. Van de felgekleurde touwtjes knopen ze armbandjes, sleutelhangers en andere figuren. Sommige scoubidou-touwtjes geven licht in het donker.

In de Duitse deelstaat Noordrijnland-Westfalen heeft het ministerie voor Arbeid in zestien monsters van scoubidou-touwtjes, die daar zijn aangeschaft bij verschillende fabrikanten en importeurs, gehalten aan dibutylftalaat (DBP) 0 tot 28,9 procent vast-

gesteld. De gehalten aan di(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP) varieerden tussen 0 en 30,3 procent. In enkele touwtjes werden ook andere ftalaten gevonden. In een touwtje werd samen 34,7 procent DBP en DEHP vastgesteld.

Greenpeace heeft tussen 1997 en 2000 actie gevoerd tegen ftalaten in kinderspeelgoed. In recent onderzoek, uitgevoerd in opdracht van Greenpeace, vond TNO 20 procent ftalaten in een scoubidou-touwtje dat op de markt was gekocht. Een touwtje dat in de winkel was gekocht bevatte 13 procent ftalaten, merendeels DEHP.

Ook de Voedsel en Waren Autoriteit heeft in een vooronderzoek vastgesteld dat scoubidou-touwtjes die in Nederland zijn gekocht ftalaten bevatten. Hoe hoog de gehalten zijn, moet nader onderzoek uitwijzen. Over dit onderzoek neemt de hoofdinspecteur vandaag een besluit.



Scoubidou van de schappen

Meisjes kopen Scoubidou-draden op de Albert Cuypmarkt in Amsterdam. De gekleurde plastic touwtjes, waarmee allerlei figuren kunnen worden geknoopt, zijn donderdag door veel speelgoedwinkels uit voorzorg van de schappen gehaald. Uit een steekproef van TNO is gebleken dat touwtjes die in Nederland zijn verkocht, grote hoeveelheden ftalaten (giftige weekmakers) bevatten die schadelijk voor de gezondheid kunnen zijn. De Voedsel- en Warenautoriteit (VWA) onderzoekt nu hoeveel chemische stoffen vrijkomen als kinderen lang op de draden sabbelen. Zie pagina 3

FOTO JEAN-PIERRE JANS

RIVM doet onderzoek naar weekmakers in Scoubidou's

Van onze verslaggever
Michael Persson
AMSTERDAM

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) gaat onderzoeken of sabbelen op Scoubidou-touwtjes gevaar kan opleveren. In de touwtjes zitten stoffen die bij proefdieren aandoeningen aan lever, nieren en testikels veroorzaken.

Het is de vraag in welke mate kinderen de stoffen binnenkrijgen als ze op de touwtjes zuigen. De Voedsel en Waren Autoriteit (VWA), opdrachtgever van het onderzoek aan het RIVM, zegt dat de touwtjes bij normaal gebruik niet gevaarlijk zijn. De Consumentenbond raadt voor de zekerheid aan om de touwtjes niet in de mond te stoppen, niets te eten tijdens het spelen, en na gebruik de handen te wassen.

In de touwtjes zitten zogeheten ftalaten. Dat zijn weekmakers,

kleine deeltjes die zich als een soort kogellagers tussen de grotere pvc-moleculen nestelen, en het plastic op die manier buigzaam maken. De ftalaten kunnen echter uit het plastic loslaten.

Hoe snel dat gaat, is onduidelijk. Uit voorzorg geldt dat speelgoed voor kinderen tot drie jaar oud hooguit 0,1 procent ftalaten mag bevatten. Voor oudere kinderen, die worden geacht geen speelgoed in hun mond te stoppen, is er geen norm.

Uit een steekproef van TNO, uitgevoerd in opdracht van milieuorganisatie Greenpeace, blijkt dat de Scoubidou-touwtjes tot 20 procent weekmakers bevatten. Een onderzoek in Duitsland vond percentages boven de 30 procent.

Het RIVM heeft het afgelopen jaar al laboratoriumproeven met nepspeeksel uitgevoerd om de opname van ftalaten te simuleren. Na onderdompeling hierin van een pvc-schijfje ter grootte van een twee-euromuntstuk bleek na

een uur 180 microgram ftalaat te zijn losgekomen. De Europese Unie hanteert een bovengrens van 37 microgram per kilo kind.

Daarbij ging het om het ftalaat DINP. De door TNO in de Nederlandse Scoubidou-touwtjes aangetroffen ftalaten zijn echter van het type DEHP. Daarvan zegt het RIVM in zijn rapport zonder omhaal dat dat 'een risico vormt voor kinderen en daarom moet worden gereduceerd'.

Een woordvoerder van Greenpeace noemt het 'godgeklagd' dat de ftalaten weer opduiken in kinderspeelgoed. De afgelopen jaren zijn er juist convenanten gesloten met onder meer Sony en Adidas om de stoffen uit te bannen.

Onderzoekers in Wageningen en van het bedrijf Cerestar werken al enkele jaren aan alternative weekmakers, op basis van zetmeel. Volgens onderzoeker Robert van Tuil werken die op laboratoriumschaal goed.

Allergisch door ftalaten

Er bestaat een duidelijk verband tussen allergische symptomen bij kinderen, waaronder astma, en bepaalde ftalaten die bij hen thuis in het huisstof zitten. Dat blijkt uit een Zweeds-Deens onderzoek dat onlangs is verschenen in het blad *Environmental Health Perspective*.

Het onderzoek betrof 400 kinderen, waarvan er 198 een allergie hadden. In hun slaapkamers zijn stof- en luchtmonsters genomen. Het stof uit de woningen van de allergische kinderen bevatte hogere concentraties butylbenzylftalaat (BBzP) dan dat uit de huizen van gezonde kinderen. Daarbij bleek een correlatie te bestaan tussen de BBzP-concentratie en het voorkomen van rhinitis (loopneus en tranende ogen) en eczeem. Een dergelijke correlatie werd ook gevonden tussen di(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP) en ademhalingsproblemen.

De correlaties bleken tevens kwantitatief: hoe hoger de dosis ftalaten, des te erger de klachten.

Diethylftalaat (DEP), diisobutylftalaat (DIBP), di-n-butylftalaat (DnBP) en diisononylftalaat (DINP) werden ook in het stof aangetroffen, maar konden niet in verband worden gebracht met medische klachten. De onderzoekers denken dit te kunnen verklaren uit verschillen in chemische en toxicologische eigenschappen.

Ftalaten zijn de afgelopen veertig jaar op grote schaal als weekmakers verwerkt in de kunststof pvc. Er komen steeds grotere hoeveelheden van in het milieu terecht. Tot nu toe zijn er geen harde bewijzen dat dat echt kwaad kan. Maar het is op z'n minst opvallend dat de laatste veertig jaar het aantal allergiepatiënten explosief is gestegen.

bron: persbericht Swedish Research Council (Vetenskapsrådet), 16 augustus 2004

'Je komt handen tekort, en dan gebruik je je mond'

Reportage | Scoubidou-knopers reageren laconiek op nieuws

Veel, maar niet alle winkels haalden donderdag Scoubidou-touwtjes uit de handel. De veelal jonge gebruikers zijn niet onder de indruk van de mogelijke risico's.

Van onze verslaggeefster
Willemijn Steutel
AMSTERDAM

Een felroze, een groene en een doorzichtige met glitters. Joyce Brink (11) heeft zojuist zorgvuldig een aantal van de razend populaire Scoubidou-draadjes uit een mand geplukt. Met haar moeder en zusje Mandy (13) gaat ze donderdag de kraampjes op de Albert Cuypmarkt in Amsterdam langs, speciaal voor de plastic touwtjes die op de Nederlandse schoolpleinen massaal tot sieraden en figuurtjes worden geknoopt.

Woensdag bleek dat de touwtjes giftige weekmakers bevatten. Hoewel moeder Agnes Brink wel heeft gehoord 'dat je er misschien kanker van kunt krijgen', verbiedt ze het speelgoed niet. 'Het lijkt me een beetje hysterisch. Ze moeten wel met hele harde bewijzen komen willen mijn dochters met hun verslaving stoppen.'

'We deden de touwtjes altijd in onze mond, want je komt altijd handen tekort', zegt Mandy.

'Maar nu doen we dat niet meer.' Met vliegensvlugge vingers laat ze zien dat het ook goed gaat zonder haar tanden te gebruiken. Binnen enkele seconden knoopt ze het begin van een dik koord. 'Het gaat alleen zo traag als je je mond niet mag gebruiken. Misschien doe ik het touw anders alleen tussen mijn lippen', zegt Mandy.

Bij speelgoedzaak Bart Smit, even verderop, worden de berichten over het risico van Scoubidou serieus genomen. 'Dit krijg ik net binnen vanuit het hoofdkantoor', zegt werknemster Petra Vermeu-

'Mijn dochters zijn te verslaafd om zomaar te stoppen'

len. Ze laat een A4-tje zien waarop in grote letters het woord 'spoedbericht' te lezen valt. 'Artikelen onder de naam Scoubidou, Filofun, Ropes en Knoopiedoen per direct uit de schappen halen!' staat erop. 'Ik sla ze op in het magazijn', zegt Vermeulen. 'Later horen we of de producten terug moeten naar de groothandel.'

Haar collega Ruben van Eunen reageert verbaasd op het spoedbericht van hogerhand. Hij heeft de touwtjes vandaag nog goed verkocht. 'Mensen reageren heel la-

coniek op het nieuws. Zo van: Wie stopt zoiets dan ook in zijn mond?'

Laconiek is ook de houding van veel marktkooplui. 'Bij iedere rage hebben ze wel weer wat', zegt koopvrouw Cisca Akkerman. 'Een paar jaar geleden waren plastic speentjes in de mode, die je om je nek moest hangen. Toen werd er ook geroepen dat je er kanker van zou krijgen.'

Bij een ander stalletje wordt maar één product verkocht. Een jongen zit tussen de grote berg touwtjes druk te knopen. 'Dat durf ik nog best', zegt hij. 'Mijn zusje gebruikt ze zelfs als rietje, want veel draadjes zijn hol.'

Net als Bart Smit besloot Inter-toys Nederland donderdag de draadjes uit de verkoop te halen. In het filiaal in de Van Woustraat liggen ze 's middags echter nog in grote hoeveelheden in het schap.

Ook in het filiaal van Blokker in de Ferdinand Bolstraat, vlakbij de markt, staan de bakken met 'hobbydraad' bij de kassa opgesteld. Blokker besloot donderdag het product juist niet uit de schappen te halen, hoewel in de variant die Blokker verkoopt een flink percentage chemische stoffen is gevonden. 'Ik heb alleen te horen gekregen dat er een onderzoek loopt. Zolang verkopen wij gewoon', zegt een werknemer. 'Maar ik zeg er wel bij dat kindjes het spul niet in hun mond moeten steken.'

Bagatelliseer weekmaker in scoubidou niet

De kans dat mensen nadelige effecten ondervinden van weekmakers in scoubidou-touwtjes, geldt als klein.

Maar **L. Meijer** en **P.J.J. Sauer** hebben hun twijfels of op langere termijn de schade toch niet groter zal zijn.

De afgelopen dagen was er veel ophef over de aanwezigheid van ftalaten, chemische stoffen die gebruikt worden als weekmakers in plastics, zoals scoubidou-draadjes. Bij beantwoording van de vraag of ftalaten in scoubidou-draadjes een gevaar voor de gezondheid vormen, dienen twee aspecten aandacht te krijgen. In de eerste plaats: zijn ftalaten op zich – potentieel – schadelijk voor de mens? In de tweede plaats: vormt de potentiële opname van deze stoffen uit de scoubidou-draadjes een gevaar voor de mens, gegeven de gehalten en de vorm waarin ze aanwezig zijn in deze producten.

Ftalaten is een verzamelnaam voor een grote groep stoffen die zeer uitgebreid door de industrie gebruikt worden. Ze worden merendeels, 90 procent, gebruikt als

weekmakers in plastic (PVC) in verpakkingsmiddelen van voedsel, tafelkleden, kinderspeelgoed, vinyl vloerbedekkingen maar ook in inkt, lijmen, cosmetica en vele andere toepassingen. De stoffen zijn ook aangetoond in huisstof. De blootstelling van de mens aan ftalaten is daardoor – relatief – hoog. Na blootstelling worden de stoffen door de mens opgenomen door het maagdarmkanaal. Waarschijnlijk vindt ook via inhalatie opname plaats. Opname via de huid is van minder belang, hoewel opname bij gebruik van cosmetica wel waarschijnlijk lijkt.

Het meest gebruikte ftalaat is Di(2-ethylhexyl)-ftalaat, afgekort als DEHP. Over de effecten van blootstelling aan deze stof bij de mens is zeer weinig bekend. Een onderzoek bij jonge meisjes heeft mogelijk verband tussen blootstel-

ling aan DEHP en een vroegtijdige borstontwikkeling bij de meisjes aangetoond. In deze studie uit Puerto Rico werd een verband gelegd tussen de voortijdige borstontwikkeling en gehalten DEHP in het bloed van deze meisjes.

Een probleem met deze studie is, zoals met veel toxicologische studies bij mensen, dat niet onduidelijk is dat de vroege puberteit door DEHP zelf is veroorzaakt. De mens is blootgesteld aan een veelheid van chemische stoffen. Dat de meisjes bij wie de puberteit vroeger intrad een hogere spiegel DEHP hadden dan een controlegroep, is een mogelijke aanwijzing maar nog geen onomstotelijk bewijs dat DEHP daarvan de oorzaak is.

Zeer uitgebreid onderzoek is verricht bij proefdieren, berichten over risico's van blootstelling bij de mens zijn derhalve vrijwel volledig afkomstig van extrapolatie bij proefdieren. Bijzonder weinig onderzoek is gedaan bij de mens. Dit kan deels verklaard worden door een tekort aan geld voor dit onderzoek. Onderzoek naar effecten



Scoubidou-draadjes.

FOTO JEAN-PIERRE JANS – DE VOLKSKRANT

ten van stoffen op de ontwikkeling van kinderen duurt jaren.

Een tweede reden is dat de blootstelling van de mens aan een uitgebreid mengsel van stoffen moeilijk uitvoerbaar is. Het is daarmee bijzonder moeilijk het effect van één enkele stof te evalueren. Ook is het vaak onmogelijk een volledig niet-blootgestelde groep als controlegroep te vinden.

Proefdieronderzoek heeft een aantal negatieve effecten van DEHP aangetoond. In de eerste plaats blijkt DEHP een zogenaamd endocriene disruptor te zijn, dat wil zeggen dat ze effect kunnen hebben op de voortplanting en ontwikkeling, onder andere door de hormoonhuishouding te verstoren. Bij kortdurende hoge blootstelling van proefdieren aan DEHP werden afwijkingen in de testes en de productie van zaadcellen waargenomen. Ook was de seksuele ontwikkeling bij deze dieren vertraagd. Zoals bij veel stoffen blijkt met name de foetus tijdens de zwangerschap het meest kwetsbaar voor DEHP.

Blootstelling van proefdieren tijdens de zwangerschap toonde aangeboren afwijkingen en overlijden van ongeborenen. Afwijkingen werden gevonden aan de hersenen, botten, lever, nier en testes. Deze studies toonden aan, dat DEHP de placenta kan passeren en zo effecten bij de foetus kunnen uitoefenen. Ook is vastgesteld dat DEHP aanwezig is in moedermelk, en zo invloed kan hebben op het jonge kind. Ten gevolge van hoge blootstelling aan DEHP bij jonge en volwassen dieren werden ook afwijkingen in de lever en nieren vastgesteld. Bij een hoge blootstelling werd ook de vorming van tumoren aangetoond. Of DEHP soortgelijke effecten bij de mens heeft is, zoals aangegeven,

niet bekend.

Weinig informatie is bekend betreffende spiegels van DEHP bij de mens. In de eerder aangehaalde studie bij jonge meisjes werden bij spiegels van 450 ng/g plasma effecten van vroegtijdige borstontwikkeling gezien. Zeer recent

Leg gebruik ftalaten voor zekerheid snel aan banden

door ons verricht onderzoek naar gehalten van een groot aantal stoffen bij negentig willekeurige personen in Nederland liet spiegels zien van DEHP van 10 tot > 5000 ng/g plasma. Soortgelijke spiegels werden ook gevonden in een studie in Italië. In deze studie werd ook bij de mens aangetoond, dat DEHP via de placenta overgaat naar het ongeboren kind. Inmiddels is ook aangetoond, dat DEHP bij de mens in moedermelk aanwezig is. In hoeverre de spiegels zoals die thans bij de mens gevonden worden, schadelijk zijn, is niet bekend.

De vraag in hoeverre scoubidou-draadjes schadelijk zijn voor kinderen is moeilijk te beantwoorden. Een studie zal moeten aanwijzen of de DEHP aanwezig in de draadjes door de kinderen wordt opgenomen. Vervolgens moet de intake via de draadjes afgezet worden tegen de intake via voedsel en andere bronnen. Pas daarna kan een uitspraak gedaan worden over de mogelijke negatieve effecten.

Gesuggereerd wordt dat de kans dat DEHP voor de mens negatieve effecten heeft, heel klein is. Dit

wordt gebaseerd op het gegeven, dat de mens reeds enige tijd aan relatief hoge gehalten DEHP wordt blootgesteld, en er nog geen nadelige effecten beschreven zijn. Tegen deze opinie willen wij krachtig stelling nemen. Van veel stoffen is bekend, dat ze schadelijker zijn voor het ongeboren kind dan voor een volwassene. Vervolgens kan het jaren duren voordat – subtiele – effecten bij een jonge volwassene blootgesteld tijdens de zwangerschap, zichtbaar worden. Uit het verleden kennen wij helaas voorbeelden. De studies die aantoonen dat stoffen als PCB's en dioxines schadelijk zijn voor het ongeboren kind, verschenen pas toen de productie van deze stoffen verboden c.q. sterk verminderd was.

Het gebruik van DES ter voorkoming van miskramen bij zwangeren bleek, jaren na het gebruik, afwijkingen aan de geslachtsorganen van de kinderen blootgesteld in utero te geven.

Los van de vraag of DEHP in scoubidou-draadjes schadelijk is, bestaan er grote zorgen over het uitgebreide gebruik van DEHP en andere ftalaten in de stoffen die ons bereiken. Het gevaar is niet geheel denkbeeldig dat, net zoals bij PCB's en dioxines, effecten pas jaren later kunnen worden aangetoond. Wellicht kan een les geleerd worden uit de ervaring met PCB's en dioxines en met het gebruik van DEHP zo snel mogelijk aan banden worden gelegd. Ftalaten aanwezig in scoubidou-draadjes zorgen in ieder geval niet voor vermindering van de blootstelling van kinderen aan deze stoffen.

L. Meijer is onderzoeker. P.J.J. Sauer is kinderarts in de Beatrix Kinderkliniek van het Academisch Ziekenhuis Groningen.

Sabbelen op scoubidou niet gevaarlijk

Door een onzer redacteurs
ROTTERDAM, 13 AUG. Sabbelen op scoubidou-touwtjes is niet gevaarlijk voor de gezondheid. De weekmakers (ftalaten) die het plastic zacht maken, komen slechts in zeer kleine hoeveelheden vrij. Deze hoeveelheden zijn niet schadelijk voor de gezondheid, ook niet bij kleine kinderen.

Dit blijkt uit een onderzoek dat de Voedsel en Waren Autoriteit (VWA) in samenwerking met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) heeft gedaan. Gisteren werden de resultaten aangeboden aan het ministerie van Volksgezondheid, welzijn en sport (VWS).

De VWA heeft 25 verschillende soorten scoubidou-touwtjes onderzocht. Daarin werden concentraties weekmakers aangetroffen van 14,2 tot 39,5 procent. Deze concentraties zijn nog hoger dan bij de touwtjes die in de Duitse deelstaat Nordrhein-Westfalen werden aangetroffen en die de aanleiding vormden tot het onderzoek. De hoogste gemeten concentratie

was daar 35 procent. De minister voor Milieu van de deelstaat ried ouders aan niet te laten spelen met de touwtjes. Ook deed zij een oproep aan winkels om de touwtjes niet te verkopen.

Niettemin concludeert de VWA dat spelen met de scoubidou-touwtjes geen gevaar opleveren voor de gezondheid. Dat komt door de lage snelheid waarmee de weekmakers uit het plastic vrijkomen. Zelfs als er door peuters van drie jaar dagelijks drie uur op de touwtjes wordt gesabbeld, blijft de hoeveelheid ver beneden de risicogrens. Het sabbelen werd in een proefopstelling (*in vitro*) nagebootst.

De VWA merkt erbij op dat sabbelen op de plastic touwtjes door kleine kinderen toch valt af te raden, in verband met verstikkingsgevaar. In twee touwtjes vond de VWA geringe hoeveelheden dibutyltin-verbindingen. Deze worden toegepast als stabilisator van het plastic. Nagegaan wordt of deze stof een schadelijk effect heeft op de gezondheid.

Door onze correspondent

BRUSSEL, 25 SEPT. Europese ministers van Economische Zaken hebben gisteren besloten weekmakers in plastic speelgoed en kinderverzorgingsartikelen te verbieden wegens gezondheidsrisico's. Het gaat om zes zogenoemde ftalaten. Deze stoffen zitten ook in scoubidoutouwttjes, die onlangs in Nederland in opspraak kwamen. Consumenten- en milieuorganisaties ijverden voor een verbod op weekmakers, die plastic soepel maken. Ftalaten zijn niet acuut giftig, maar kunnen een hormoonachtige werking hebben.

Verbod op weekmakers

Sinds 1999 geldt een tijdelijk Europees verbod op zes ftalaten. De EU-ministers scherpen het verbod nu aan en maken het permanent. Er komt een verbod op de ftalaten DEHP, DBP en BBP in speelgoed, omdat deze een toxisch effect op de voortplanting kunnen hebben. De ftalaten DINP, DIDP en DNOP worden verboden in speelgoed voor kinderen van 0-3 jaar, die in de mond „kunnen” worden genomen. In het

huidige tijdelijke verbod is sprake van producten die „bestemd” zijn om in de mond te worden genomen.

De ministers hebben met hun besluit tot een verbod gewacht op resultaten van wetenschappelijk onderzoek. De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit meende na onderzoek echter dat sabbelen op de touwtjes niet gevaarlijk is door de lage snelheid waarmee de weekmakers vrijkomen.

Scoubidou-touwtje gaat toch in de ban

Van onze verslaggever
Michael Persson
AMSTERDAM

Drie van de giftigste weekmakers in kinderspeelgoed worden verboden. Dat hebben de Europese ministers van Economische Zaken vrijdag in Brussel besloten. De maatregel houdt in dat sommige Scoubidou-vlechtouwtjes uit de handel zullen moeten worden genomen.

Naar verwachting gaat het verbod pas over een jaar in. Woordvoerders van diverse speelgoedketens zeggen daar niet op vooruit te willen lopen door de gewraakte producten nu al uit de schappen te halen.

Eind juli ontstond ophef over de touwtjes, toen bleek dat die soms hoge concentraties weekmakers (ftalaten) bevatten. Blokker en Intertoys namen het speelgoed toen tijdelijk uit de handel.

Twee weken later concludeerde het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) na onderzoek echter dat de touwtjes niet gevaarlijk zijn. De dosis die sabbellende kinderen binnenkrijgen is duizenden malen lager dan de hoeveelheden die tot schadelijke effecten leiden.

Dat Brussel de weekmakers nu toch in de ban heeft gedaan, is

daarmee niet in tegenspraak, zegt een woordvoerder van de Voedsel en Waren Autoriteit, die opdracht gaf tot het RIVM-onderzoek. 'Als kinderen alleen met de touwtjes spelen, is dat niet erg. Dat hebben wij laten onderzoeken. Er is toen niet gekeken naar wat er gebeurt als kinderen ook op ander speelgoed sabbelen.'

Weekmakers zijn kleine deeltjes die tussen grotere pvc-moleculen worden gestrooid om het plastic buigzaam te maken. Ze komen ook voor in kunststof tafelkleden, verpakkingen, lijm en cosmetica. De deeltjes kunnen vrijkomen.

Er was al een algemeen Europees verbod op alle ftalaten in speelgoed voor kinderen tot drie jaar. Voor de drie schadelijkste stoffen is dat nu uitgebreid naar kinderen van alle leeftijden.

Belangrijkste slachtoffer van de maatregel is de weekmaker DEHP (di-2-ethylhexylftalaat), die bij proefdieren aandoeningen aan nieren, lever en testikels blijkt te veroorzaken. Volgens hoogleraar kindergeneeskunde Sauer van de Rijksuniversiteit Groningen kunnen met name de foetussen van zwangere proefdieren er veel schade van ondervinden.

Het veel voorkomende, maar minder giftige DINP mag overigens nog steeds worden gebruikt, ook in Scoubidou-touwtjes.

Scoubidou-touwtjes ANTWOORDEN

Deze opdracht is geschikt voor groepswork. De leerlingen kunnen de artikelen verdelen. Ieder verzamelt dan gegevens. Die daarna in de groep vergeleken worden. Op basis van de gegevens vormt de groep een mening. Eventueel kunnen leerlingen nog extra informatie zoeken op Internet of in Chemische Feitelijkheden.

Intermediair, 17 juni 2004

Vitaminen

Waarom krijg je stoeve tanden na het eten van vers gekookte spinazie?

Jan van Hall, Nijkerk

■ 'Dat komt door het oxaalzuur in spinazie', schrijft Sytske de Waart, voedingskundige bij consumentenvereniging Goede Waar & Co. Oxaalzuur reageert makkelijk met kalk en dat voel je aan je kalkrijke tanden. 'Het vormt een onoplosbare verbinding, calciumoxalaat. Oxaalzuur bindt zich ook aan calcium in het voedsel. Die calcium kun je dan dus zelf niet meer benutten.' Veel kwaad kan dat niet, aldus De Waart, 'als je niet vaker dan twee keer per week een oxaalzuurrijke groente eet'. Oxaalzuur komt ook voor in rabarber en postelein, zo voegt hij daar nog aan toe. 'Je kunt het oxaalzuur tijdens het koken binden met een beetje krijt', aldus De Waart. 'Dat koop je bij de drogist, of maal je zelf uit een krijtje. Dan heb je minder last van stoeve tanden, maar het tast wel de smaak van de spinazie aan. 'In het geval van spinazie kun je het

In het artikel staat oxaalzuur reageert makkelijk met kalk".

1 Zoek in Binas de rationele naam op van oxaalzuur en noteer deze.

2 Geef de reactievergelijking van oxaalzuur en kalk (calciumcarbonaat).

Bij deze reactie ontstaan dan stoeve tanden. Er wordt ook een stof genoemd om dit tegen te gaan.

3 Welke stof wordt er genoemd?

4 Welk nadeel zou de genoemde stof kunnen hebben?

De zin "oxaalzuur bindt zich ook aan calcium in het voedsel" is chemisch gezien niet juist.

5 Verbeter de zin zo dat hij chemisch gezien juist is.

Tanden bestaan voor het grootste deel uit hydroxyapatiet ($\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$) en niet uit kalk. Maar hydroxyapatiet wordt ook aangetast door oxaalzuur.

6 Leg uit waarom hydroxyapatiet ook kan worden aangetast door oxaalzuur.

7 Geef je commentaar op de kop van het artikel.

Vitaminen ANTWOORDEN

1 Ethaandizuur ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)

2 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

3 Het toevoegen van een beetje krijt aan de spinazie tijdens het koken.

4 Het zou de smaak van de spinazie aan kunnen tasten.

5 Calcium moet zijn calciumionen.

6 Hydroxyapatiet bevat de basen OH^- en PO_4^{3-} die kunnen reageren met oxaalzuur, waardoor calciumionen vrij komen.

7 In het artikel is geen sprake van vitamines: foutje van de auteur.

SLIMME VERPAKKINGEN OPGAVEN

De vier artikelen hebben als onderwerp 'slimme verpakkingen': actieve verpakkingen en intelligente verpakkingen.

1 Leg uit wat het kenmerk is van een actieve verpakking.

2 Leg uit wat het kenmerk is van een intelligente verpakking.

3 Vul, aan de hand van de vier krantenartikelen, onderstaande tabel in voor de actieve verpakkingen.

<i>Toegepast bij</i>	<i>Bestrijdt de boosdoener</i>	<i>Werking is gebaseerd op</i>	<i>Risico van de actieve verpakking</i>	<i>Gevonden in artikel uit</i>

4 Vul, aan de hand van de vier krantenartikelen, onderstaande tabel in voor de intelligente verpakkingen.

<i>Toegepast bij</i>	<i>Werking is gebaseerd op</i>	<i>Risico van de intelligente verpakking</i>	<i>Gevonden in artikel uit</i>

Verpakking in actie tegen bederf

Conditie van levensmiddelen worden beïnvloed

Voorverpakt brood dat anderhalve maand houdbaar blijft, bananen die twee weken in de fruitmand kunnen liggen. In de juiste verpakking blijven levensmiddelen langer houdbaar, en behouden ze smaak en geur.

Marcel aan de Brugh

De grootste vijand van verpakte levensmiddelen is zuurstof. Het verpest bier, bevordert de groei van schimmels op voorgesneden groenten, breekt vitamine C in vruchtensappen af en laat vlees verkleuren.

In Japan, Amerika en Australië hebben ze daar al jaren lang een goede en goedkope oplossing voor. Ze stoppen zakjes ijzerpoeder bij de pasta, de salami, het brood, de koekjes, de kaas, de noten, de chips. IJzer vangt zuurstof weg, waardoor het levensmiddel langer goed blijft. Maar in Europa is dit verboden. „Hier mag de verpakking niet al te veel reageren met haar inhoud”, zegt chemicus ir. Nico de Kruijf van TNO Voeding in Zeist. Tenminste, nog niet. Gelukkig, zegt De Kruijf, lijkt er een omslag te komen.

Eurocommissaris David Byrne (Gezondheids- en Consumentenbescherming) presenteerde twee maanden geleden plannen om zogeheten ‘actieve’ en ‘intelligente’ verpakkingen op de Europese markt toe te laten. Het werd tijd, meent De Kruijf. „De klant grijpt steeds vaker naar kant-en-klaar-maaltijden, voorverpakt vlees, voorgesneden groenten. En hij wenst een steeds hogere veiligheid en betere houdbaarheid van zijn voedsel”, aldus de TNO-onderzoeker, die een Europees onderzoeksproject naar zulke verpakkingen leidde. Aan dit zogeheten FAIR-project werkten, behalve TNO, acht onderzoeksinstituten en drie bedrijven (Nestlé, Danone en Eastman Chemicals) mee. De plannen die Byrne onlangs presenteerde zijn gebaseerd op voorstellen van deze partijen.

Actieve verpakkingen beïnvloeden de condities waarin het levensmiddel wordt bewaard. Ze kunnen meer dan alleen zuurstof wegvangen. Ter illustratie pakt De Kruijf een doos, gevuld met zakjes en allerlei verschillende folies. „Dit is bijvoorbeeld een etheenvanger”, zegt hij terwijl hij een groene folie uit de doos pakt. De folie is zo gemaakt dat hij etheen doorlaat, een gas dat onder meer door bananen wordt uitgescheiden en de rijping bevordert. „In deze zak blijven bananen een paar dagen langer dan nor-



Garnalen, met in de verpakking een zakje ijzerpoeder dat zuurstof bindt.



Een verpakte zalm met drie verschillende versheidindicatoren, die aangeven hoe lang een product bij een bepaalde temperatuur (in dit geval 7 graden Celsius) heeft gelegen. Hoe grijzer, hoe langer het product boven die temperatuur is geweest.

maal goed.” En zo kunnen actieve verpakkingen ook stoffen uitscheiden die de groei van schimmels of bacteriën remmen. Ze kunnen het vochtgehalte reguleren, kooldioxide wegvangen of geuren en smaken absorberen dan wel vrijlaten.

Intelligente verpakkingen nemen veranderingen, zoals bederf, in en om het levensmiddel waar en stellen de consument daarvan op de hoogte, bijvoorbeeld via een plakkertje dat geleidelijk van kleur verandert. Zo kan de verpakking

aangeven hoe lang het levensmiddel boven koelkasttemperatuur heeft gelegen. Er wordt veel onderzoek gedaan naar dit soort versheidindicatoren, ook door TNO. Maar op de markt zijn ze nog niet. „Ze kunnen een alternatief vormen voor de houdbaarheidsdatum. Die is maar tot op zekere hoogte betrouwbaar”, zegt De Kruijf. De houdbaarheidsdatum gaat er namelijk vanuit dat het product voortdurend bij een temperatuur onder de 7 graden Celsius wordt gehouden. „Maar

als je een pak melk op een warme zomerdag een paar uur in de auto laat liggen, kun je er met die datum behoorlijk naastzitten. Ja oké, er zit een ruime veiligheidsmarge op, maar het is een statisch gegeven. Een intelligente verpakking volgt de ontwikkelingen meer op de voet."

De meeste, nu al toegepaste, actieve verpakkingen zijn erop gericht om zuurstof weg te vangen. Zuurstof reageert met vetten die bijvoorbeeld voorkomen in vlees, kant-en-klaar-maaltijden en in kleine hoeveelheden ook in bier. Het maakt producten rans, en geeft ze een wat zurige smaak. Bovendien bevordert zuurstof de groei van schimmels, bijvoorbeeld in kaas, voorverpakt brood of pizzabodems. Vandaar dat er technologieën zijn ontwikkeld die zuurstof tijdens het verpakken van levensmiddelen verwijderen, zoals vacuüm zuigen. Ook is het mogelijk om zuurstof te vervangen door andere gassen zoals stikstof en kooldioxide. „Maar die technieken vergen over het algemeen grote investeringen", zegt De Kruijf. „En ze laten toch altijd nog een spoortje zuurstof achter waardoor het voedsel op den duur toch bederft of verkleurt."

Zakjes ijzerpoeder werken volgens hem beter. IJzer reageert met zuurstof en vormt ijzeroxide, roest. Op die manier is zo goed als alle zuurstof te verwijderen, mits de omvang van het zakje ijzerpoeder goed wordt afgestemd op de hoeveelheid weg te vangen zuurstof. De zakjes die op de markt zijn, hebben namen als Freshilizer, Ageless en Vitalon.

Hoe effectief 'zuurstofvangers' zoals Ageless zijn blijkt uit onderzoek. In het schap krijgt voorverpakt wit brood binnen een dag of vijf last van schimmelgroei. Met een zakje ijzerpoeder erbij wordt dat verlengd tot 45 dagen. Een pizzabodem die bij 30 graden Celsius ligt, vertoont binnen twee tot drie dagen schimmelgroei, maar met een zuurstofvanger erbij is hij twee weken langer houdbaar.

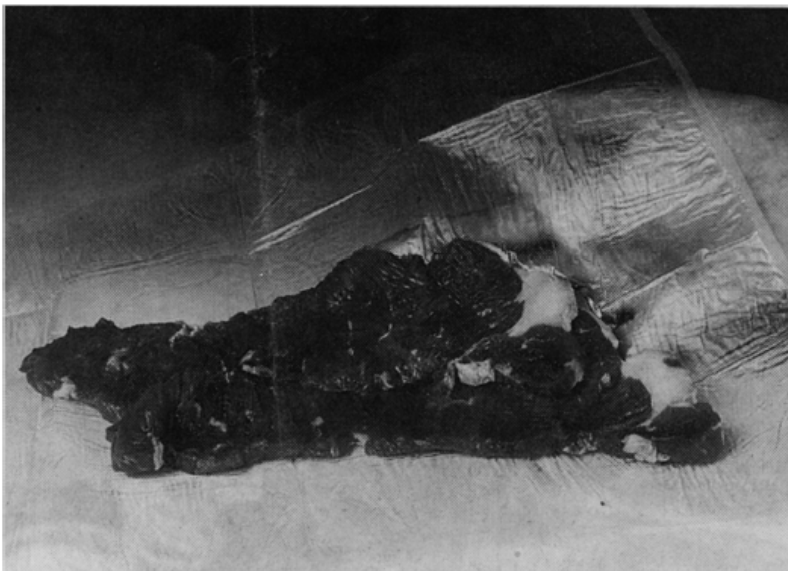
Toch zit er een gevaar aan het zakje ijzerpoeder, zo blijkt uit het FAIR-project dat De Kruijf leidde. „Consumenten kunnen het voor een zakje kruiden aanzien, en denken dat ze het over het verpakte voedsel moeten strooien", zegt hij. Vandaar dat fabrikanten de zuurstofvangers nu verwerken in het etiket, of in de folie. Bovendien zijn er micro-organismen die ook, of juist, in de afwezigheid van zuurstof groeien. *Clostridium botulinum*, de veroorzaker van botulisme, is daarvan een voorbeeld. Daarom wordt er tegelijkertijd gewerkt aan actieve verpakkingen met een antimicrobiële werking.

In Japan verwerkt men in plastic folies vaak zilverzeoliet (zeoliet is een anorganisch kleiachtig materiaal). De effectiviteit van het product is niet erg goed gedocumenteerd. In Amerika en Europa is het niet op de markt toegelaten. In Australië vindt veel onderzoek plaats aan zakjes zwaveldioxide om schimmelgroei op bijvoorbeeld fruit te remmen. Het middel is weliswaar effectief, maar in te hoge concentraties wordt het giftig.

Zo wordt er ook gewerkt aan folies die ethanol of triclosan vrijlaten. Triclosan is



Bananen zijn een paar dagen langer dan normaal houdbaar in een folie die etheen doorlaat, een gas dat de rijping bevordert.



Vlees verpakt in een vochtregulerende folie. (Foto's TNO Voeding)

een bekend antimicrobieel middel dat al in zepen, shampoos, speelgoed, beddengoed en cosmetica zit. Maar voor toepassingen waarbij het in contact komt met voedsel is het in Europa nog niet toegestaan.

Met zijn TNO-groep werkt ook De Kruijf aan een actieve verpakking die de groei van schimmels en bacteriën remt. Veel wil hij er niet over zeggen, omdat een patentaanvraag onderweg is. „Het gaat om een conserveermiddel dat al is toegelaten. Het moet uit de verpakking vrijkomen zodra de eerste tekenen van bederf zich voordoen."

De Europese consument staat vooralsnog niet te springen om de toepassing van antimicrobiële middelen, zo blijkt uit het FAIR-project. De Kruijf: „Met name Noord-Europeanen zijn terughoudend, Zuid-Europeanen hebben er min-

der moeite mee." Naar de reden van dat verschil kan de chemicus alleen maar gissen. „Misschien dat ze door de doorgaans hogere temperaturen in de zuidelijke landen meer te maken hebben met de groei van bacteriën en schimmels, en wat meer ingesteld zijn op de bestrijding ervan."

Daarentegen vinden de intelligente verpakkingen, althans in de proefopzet, wel gretig aftrek bij de consument. „Omdat ze het voedsel zelf niet beïnvloeden en worden gezien als een gadget", zegt De Kruijf. Het stickertje op een intelligente verpakking kan bijvoorbeeld reageren op stoffen die schadelijke bacteriën of schimmels uitscheiden. Hoe meer van een bepaald gas, hoe grijs of roder de sticker.

De vijftien lidstaten van de Europese Unie en het Europees Parlement moeten zich

nog uitspreken over het plan van Byrne. Daar gaat volgens De Kruijf makkelijk een jaar overheen. Gaat iedereen akkoord, dan betekent dat een stimulans

voor de innovatie, een politiek speerpunt van Europa. De Kruijf: „Eerst zullen we hier toepassingen zien die op andere continenten al gebruikelijk zijn, maar

voor Europese bedrijven zijn er genoeg kansen voor nieuwe ontwikkelingen.”

Europese goedkeuring

Eurocommissaris David Byrne (Gezondheids- en Consumentenbescherming) presenteerde onlangs een plan om zogeheten actieve en intelligente verpakkingen voor levensmiddelen op de Europese markt toe te laten. Tot op heden geldt er nog een verbod op dit soort verpakkingen, die houdbaarheid, smaak, geur of structuur van het voedsel beïnvloeden.

Het verbod is een gevolg van de Europese regelgeving voor voedselverpakkingen die na de Tweede Wereldoorlog tot stand is gekomen. Na die oorlog vond een verschuiving plaats van glazen, blik-

ken en kartonnen verpakkingen naar plastic. In Europa groeide de angst dat men 'plastic zou gaan eten'.

Vanaf midden jaren zestig zijn er voor plastics strenge normen opgesteld, met name voor de zogeheten migratie. Die geeft aan hoeveel van een plastic uit de verpakking vrijkomt, en vervolgens samen met het levensmiddel wordt geconsumeerd.

De migratie mag niet boven een bepaalde grenswaarde uitkomen, 10 milligram per vierkante decimeter verpakkingsmateriaal of 60 milligram per kilo levensmiddel. Wil een fabrikant in Eu-

ropa een nieuw soort koffiebekertje, een folieverpakking voor een worstje, of een koekjespak op de markt brengen, dan moet hij aan die migratie-eis voldoen.

Voor veel actieve verpakkingen is die grenswaarde een onoverkomelijke barrière omdat ze bij voorbaat een interactie aangaan met het product. De migratie-waarde ligt boven de toegestane norm. In het nieuwe plan van Byrne komt er meer ruimte voor de toepassing van actieve en intelligente verpakkingen, mits de veiligheid van de consument is gegarandeerd.

Voedingstechniek Actieve verpakkingen gaan bederf tegen

Slimme zakjes denken mee

Is een stukje vlees een dag na de houdbaarheidsdatum nog eetbaar of niet? Steeds meer verpakkingen houden zich actief bezig met hun bederfelijke inhoud. Een bacteriedodend laagje in de folie is de nieuwste troef.

Door Arjan Hoeve

De gemiddelde koelkast is een dierentuin. Het microleven dartelt in pakjes kipfilet, pakken melk en doosjes broodbeleg. Boodschappen doen we liefst efficiënt in één keer tegelijk en ja, dan blijft er wel eens een karbonaadje tot één of twee dagen na de houdbaarheidsdatum liggen.

Eten of weggooien? Vroeger, zeggen grootmoeders en grootvaders, had je helemaal geen houdbaarheidsdatum. Je was al blij als je eten had. En of een stuk vlees bedorven is of niet, dat zie je en ruik je zo toch ook wel?

Vroeger, misschien. Maar voor de door uiterste verkoopdata en E-nummers geconditioneerde mens is dat zien en ruiken knap lastig. Niet iedereen heeft in de gaten dat een zure lucht bij kip niet gebruikelijk is en dat de ene schimmelkaas de andere niet is.

Hoe mooi zou het zijn als het vlees zelf zei dat het bedorven was. Of als de kippenpoot ging kakelen als de hoeveelheid salmonellabacteriën na consumptie tot braakneigingen zou leiden.

Bij TNO Voeding in Zeist zorgt niet het vlees, maar de verpakking voor het gewenste commentaar. De nieuw ontworpen *bio-switch* is een voorbeeld van een 'actieve verpakking'. Een speciaal laagje aan de binnenkant van de folie trekt bacteriën en schimmels aan. Zo komen de indringers in aanraking met een conserveermiddel en sterven ze.

'Een vis is met de nieuwe verpakking niet ineens weken houdbaar', zegt dr. ir. Hans Boumans, molecuulair wetenschapper van TNO en leider van het *bio-switch* project. 'Dat laagje met conserveermiddel raakt natuurlijk ook een keer op. Maar een dag extra kan toch 25 procent winst zijn.'

De verpakking heeft actief invloed op de conditie van de inhoud, doordat het conserveringsmiddelen afscheidt die bederf tegengaan. Je zou de verpakking ook interactief kunnen noemen, omdat deze alleen werkt als de bacteriën en

schimmels groeien. De actieve verpakkingen die tot nog toe zijn ontwikkeld, scheiden constant eenzelfde hoeveelheid van een bepaalde stof af en dat is vaak te veel.

Een intelligente verpakking, scheidt geen stoffen af, maar meet alleen. Een voorbeeld hiervan is de sticker die in Frankrijk op sommige producten zit. Die sticker registreert het temperatuurverloop tijdens de opslag en distributie van het product. Als de temperatuur boven een bepaalde limiet komt, krijgt de sticker een andere kleur. De consument weet zo dat er iets mis is gegaan en dat bederf op de loer ligt.

In Nederland wordt deze verpakking niet gebruikt, omdat die maar een beperkte hoeveelheid informatie levert en naar verhouding te veel geld kost. En actieve verpakkingen, die de houdbaarheid van het voedsel verlengen, zijn nog nergens in Europa te krijgen. Die zijn namelijk verboden.

Want Europese regels verbieden verpakkingen die een verandering in het voedsel teweeg brengen. Alleen 'passieve' verpakkingen zijn toegestaan. Het



Ham, garnalen en pasta in toekomstige actieve verpakkingen



FOTO'S TNO

vocht mag opgevangen worden en vacuüm zuigen mag ook omdat dat slechts een beschermende werking heeft. Direct contact met het voedsel om de kwaliteit te bewaken is uit den boze.

Begin 2005 lijkt de weg echter vrij voor actieve en intelligente verpakkingen, dankzij een initiatief van negen onderzoeksinstituten en drie bedrijven verenigd onder de naam Actipak. Zij deden onderzoek naar de veiligheid van verpakkingen en onderzochten of consumenten er voor openstaan. De Europese Commissie reageerde positief op het onderzoek en stelde op 17 november vorig jaar een wijziging van de regels voor, al blijft de introductie van de nieuwe verpakkingen aan strenge regels gebonden.

De Europese consument vindt chemische toevoegingen aan z'n sudderlapje toch een beetje eng. In Japan, Australië en de Verenigde Staten zijn zulke toevoegingen ruimschoots geaccepteerd en kunnen de zakjes met conserverende stoffen niet groot genoeg zijn.

Een stuk vlees is daar op zijn minst gehuld in een vochtabsorberende 'luiser'. Die bevat een speciaal polymeer, korrels die veertig keer het eigen gewicht kunnen opnemen. Overtollige sappen vormen zo met al hun bacteriën geen bedreiging meer. Zo'n zakje biedt een gevoel van veiligheid. In Europa

moet de toevoeging juist onzichtbaar zijn. Maar daardoor is de angst voor vreemde stoffen groter. Je ziet niet wat er in zit.

Actieve en intelligente verpakkingen kunnen volgens TNO alleen een succes worden als de informatie compleet en duidelijk is. Elke toevoeging moet volgens de nieuwe regels tot in detail worden vermeld. Verpakkers mogen alleen die middelen gebruiken die ook als supplement in voeding zijn toegestaan.

Als het voorstel van de Europese Commissie wordt aangenomen, kan de bio-switch volgend jaar in gebruik genomen worden. Voeding is waarschijnlijk het eerste terrein waarop de nieuwe verpakking wordt toegepast, denkt Boumans. 'We hebben het principe nu eenmaal getest op voeding, maar het is op meer gebieden toepasbaar. We zijn in gesprek met de farmaceutische en de cosmetische industrie. De laag die we op verpakkingen aanbrengen, kun je in andere vorm wellicht ook als medicijn gebruiken.'

Boumans vergelijkt de werking met een nicotinepleister. 'Een roker die wil stoppen, plakt een nicotinepleister op zijn arm die constant dezelfde hoeveelheid werkzame stof toedient. Het zou handig zijn als je voor een schimmelinfectie op je voet ook een pleister kon gebruiken met een antibioticum. In dat geval moet het antibioticum alleen wer-

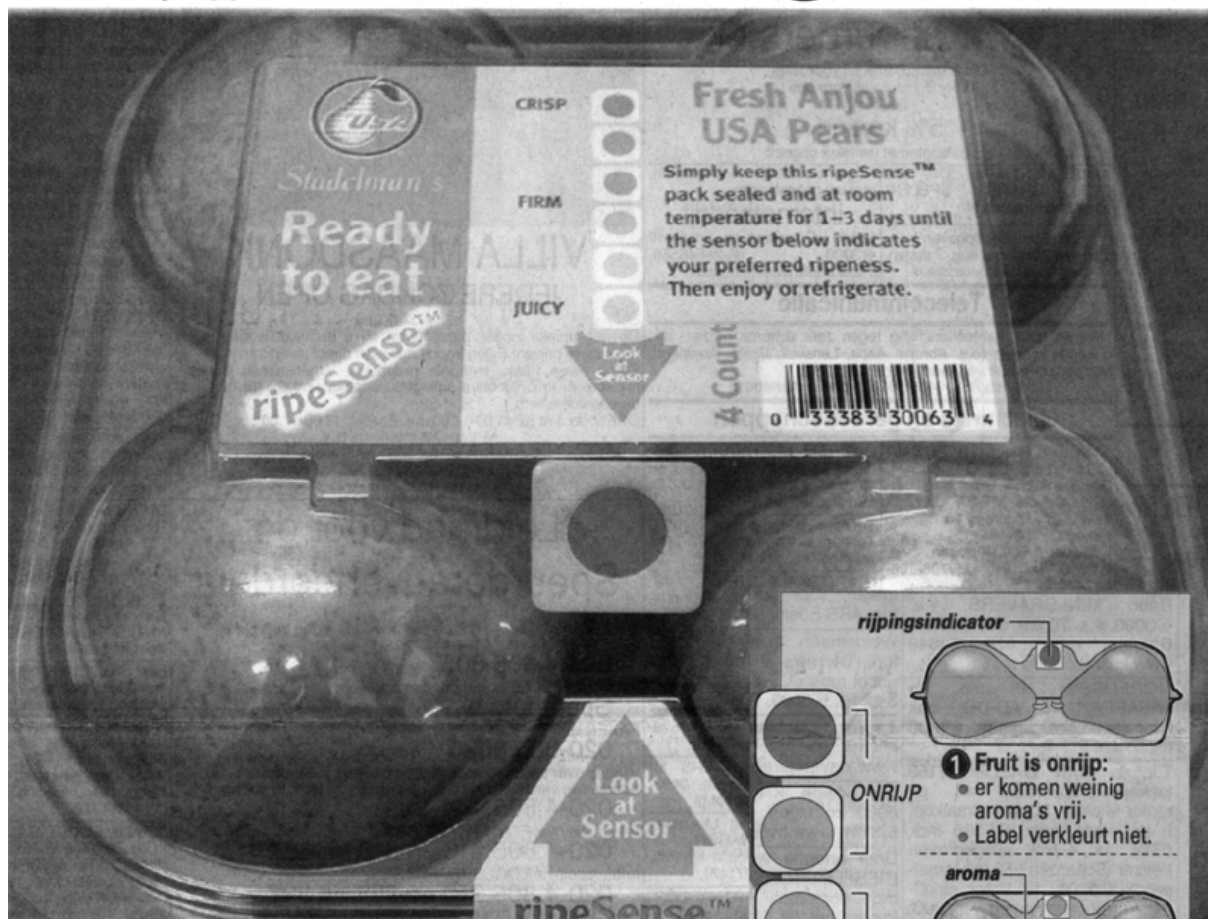
ken als de schimmel komt opzetten. De ideeën liggen er, maar nu moeten we nog onderzoeken hoe we het gaan doen.'

De bio-switch is 'niet zo eng als het klinkt', stelt Boumans gerust. 'We hebben geëxperimenteerd met een laagje zetmeelbolletjes. Zetmeel trekt bacteriën en schimmels aan. In het zetmeel zit een conserveermiddel ingekapseld, de zogeheten anti-microbacteriële component. Bacteriën en schimmels scheiden zelf een enzym af dat met het zetmeel reageert. Met het afbreken van een zetmeelbolletje komt het conserveermiddel vrij dat de indringers doodt.'

Diezelfde truc kun je volgens Boumans met andere anti-microbacteriële componenten uithalen. 'Wij hebben het bewijs gegeven dat het principe werkt. Nu is het een kwestie van nieuwe toepassingen bedenken.'

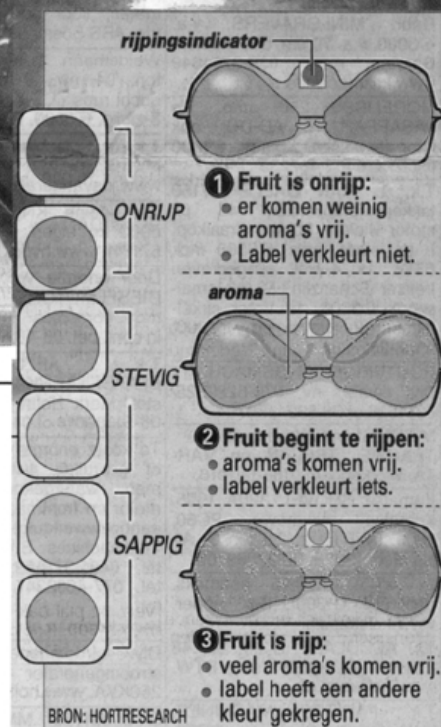
Natuurlijk, het kost wat, geeft Boumans toe. 'Een paar dubbeltjes per verpakking.' Voor winkeliers is het voordeel dat ze een product langer in de schappen kunnen houden. 'Gemiddeld gooien ze dan minder weg en dat bespaart geld.' Maar ook de consument boekt winst: die heeft meer tijd om zich door zijn overvloedige etenswaren heen te werken.

Rijp wordt gróen!



©DE TELEGRAAF

illustratie: WILLIAM PENNING



door INA EGGINK

WAGENINGEN – Het leven van een avocadoliefhebber of een fan van mango's gaat niet over rozen. De vruchten zijn meestal nog niet rijp genoeg om te eten en de omstandigheden thuis zijn niet ideaal om verder te rijpen. De aankoop van de lekkernijen loopt dan ook vaak op een teleurstelling uit. En over rozen gesproken: menig liefhebbende echtgenoot is flink op zijn neus gegaan met een romantische ruiker voor zijn vrouw omdat al meteen de volgende ochtend de rozen hun rode kopjes lieten hangen.

Een uitkomst voor fruit lijkt in zicht. In Nieuw-Zeeland is een label ontwikkeld dat op de verpakking aangeeft hoe rijp het fruit is. Op deze manier kan de consument de keuze maken tussen fruit dat rijp genoeg is om nog dezelfde dag te eten of fruit dat nog enkele dagen moet doorrijpen.

Het label wordt momenteel uitgeprobeerd op peren. Het geheim van het label is een sensor. Deze registreert de verschillende aroma's die vrijkomen tijdens het rijpingsproces van de peer. Deze keur aan aroma's wordt vertaald in het opkleuren van het label aan de buitenkant van de verpakking. Aan de hand van de kleur kan de consument zien hoe rijp de peren zijn.

De vinding die afkomstig is van wetenschappers van HortResearch in samenwerking met de Jenkins Groep, een producent van labels, wordt getest in supermarkten in Portland in de Verenigde Staten.

Ondanks de veelbelovende uitstraling van de vinding gelooft dr. ing. Henri Luitjes, manager van het expertisecentrum verpakkingen en distributie van de Wageningen Universiteit, niet dat het label snel op de Nederlandse markt zal verschijnen.

„Onze inzet gaat veel meer de richting uit van een afgewogen logistiek zodat de producten tijdig in de supermarkt liggen”, aldus de Wageningse onderzoeker. „De consument moet weten

Sensor in label 'ruikt' versheid fruit, groenten, vlees en vis

dat hij een goed en vooral ook vers product afreken bij de kassa. De winkelier is er bovendien bij gebaat dat er zo min mogelijk derving plaatsvindt, dat wil zeggen een waardevermindering door verlies aan kwaliteit. Dit leidt onherroepelijk tot afprijzen of in het ergste geval zelfs het weggooien van het product.”

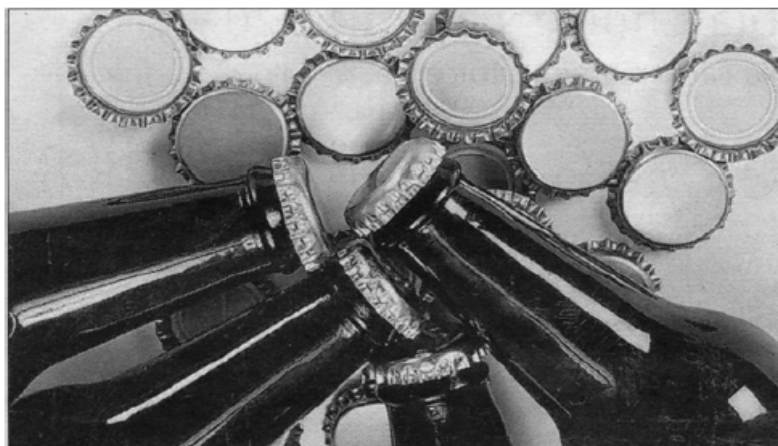
Luitjes wijst erop dat het label van producten ook een na-deel kan hebben. „Albert Heijn heeft dat al eens ervaren met visproducten. Daarop stond de versheid van het product aangegeven. Ze zijn hier weer van teruggekomen. De ervaring leert immers dat consumenten eerder kiezen voor producten met een langere houdbaarheidsdatum. We noemen dit consumentengedrag 'Last In First Out' LI-FO. Als ondernemer streef je naar First In First Out (FIFO), het eerste binnen het eerste er weer uit.”

Niet het toevoegen van chemische stoffen kan de houdbaarheid van vers verlengen, maar verbeterde logistieke concepten. Om het tijt te keren, moeten volgens de onderzoeksgroep van Luitjes dan ook kwaliteitsgerichte technologieën worden geïntroduceerd. Zo kan een nieuw

aspect aan de versheidsketen worden toegevoegd: First Expired First Out (FEFO), het eerste verlopen, het eerste verkocht. Dit sturen op kwaliteit heeft niet alleen een logistiek voordeel, maar kan ook veel ongenoegen wegnemen bij consumenten. Denk bijvoorbeeld aan de eerdergenoemde avocado's, mango's en het bosje rozen. Een verbeterde logistiek kan bij bloemen bijvoorbeeld het predikaat 'gegarandeerd vaasleven' opleveren.

Een ander aspect in de verslogistiek is de mogelijke rol van Radio Frequency Identification technology (RFID). Door middel van actieve identificatielabels op de producten kunnen inkopers een veel betere inschatting maken van de herkomst van de producten, de houdbaarheid en de kwaliteit. Zo kunnen er bijvoorbeeld temperatuursensoren aan de labels worden gehecht. Dit is een belangrijke indicator. Temperatuur is immers van cruciaal belang voor de versheid van fruit, groenten, vlees en vis. Luitjes ziet dan ook zeker een belangrijke toekomst voor RFID in de complexe wereld die verslogistiek heet.

De slimme verpakking



• Onder het plastic laagje in de kroonkurk zou je vitamine-C poeder kunnen doen, waardoor ook het laatste restje zuurstof uit de bierfles verdwijnt.

Foto's TNO

Bananen die twee weken kunnen blijven liggen, brood dat na anderhalve maand nog te eten is. Het kan als we slimme verpakkingen gebruiken. Maar zijn ze veilig?

door Ron Buitenhuis

VERPAKKINGEN

De grootste boosdoener bij voedselbederf is zuurstof. Deze maakt chips oud, maakt bier ranzig, bevordert de groei van schimmels, breekt vitamine C af in vruchtensappen en laat vlees verkleuren. Dus wat is er logischer dan voedsel zo te verpakken dat er geen zuurstof bij kan? Vacuüm trekken is een bekende toepassing, maar dat kun je niet met alle producten doen.

Een andere manier is de zuurstof in de verpakking te vervangen door een ander gas. Dat gebeurt al bij bierflesjes. Net voordat de kroonkurk er op gaat, wordt de lucht in de top van het flesje vervangen door stikstof. Om de resterende één procent zuurstof ook nog te elimineren, zou je aan de binnenkant van de kroonkurk, in de plastic bolting, wat vitamine-C poeder kunnen verwerken. De vitamine C vangt de zuurstof weg, door ermee te reageren. Maar dat mag nog niet in Europa.

In Amerika en Japan zijn ze al een stuk verder. Daar is het heel normaal om kleine zakjes ijzerpoeder, zo groot als een minizakje zout, bij de pasta, de kaas, het brood, de chips en de garnalen te stoppen. IJzer vangt de zuurstof helemaal

Zakje ijzerpoeder bij brood en kaas



goed weg, waardoor alles langer houdbaar blijft. Brood dat normaal na vijf dagen gaat schimmelen, kan zo zes weken goed blijven, kant-en-klare pasta's en kaas wel drie weken en noten meer dan een jaar.

In Europa mogen deze technieken (nog) niet worden toegepast. We zijn als de dood dat toevoegingen gaan reageren met het voedsel zelf. Maar Eurocommissaris David Byrne heeft begin dit jaar de deur wel opengezet, na een diepgaand onderzoek van acht gerenommeerde instituten, onder leiding van TNO-Zeist, en bedrijven als Nestlé en Danone. Het rapport van dit zogenaamde FAIR-project Actipak omschrijft de risico's, de toepassingen en de voorwaarden waaronder

we in Europa 'actieve en intelligente' verpakkingen kunnen toestaan. Naar verwachting wordt de Europese wetgeving nog dit jaar aangepast.

Absoluut veilig

Volgens Nico de Kruijf van TNO-voeding in Zeist zijn de risico's zo beperkt en de voorwaarden en spelregels zo duidelijk, dat we binnen een tot twee jaar ook in Europa slimme verpakkingen kunnen hebben. "De actieve verpakkingen die wij adviseren om voedsel langer houdbaar te maken, zijn echt absoluut veilig. Het is aan de Europese Unie om de burgers te overtuigen van de betrouwbaarheid en de voordelen via objectieve voorlichting. Ik zeg wel eens zo, als we in Europa aan het verkeer dezelfde veiligheidsnormen zouden stellen als aan verpakkingen, dan zouden er nog nauwelijks verkeersslachtoffers zijn."

Kruijf onderscheidt 'actieve' en 'intelligente' verpakkingen. Tot de eerste categorie behoren niet alleen de eerder beschreven 'zuurstofvreters'. Er is ook speciale folie die etheen doorlaat. Etheen wordt door bijvoorbeeld bananen uitgescheiden en het bevordert de rijping. Dus als het etheen kan ontsnappen, blijven de bananen in

zo'n zakje niet twee maar wel zes dagen goed. Weer andere verpakkingen zijn zo gemaakt dat ze de groei van schimmels of bacteriën tegengaan, het vochtgehalte regelen of allerlei geuren en smaken absorberen. Dat laatste is meteen een van de weinige nadelen van de techniek. Fabrikanten zouden zalm of makreel zo kunnen verpakken dat je geen vis meer ruikt, maar ook niet meer ruikt of de vis nog wel vers is. Wetgeving moet dit soort misleidingen voorkomen.

Stickers tegen bederf

Om de consument garanties te geven over de versheid werken steeds meer supermarkten in Duitsland en Frankrijk al met 'intelligente' stickers, die zichtbaar aan de buitenzijde van de verpakking zitten. Zij registreren hoe lang een product boven koelkasttemperatuur heeft gelegen, doordat een cirkel of een rechthoek op het stickertje geleidelijk van kleur verandert. Deze kleurverandering is een indicatie voor de mate van bederf.

De Kruijf: "De huidige houdbaarheidsdatum op een pak melk is een algemene indicatie. Maar als dat pak 's zomers een paar uur in een



• Bananen produceren het gas etheen, dat op zijn beurt de rijping bevordert. Er zijn nu plastic zakjes in de handel die het etheengas laten ontsnappen, waardoor bananen niet twee maar wel zes dagen goed blijven.

warme auto heeft gelegen, dan klopt die datum al niet meer. Een bederfsticker registreert exact in hoeverre dat 'opgewarmde' pak melk nog vers is. Zo'n sticker zou met name in Nederland goed van pas komen, want we hebben hier collectief de neiging om de koelkast te warm in te stellen (maximaal 7 graden Celsius). Kwestie van misplaatste zuinigheid, want je spaart wat stroom, maar je moet waarschijnlijk vaker levensmiddelen weggooien."

Slimme verpakkingen ANTWOORDEN

Deze opdracht is geschikt als groepsopdracht, waarbij de artikelen verdeeld worden onder de groepsleden.

De artikelen kunt u zonder opdracht ook als bron laten dienen voor praktische opdrachten/profielwerkstukken.

Duur, zuiver flessenwater uit de kraan

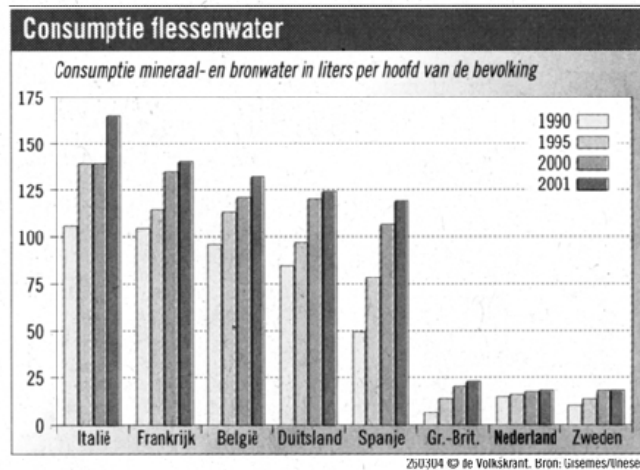
Van onze verslaggever
Broer Scholtens
AMSTERDAM

Coca-Cola heeft de geplande introductie van haar flessenwater Dasani op het Europese vasteland, in Frankrijk en Duitsland, voor onbepaalde tijd uitgesteld. In Engeland, waar Dasani sinds begin dit jaar op de markt is, zijn de afgelopen dagen alle flessen uit de winkels teruggehaald. In het water, dat zichzelf aanprijst met begrippen als puur en zuiver, zat een te hoge concentratie bromaat.

Dasani-water is in 1999 in de VS geïntroduceerd. Het staat daar wat omzet betreft inmiddels op de tweede plaats na Aquafina, een dochter van concurrent Pepsi. De verkoop van flessenwater wereldwijd neemt explosief toe, in de VS en in Europa met gemiddeld twintig procent per jaar, blijkt uit cijfers van het Londen-adviesbureau Zenith International. De watermarkt is een lucratieve miljardenmarkt.

In de VS komt Dasani uit de kraan. Kraanwater wordt daar ontdaan van alle mineralen en verontreinigingen. Dát gebeurt met zogeheten omgekeerde osmose. Eenmaal zuiver in de fles, wordt er soms meer dan het honderdvoudige voor gevraagd.

Coca-Cola wil haar succesvolle Dasani-water ook op de Europese markt introduceren, in concurrentie met gevestigde namen als Nestlé (Vitel, Perrier, San Pellegrino), Danone (Evian) en het Italiaanse San Benedetto. Die drie hebben ongeveer de helft van de Europese watermarkt in handen.



De Engelstalige markt wordt als bruggenhoofd voor de Europese aanval gebruikt. Enkele weken na de introductie ontstond in de Engelse media grote commotie toen duidelijk werd dat Coca-Cola haar Dasani-flessen vult met kraanwater. Ook daar worden alle mineralen verwijderd. Flessenwater in Engeland moet echter calcium bevatten. Dat wordt er na de zuivering aan toegevoegd. Calciumchloride, dat daarvoor werd gebruikt, bleek echter verontreinigd met een klein beetje calciumbromide. Tijdens het desinfecteren met ozongas wordt dat omgezet in bromaat. Voor de volksgezondheid is dat overigens geen enkel probleem, aldus de Engelse autoriteiten.

Het was voor Coca-Cola aanleiding alle Dasani-water uit de handel te nemen. De verontwaardiging in Engeland vindt

zijn oorzaak niet in die te hoge bromaatconcentratie. Europeanen associëren flessenwater met gezond water uit de bodem, en niet met kraanwater, hoe schoon dat achteraf ook wordt gemaakt.

Het imago van het prestigieuze Dasani-merk is zodanig geschaad, dat Coca-Cola de introductie in april in Frankrijk en in mei in Duitsland heeft uitgesteld. Daar zouden de Dasani-flessen worden gevuld met water uit de Astrid-bron in het Belgische Chaudfontaine. Die is in eigendom van Coca-Cola.

Voor Nederland waren er geen introductieplannen, althans die waren 'nog niet dusdanig concreet dat je erover kunt communiceren', formuleert een woordvoerder van Coca Cola Nederland het. Een nieuwe datum voor een Europese marktintroductie is er niet. 'Maar we geloven nog steeds in het merk.'

Bekijk het artikel 'Duur, zuiver flessenwater komt uit de kraan' uit de Volkskrant.

Het artikel vermeldt dat in de VS kraanwater met zogeheten omgekeerde osmose ontdaan wordt van alle mineralen en verontreinigingen.

1 Geef de naam van een andere scheidingstechniek waarmee kraanwater van alle mineralen en verontreinigingen kan worden ontdaan.

Volgens het artikel moet 'flessenwater in Engeland calcium bevatten'. Daarom wordt calciumchloride aan het gezuiverde kraanwater toegevoegd.

2 Geef de vergelijking voor het oplossen van calciumchloride in water.

3 Leg uit dat het chemisch onjuist is om te spreken van 'calcium in water'.

Door de toevoeging van calciumchloride kwam er onbedoeld ook calciumbromide in het water.

In het artikel 'Geen puur water van Coca-Cola' wordt bromide onschadelijk genoemd.

NRC Handelsblad, 25 maart 2004

Door onze correspondent

HANS STEKETEE

LONDEN, 25 MAART. „'n Glas bronwater graag, ober.” „Dat is dan 2,50 pond.” Wie in Britse restaurants vermoedt dat hij voor omgerekend 3,74 euro inderdaad altijd bronwater krijgt, vergist zich lelijk. Een reeks horecabedrijven, waaronder prestigieuze Londense hotels, verkoopt gefilterd leidingwater als bron- of mineraalwater met een winstmarge van een paar duizend procent.

De poging van Coca-Cola hetzelfde in het groot te doen, is zojuist mislukt. Het bedrijf heeft de lancering van zijn „pure” water Dasani in Europa voor onbepaalde tijd uitgesteld, nadat het gedwongen was een half miljoen flessen voor de Britse markt uit de handel te nemen, toen bleek dat het water was vervuild met een kankerverwekkende stof.

Geen puur water van Coca-Cola

De naam Dasani, een succes op de Amerikaanse markt, suggereert volgens Coca-Cola „ontspanning, puurheid en aanzuivering”. De werkelijkheid is prozaïscher: het water komt uit de Theems en wordt ingenomen in Sidcup, een benedenstroomse voorstad van Londen. Het wordt gefilterd en daarna worden mineralen, vooral calciumchloride, toegevoegd. In de mineralen zit ook het onschadelijke bromide, dat vervolgens in het kankerverwekkende bromaat

verandert door ozon door het water te pompen. De hoeveelheid bromaat in de Britse partij bleek 10 microgram per liter te zijn, twee keer de wettelijke limiet.

Coca-Cola maakte er geen geheim van dat Dasani verdedeld Theemswater is („Onze bottelaars beginnen bij de plaatselijke waterleveranciers”, zegt de website), maar publiciteit daarover heeft het merk geen goed gedaan, vooral toen bekend werd dat Coca-Cola in de winkel 95 pence vraagt voor een halve liter die drie pence kost om te maken.

De bromaatcrisis heeft het merk volgens marktanalisten verder en mogelijk fataal beschadigd. „Het is nu geen goed moment om het op de markt te brengen”, aldus Coca-Cola. De Britse markt was bedoeld als voorloper van de zeker zo belangrijke watermarkten van Frankrijk en Duitsland.

ADI “aanvaardbare dagelijkse inname” geeft aan hoeveel je van een stof dagelijks zonder bezwaar binnen mag krijgen.
4 Bereken met behulp van de ADI-waarde van bromide (Binas-tabel 95B) hoeveel gram bromide jij per dag mag innemen.
5 Leg door vergelijking met andere ADI-waarden uit tabel 95 B (Binas) uit of bromide inderdaad onschadelijk genoemd mag worden.

Uit de bromide-ionen ontstaat volgens het artikel het kankerverwekkende bromaat (BrO_3^-).

6 Geef de reactievergelijking voor het ontstaan van bromationen uit bromideionen.

In de kop van het Volkskrant-artikel wordt het Dassani-water zuiver genoemd maar volgens de kop van het NRC Handelsblad is het geen puur water.

7 Welke van die twee koppen vind jij het best? Licht je antwoord toe.

Chemisch2Weekblad, 10 april 2004

GEFLEST MET WATER

Hoe de Europese introductie van Coca-Cola's nieuwste flessenwatertje uitliep op een monumentale zeperd.

Apart is Dasani-water zeker. Coca-Cola komt er openlijk voor uit dat het meestal gewoon kraanwater is. Met een zandfilter, een actiefkoolfilter en een microfilter, gevolgd door omgekeerde osmose, wordt het eerst grondig gezuiverd. Daarna herstelt men het mineralengehalte met calcium, magnesium en natriumbicarbonaat uit een potje, waarna men ter ontsmetting nog wat ozon injecteert. Tot slot doet men het in blauwe flesjes en vraagt er 1,40 euro per halve liter voor.

In de Verenigde Staten is Dasani het op een na best verkopende watertje. Maar de Europese introductie is uitgedraaid op een fiasco. De Britse media reageerden furieus toen ze ontdekten dat de bottelarij in Sidcup bij Londen zijn grondstof van waterleidingbedrijf Thames Water betrok.

Twee weken later kwam de genadeklap. De toegevoegde calciumchloride

bevatte te veel bromide. De ozonbehandeling zette dat om in bromaat (BrO_3^-), en die stof geldt als kankerverwekkend. In Europa mag kraanwater 25 ppb bevatten, maar Groot-Brittannië hanteert 10 ppb als norm. Toen in Dasani 22 ppb werd aangetroffen, was er geen



direct gevaar voor de volksgezondheid. Maar wel voldoende aanleiding om een half miljoen flesjes uit de schappen te halen.

Coca-Cola heeft nu alle pogingen opgegeven om Dasani aan de Britten te verkopen. De introductie in Duitsland en Frankrijk is afgeblazen. ● (ADIJ)

In dit artikel is sprake van een scheidingstechniek waarin twee scheidingstechnieken worden gecombineerd.

8 Geef de namen van die twee scheidingstechnieken.

De in het artikel vermelde toegestane waarden voor bromaat zijn uitgedrukt in ppb, dat betekent parts per billion (en het engelse billion betekent in het nederlands miljard).

9 Bereken hoeveel gram bromaat er in Engeland maximaal mag zijn opgelost per kilogram (per liter) water.

In het artikel 'geen puur water van Coca-Cola' staat vermeld dat de Britse partij 10 microgram bromaat per liter bevatte, twee keer de wettelijke limiet.

10 Leg uit of de uitspraak '10 microgram per liter is twee keer de wettelijke limiet' juist is.

Dassani ANTWOORDEN

1 Destillatie

2 $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$

3 Door het gebruik van het woord calcium wordt de suggestie gewekt dat het om de stof calcium (het metaal) gaat. Hier is echter sprake van het element calcium (Ca^{2+} ion).

4 Stel je lichaamsgewicht is p kg. Dan mag je $p \times 1 \cdot 10^{-3} \text{ g} = p \cdot 10^{-3} \text{ g}$ innemen.

5 De ADI ligt veel hoger dan voor bijvoorbeeld DDT, arseen, koper en koolwaterstoffen.

6 $\text{Br}^- + \text{O}_3 \rightarrow \text{BrO}_3^-$

7 Zuiver water betekent chemisch gezien dat je met één stof ofwel één soort moleculen te maken hebt. Het woord puur betekent ook zuiver. Dit is bij Dassani niet het geval dus is de kop van het NRC artikel beter.

8 Filtreren en adsorberen.

9 $1 \text{ ppb} \equiv 1 / 10^9$. $10 \text{ ppb} \equiv 10 / 10^9 \text{ kg} = 10^{-8} \text{ kg} = 10^{-5} \text{ g} = 10 \text{ } \mu\text{g}$.

10 Volgens opgave 9 is de wettelijke limiet $10 \text{ } \mu\text{g}$. de uitspraak is dus onjuist.

SUIKERRIET OPGAVEN

Agrarisch Dagblad, 31 augustus 2004



Braziliaans suikerriet bron voor biobrandstof

Campos – Een boerin in het Braziliaanse Campos snijdt suikerriet. Braziliaanse telers van suikerriet hebben hun hoop gevestigd op de groeiende populariteit van voertuigen die op biobrandstoffen rijden. Uit suikerriet kan bio-ethanol worden gewonnen, die als brandstof kan dienen voor dergelijke voertuigen. De teelt van suikerriet voor de productie van brandstof is voor de boeren een financieel aantrekkelijk alternatief. Nu wordt het riet voornamelijk gebruikt voor suikerproductie, maar suiker levert op de wereldmarkt steeds minder op.

Foto ANP

Suikerriet wordt in eerste instantie gebruikt voor de suikerproductie, maar dat levert steeds minder op.

1 Noem twee mogelijke oorzaken waarom suiker op de wereldmarkt steeds minder oplevert?

Uit suikerriet kan ook bio-ethanol gewonnen worden.

2 Waarom noemt deze brandstof BIO-ethanol?

3 Welk (groot) voordeel heeft een biobrandstof als bio-ethanol ten opzichte van benzine?

Suiker, $C_{12}H_{22}O_{11}$, kan door vergisting omgezet worden in ethanol en koolstofdioxide. Bij dit proces is ook water betrokken.

4 Geef de vergelijking van deze reactie.

Bio-ethanol is een brandstof.

5 Geef de vergelijking van de verbrandingsreactie van bio-ethanol.

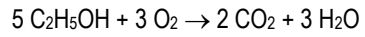
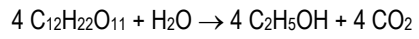
6 Welke belangrijke eigenschap bezit elke brandstof?

Suikerriet ANTWOORDEN

1 Er is minder vraag naar suiker; er is meer aanbod dan vraag.

2 Het is een stof die via een biologisch proces gevormd wordt.

3 Het draagt bij verbranding niet bij aan het versterkte broeikaseffect omdat er bij de groei ook CO₂ uit de lucht is opgenomen.



6 Het bezit veel chemische energie.

FORMIAAT TEGEN NOX

Om de NO_x-uitstoot van dieselmotoren te reduceren kun je beter ammoniumformiaat in de uitlaatgasen injecteren dan ureum. Zeker in Noord-Europa, zo claimt het Finse chemieconcern Kemira dat zo'n formiaatoplossing wil gaan aanbieden onder de naam Denoxium.

De combinatie van ureuminjectie en een uitlaatkatalysator staat bekend als selectieve katalytische reductie (SCR). Stikstofoxiden worden hierbij omgezet in stikstof en water. De komende jaren zal het proces waarschijnlijk op grote schaal worden toegepast in vrachtauto's. Die zullen daarvoor een ureumtankje moeten meenemen en bij tankstations zullen ureumpompen moeten komen. Praktisch is anders, maar voorlopig lijkt het de enige manier om te voldoen aan de almaar strengere Europese emissienormen.

Ammoniumformiaat heeft in principe hetzelfde effect als ureum. Volgens Kemira is de reducerende werking even goed of zelfs iets beter. Het grote voordeel is echter dat de formiaatoplossing pas bij dertig graden onder nul bevriest. Ureum bevriest al bij min elf. ●

Om de NO_x-uitstoot van dieselmotoren te reduceren wil het bedrijf Kemira een formiaatoplossing gaan gebruiken onder de naam Denoxium.

1 Licht de naam Denoxium toe.

2 Waarom moet de NO_x-uitstoot van dieselmotoren gereduceerd worden?

3 Waarom is het gebruik van een formiaatoplossing in Noord-Europa beter dan ureum?

4 Zoek in Binas de rationele naam van formiaat op en noteer deze naam.

5 Geef de formule van ammoniumformiaat.

Ureum, NH₂CONH₂, reageert ook met NO_x. Er staat dat bij deze reactie NO_x omgezet wordt in stikstof en water.

6 Leg uit dat er zeker ook een koolstofverbinding zal ontstaan.

De koolstofverbinding die tevens ontstaat is koolstofdioxide.

7 Laat in reactievergelijkingen zien hoe ureum reageert met stikstofmonoxide en hoe met stikstofdioxide.

8 Zoek in Binas de rationele naam van ureum op en noteer deze naam.

9 Verklaar de rationele naam voor ureum.

Formiaat tegen NO_x ANTWOORDEN

1 Er zit de afkorting NO_x in en de aanduiding DE. DE geeft aan dat er iets uitgehaald wordt en dat iets is NO_x.

2 Stikstofoxiden veroorzaken zure regen en zijn mede veroorzaker van smogvorming. Dus gelet op het milieu is het tegengaan van de uitstoot van NO_x een prima zaak.

3 Een formiaatoplossing bevriest pas bij – 30 °C, ureum al bij – 11 °C . In het Noorden van Europa heersen in de winter vaak heel lage temperaturen.

4 Methanoaat of zuurrest van methaanzuur.

5 NH₄HCOO.

6 Ureum bevat het element koolstof, dus er zal ook een stof moeten ontstaan die koolstof bevat.

7 Met NO: $2 \text{NH}_2\text{CONH}_2 + 6 \text{NO} \rightarrow 5 \text{N}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CO}_2$

met NO₂: $4 \text{NH}_2\text{CONH}_2 + 6 \text{NO}_2 \rightarrow 7 \text{N}_2 + 8 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{CO}_2$

8 Diamide van koolzuur.

9 Diamide betekent dat er amidegroepen, CONH₂-groepen aanwezig zijn. Koolzuur is H₂CO₃, waarbij amidegroepen ingebouwd zijn.

DIESEL MET WATER

Wetenschappers uit Keulen hebben een stabiele emulsie weten te maken van water en dieselbrandstof. Experimenteel hebben ze aangetoond dat een dieselmotor minder schade-



lijke stoffen uitstoot als hij op dit mengsel loopt.

Het idee van water door de diesel is tientallen jaren oud. Bij metingen nam de hoeveelheid roet met 85 procent af. Maar het probleem was altijd dat de water/dieselmengsels na verloop van tijd vanzelf ontmengden. De Duitsers hebben nu octrooi aangevraagd op een mengsel dat een 'optimale micro-emulsie' oplevert, die wél houdbaar is. Projectleider Reinhard Strey vergelijkt het met een sponsstructuur op nanometerschaal, waarbij de diesel-fractie de spons is en het water in de poriën zit. Het mengsel bevat ongeveer tien procent oppervlakte-actieve stoffen. Strey vermoedt dat de optimale hoeveelheid water ergens tussen de tien en de vijftig procent ligt. Bij vijftig procent water start de motor in elk geval nog normaal. ●

Water en dieselbrandstof mengen onder normale omstandigheden niet.

1 Wat zie je als je het toch probeert? Maak een tekening van je waarneming.

Je kunt wel een emulsie maken van water en diesel.

2 Wat is een emulsie?

3 Wat voor hulpstof heb je nodig om een emulsie te maken?

Wetenschappers uit Keulen proberen al lang om water en diesel met elkaar te mengen.

4 Waarom zijn deze wetenschappers daarmee bezig?

5 Beschrijf het mengsel van water en diesel volgens het artikel.

Aan het mengsel zijn ook oppervlakte-actieve stoffen toegevoegd.

6 Wat voor functie hebben deze stoffen?

Projectleider Strey vermoedt dat de optimale hoeveelheid water ergens tussen de 10 en 50% ligt.

7 Beschrijf het onderzoek dat nodig is om na te gaan welk percentage water optimaal is.

Diesel met water ANTWOORDEN

1 Een tweelagen-systeem.

2 Een mengsel van twee vloeistoffen die niet in elkaar oplossen.

3 Je hebt een emulgator nodig.

4 Ze willen dat er minder uitstoot van schadelijke stoffen optreedt bij de verbranding van diesel.

5 Je kunt het zien als een spons op nanometerschaal waarbij de diesel fractie de spons is en het water in de poriën zit.

Micro-emulsie: het water is in extreem kleine druppeltjes door de diesel brandstof verdeeld.

6 Het zijn de emulgatoren die ervoor moeten zorgen dat diesel en water vermengd blijven.

7 Maak mengsels met variërende hoeveelheden water en diesel. Maak mengsels met percentage water tussen 10 en 50%.

Onderzoek hoe de verbranding van elk mengsel verloopt, of er voldoende energie geleverd wordt en hoeveel schadelijke stoffen worden uitgestoten.

HOOIBROEI

Agrarisch Dagblad, 12 en 26 augustus 2004

Hooibroei ontstaat niet zomaar.

- 1 Wat is hooibroei?
- 2 Welke twee vormen van broei zijn er?
- 3 Noem een oorzaak voor het ontstaan van hooibroei?
- 4 Leg uit of hooibroei een exo- of endotherm proces is?

Op een bepaald moment ontstaat zelfontbranding van het hooi. Er moet altijd aan drie voorwaarden voldaan worden voor het ontstaan van een brand: brandstof, zuurstof en voldoende hoge temperatuur.

- 5 Welke voorwaarde veroorzaakt de hooibroei?

Bij grote pakken hooi is de kans op broei groter dan bij kleinere pakken.

- 6 Hoe komt dat?

Hooi dat ingepakt is in plastic kan niet broeien.

- 7 Leg uit waarom daarbij broei onmogelijk is.

Als de temperatuur in het hooi hoger dan 90°C is, moet het hooi uit de schuur gehaald worden.

- 8 Hoe komt het dat bij dit uithalen vaak brand ontstaat?

Het aantal binnenbranden door hooibroei is de laatste 2 jaren afgenomen.

- 9 Bedenk twee mogelijke oorzaken voor deze afname.

Hooibroei ANTWOORDEN

- 1 Hooibroei is het vrijkomen van warmte door biologische en chemische processen in het hooi.
- 2 Men spreekt over biologische en over chemische broei.
- 3 Hooibroei ontstaat wanneer hooi niet voldoende droog wordt geperst en opgeslagen.
- 4 De temperatuur stijgt dus het is een exotherm proces.
- 5 Een voldoende hoge temperatuur.
- 6 De druk is in grotere pakken groter dan bij de kleinere pakken.
- 7 Deze pakken zijn luchtdicht. Voor biologische broei is lucht (zuurstof) nodig.
- 8 Het warme hooi komt dan in aanraking met de lucht waardoor zelfontbranding makkelijker optreedt.
- 9 Er wordt steeds minder hooi binnen opgeslagen; er wordt steeds meer hooi in afgesloten pakken bewaard.

Agrarisch Dagblad, 20 juli 2004

Zoektocht naar nieuwe bestemming voor restproducten van plantaardige oorsprong

DOOR JAN ENGWERDA

De twee vitrines in het gebouw laten zien waar de kennis-eenheid Agrotechnology and Food Innovations (A&F) van Wageningen-UR zich mee bezig houdt. Commercieel directeur Erik van Seventer pakt er een aantal dingen uit. "Van kokos kun je hard en glad plaatmateriaal maken dat gebruikt kan worden als bouw materiaal. Dit speelgoedautootje is gemaakt van plastic dat met plantaardige vezels is versterkt in plaats van glasvezels. Dat maakt het recycelen van plastic gemakkelijker. Verder zie je hier enkele producten van een biologisch afbreekbaar plastic dat is gemaakt van plantaardige grondstoffen, het zogenoemde bioplastic."

Van Seventer en onderzoeker Gerrit Eggink zijn twee van de 350 medewerkers van A&F. Het onderzoeksinstituut houdt zich onder andere bezig met het bedenken van nieuwe toepassingen van plantaardige grondstoffen, zoals voor bioplastic, coatings en verpakkingsmaterialen.

De toepassingen gaan verder dan alleen producten, zegt Eggink. "We zijn bezig een procédé te ontwikkelen waarbij micro-organismen biomassa fermenteren waarbij waterstof vrij komt. Met de waterstof wordt een brandstofcel gevoed die elektriciteit produceert. Waterstof wordt algemeen gezien als de brandstof van de toekomst, omdat de aardolie een keer op raakt en omdat bij de verbranding van waterstof geen CO₂ vrijkomt."

Eggink noemt nog een paar voorbeelden van producten op basis van plantaardig materiaal waar het milieu en de gezondheid baat bij hebben. "A&F heeft een stof ontwikkeld die gebruikt kan worden in verf als vervanger van schadelijke zware metalen. Ook hebben we een weekmaker ontwikkeld voor PVC op basis van suiker. De huidige weekmakers zijn schadelijk voor de gezondheid. En we hebben een nieuwe brandvertrager bedacht. De huidige brandvertragers bevatten halogenen als broom en chloor. Verder hebben we een nieuw proces ontwikkeld waarbij vijftien procent energie kan

Onderzoek naar nieuwe toepassingen van plantaardige grondstoffen. De kennis-eenheid Agrotechnology and Food Innovations van Wageningen Universiteit heeft meerdere vindingen op de plank liggen. Onderzoekers proberen restproducten te veranderen in waardevolle grondstoffen en eindproducten.

worden bespaard bij de productie van nieuw papier."

Van Seventer noemt dit prachtige innovaties. "Op de nieuwe weekmaker hebben we patent gekregen. We zijn bezig bedrijven warm te maken om hun PVC-pro-

'Producten gunstig voor gezondheid en milieu'

ducten te voorzien van de onschadelijke weekmaker. Dat geldt ook voor de nieuwe brandvertrager en de nieuwe droger voor verf zonder zware metalen. Onze patentaanvraag voor het nieuwe productieproces voor papier loopt nog."

Het onderzoeksinstituut A&F voert het onderzoek uit met financiële bijdragen van overheid en bedrijfsleven. Van Seventer: "We zijn daarom ook afhankelijk van de economische conjunctuur. Als het economisch minder gaat zien we dat bedrijven minder geld uitgeven aan onderzoek. De laatste tijd trekt het weer wat aan."

Volgens Van Seventer neemt de belangstelling voor het onder-

'Restproducten krijgen een meerwaarde'

zoek van A&F toe. "De aandacht voor duurzaamheid groeit. Wij ontwikkelen nieuwe toepassingen van hernieuwbare grondstoffen en zoeken naar andere energiebronnen, zoals biowaterstof en bio-ethanol. Dergelijke energiebronnen zijn CO₂-neu-

traal, hetgeen tegenwoordig belangrijk is in verband met het broeikaseffect. Bovendien raakt de aardolie een keer op. De mogelijkheid om met nieuwe schonere processen te produceren en op mens- en milieuvriendelijke wijze nieuwe materialen en producten te ontwikkelen, stimuleert de belangstelling voor deze toepassingen van biotechnologie. Dat wordt extra verstrekt door de discussie over de toekomstige oliereserves."

Ook is het gebruik van plantaardige grondstoffen een vooruitgang voor het milieu en de gezondheid, stelt Van Seventer. "Bioplastics kunnen door de natuur afgebroken worden. Bovendien ontwikkelen we producten die schadelijke middelen kunnen vervangen, zoals een nieuwe milieuvriendelijke verf en de nieuwe weekmaker voor pvc."

Of de zogenoemde biobased producten de markt snel zullen veroveren hangt volgens Van Seventer af van een aantal factoren. "Hoe schaarser de huidige grondstoffen worden, hoe sterker de vraag naar alternatieven groeit. Ook hangt het af van de kostprijs en de eigenschappen van de nieuwe producten in vergelijking met de bestaande. En de regelgeving is van belang. Als de overheid regels instelt die stimuleren dat schadelijke stoffen worden vervangen door duurzamere alternatieven zal de toepassing sterk toenemen."

De hele landbouwkolom heeft er voordeel van als producten op plantaardige basis breed worden gebruikt. Van Seventer: "Door nieuwe toepassingen van reststoffen en bijproducten uit de landbouw krijgen die restproducten een meerwaarde. Daar kan iedereen van profiteren. Ons onderzoek helpt mee restproducten te veranderen in waardevolle grondstoffen en eindproducten."

In het artikel somt men een aantal alternatieven voor diverse restproducten op. Al die alternatieven hebben een plantaardige oorsprong. De kennis eenheid A&F houdt zich daar o.a. mee bezig.

1 Welke alternatieven voor huidige artikelen noemt de auteur allemaal in het artikel?

2 Leg uit dat een kennis eenheid zoals A&F juist in Wageningen ontstaat.

Dhr Eggink heeft het over een procédé waarbij micro-organismen biomassa fermenteren waarbij waterstof vrijkomt.

3 Noem twee redenen waarom volgens het artikel de productie van waterstof belangrijk is?

Waterstof kan gebruikt worden in een brandstofcel.

4 Beschrijf hoe een brandstofcel werkt.

5 Geef de totaalvergelijking die in een brandstofcel met waterstof als brandstof optreedt.

De aandacht voor duurzaamheid groeit. Energiebronnen zoals biowaterstof en bio-ethanol zijn CO₂-neutraal volgens het artikel.

6 Wat bedoelt men met 'CO₂-neutraal'?

7 Hoe kan men bio-ethanol produceren?

8 Geef de reactievergelijking die optreedt bij de verbranding van bio-ethanol.

Of bio-based producten de markt snel zullen veroveren, hangt af van een aantal factoren.

9 Welke factoren noemt men in het artikel?

Restproducten van plantaardige oorsprong ANTWOORDEN

1 Kokos dat na bewerking als bouw materiaal gebruikt kan worden ; plantaardige vezels in plaats van glasvezels gebruiken in o.a. speelgoed ; bioplastic in plaats van andere plastics ; weekmaker op basis van suiker die in PVC toegepast kan worden ; nieuwe brandvertrager zonder halogenen ; biowaterstof produceren in plaats van fossiele brandstoffen.

2 In Wageningen staat de Landbouw universiteit.

3 Waterstof wordt gezien als de brandstof van de toekomst omdat de olie een keer opraakt en omdat bij verbranding van waterstof geen CO₂ vrijkomt.

4 Aan de negatieve elektrode leidt men waterstof binnen. Aan de positieve elektrode wordt zuurstof verbruikt. Waterstof staat elektronen af en wordt omgezet in waterstofionen (protonen). Zuurstof neemt aan de positieve elektrode elektronen op. Elektronentransport vindt plaats via een draad van de negatieve naar de positieve elektrode. Je kunt het dus opvatten als een verbranding bij betrekkelijk lage temperatuur waarbij de elektrische energie nuttig gebruikt kan worden.

5 Totaal: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

6 De CO₂ die bij verbranding van bio-ethanol vrijkomt was eerst in de kringloop van koolstof als een sacharide opgeslagen. Er komt dus geen nieuwe CO₂ vrij. Deze koolstof zat al in de koolstofkringloop.

7 Men kan sachariden door vergisting (fermenteren) omzetten in bio-ethanol.

8 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

9 De schaarsheid van de huidige grondstoffen; de kostprijs en de eigenschappen van de nieuwe producten vergeleken met de bestaande producten; de regelgeving vanuit de overheid.

Gasunie start onderzoek naar aardgas/waterstof

Groningen – Gasunie Research start deze maand onderzoek naar het effect om aardgas aan te vullen met waterstof. Door deze toevoeging wordt ingezet op de 'vergroening van aardgas' en daalt de uitstoot kooldioxide bij verbranding van zo'n mengsel.

Het toevoegen van waterstof aan aardgas heeft ook voor de glastuinbouw betekenis. Dat geldt niet alleen voor de uitstoot aan kooldioxide, maar ook voor andere toepassingen. Zo kan waterstof worden toegepast in brandstofcellen. In een brandstofcel wordt de waterstof direct

omgezet in elektriciteit. Een van de nieuwe manieren om tuinbouwkassen te verwarmen en tegelijk te belichten is het gebruik van brandstofcellen. De benodigde waterstof wordt door een filter uit het mengsel met aardgas gehaald, dat via het normale leidingsnet wordt getransporteerd.

Ook de verminderde uitstoot van kooldioxide speelt de sector in de kaart. Vorige week werd bekend dat de glastuinbouw na een sterke lobby in de Tweede Kamer meer kooldioxide mag uitstoten dan aanvankelijk was toegestaan. De verbranding van aardgas met waterstof resulteert in

een lagere CO₂-uitstoot. Bij het verbranden van waterstof komt geen kooldioxide vrij.

Waterstof wordt door deskundigen gezien als een belangrijke energiedrager om op een duurzame energievoorziening uit te komen. Met zon- of windenergie en biomassa kan waterstof duurzaam worden geproduceerd.

De komende jaren wordt onderzoek gedaan naar onder meer veiligheidsaspecten bij transport, distributie en mogelijke invloed op materiaal. Daarnaast zal de omschakeling naar verwachting tientallen jaren duren en enorme investeringen vergen.

Het toevoegen van waterstof aan aardgas beschrijft men als 'vergroening van aardgas'.

1 Licht de uitdrukking 'vergroening van aardgas' toe.

2 Wordt aardgas door toevoeging van waterstof meer of minder energierijk per m³? Licht toe je antwoord toe met behulp van gegevens uit Binas.

Waterstof kan als brandstof dienen in een brandstofcel.

3 Beschrijf de werking van een brandstofcel.

4 Hoe haalt men als gebruiker de waterstof uit het aardgas/waterstof mengsel?

Met onder andere zon- of windenergie kan waterstof duurzaam worden geproduceerd.

5 Wat wordt er door zon- of windenergie geproduceerd?

6 Waarom noemt men deze productie 'duurzaam'?

Zon- of windenergie levert elektriciteit waarmee waterstof uit water geproduceerd kan worden.

7 Leg uit wat voor type reactie daarbij optreedt.

8 Geef de reactievergelijking die hierbij optreedt.

9 Wat staat de invoering van het vergroende aardgas in de weg?

Gasunie start onderzoek ANTWOORDEN

1 Er komt minder uitstoot van koolstofdioxide waardoor het milieutechnisch gezien een betere brandstof is.

2 Minder: de verbrandingswarmte van Gronings aardgas is $32 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$, de verbrandingswarmte van waterstof is $10,8 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$.

3 Aan de negatieve elektrode leidt men waterstof binnen. Aan de positieve elektrode wordt zuurstof verbruikt. Waterstof staat elektronen af en wordt omgezet in waterstofionen (protonen). Zuurstof neemt aan de positieve elektrode elektronen op. Elektronentransport vindt plaats via een draad van de negatieve naar de positieve elektrode. Je kunt het dus opvatten als een verbranding bij betrekkelijk lage temperatuur waarbij de elektrische energie nuttig gebruikt kan worden.

4 De waterstof wordt door een filter weer uit het aardgas/waterstof mengsel gehaald.

5 Elektriciteit

6 Duurzaam betekent dat deze energiebron niet opdraakt.

7 Een elektrolyse, een ontledingsreactie door middel van elektrische stroom.

8 $2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ H}_2 + \text{O}_2$

9 Het onderzoek naar de veiligheidsaspecten en grote investeringen.

Agrarisch Dagblad, 7 september 2004

Ethaandinitril alternatief voor methylbromide

Canberra – Het Australische onderzoeksinstituut CSIRO denkt dat het gas ethaandinitril (EDN) een goed alternatief is voor methylbromide. Zij heeft daarom met producent BOC Group een contract gesloten om het gas op grote schaal te gaan produceren.

Methylbromide gaat vanaf 2005 gefaseerd van de markt verdwijnen. Het eerst zal het middel dat bijvoorbeeld als grondontsmetter in de aardbeienteelt gebruikt wordt, in westerse landen niet langer gebruikt mogen worden. Ontwikkelingslanden mogen het gebruik gefaseerd terugbrengen waarbij het gebruik van het middel na 2015 verboden is. Dat staat in internationale afspraken bin-

nen het Montreal Protocol. Methylbromide wordt verboden vanwege de schadelijke effecten voor de ozonlaag.

Methylbromide wordt niet alleen als bodemontsmetter gebruikt. Het kan ook dienen om de houdbaarheid van verschillende agrarische producten te verlengen.

Onderzoekers van het Australische CSIRO ontdekten al in 1994 de werking van EDN. Volgens CSIRO-entomologe Joanne Daly is het middel bij grondontsmetting effectiever dan methylbromide. Naar verwachting kan de producent van het gas binnen enkele maanden over de vereiste registratie voor het gas beschikken.

Voor methylbromide worden in het artikel twee toepassingen vermeld.

1 Welke twee zijn dat?

Voor één van beide toepassingen is ethaandinitril effectiever.

2 Welke toepassing is dat?

Organische stoffen kunnen een rationele (systematische) en een triviale naam hebben. In het geval van methylbromide en ethaandinitril is in het ene geval sprake van een rationele naam en in het andere van een systematische naam.

3 Welke stof heeft een rationele naam en welke een triviale naam? Maak gebruik van Binas tabel 103c.

4 Geef van de stof met de triviale naam de systematische naam.

5 Geef de structuurformules van beide stoffen.

Eén van beide stoffen moet van de markt verdwijnen.

6 Welke stof is dat en waarom moet hij van de markt verdwijnen?

De werking van het genoemde alternatief dat door CSIRO aangedragen wordt, is al door hetzelfde onderzoeksinstituut in 1994 ontdekt. Het artikel geeft geen redenen waarom het zo lang geduurd heeft voordat het genoemde alternatief gebruikt gaat worden.

7 Geef zelf twee mogelijke redenen.

Ethaandinitril alternatief voor methylbromide

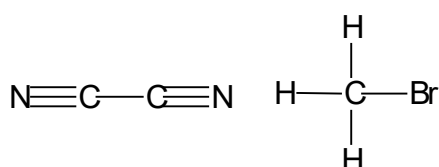
1 Bodemontsmetter en om de houdbaarheid van agrarische producten te verlengen.

2 Bij grondontsmetting

3 Systematisch: ethaandinitril; triviaal: methylbromide.

4 Juiste naam: broommethaan.

5



6 Methylbromide: heeft schadelijke effecten voor de ozonlaag.

7 Methylbromide zal veel goedkoper geproduceerd kunnen worden. De grondstoffen voor het maken van methylbromide zijn veel goedkoper en in grotere hoeveelheden voorhanden. Voordat nieuwe producten gebruikt gaan worden, moet er eerst goed getest worden. In de testfase wordt gekeken of er schadelijke bijwerkingen zijn (voedselketen).

Opmerking:

1 Voor havo moet u vraag 5 vervangen door : teken de structuurformule van je antwoord op vraag 4.

2 Methylbromide is zeer giftig gas (MAC waarde 5 ppm) dat (bijtend) inwerkt op de ademhalingsorganen en op het centrale zenuwstelsel. Ook kunnen microbeschadigingen optreden (zie Chemiekaarten). Een groot risico voor de tuinbouwers die dit toepasten voor grondontsmetting. De vervanging door ethaandinitril zal dus niet alleen wegens gevaar voor de ozonlaag plaats vinden.

Een concurrent voor benzine: ethanol uit houtafval

ENERGIE In Zweden ging onlangs een proef-fabriek open, met als doelstelling de proces-techniek voor het pro-duceren van ethanol uit cellulose te verbete-ren. Uiteindelijk moet ethanol kunnen con-curreren met benzine.

Rijkert Knoppers

Örnsköldsvik – De onlangs geopende Domsjö-fabriek in het Zweedse Örnsköldsvik gaat slechts tweehon-dert kubieke meter etha-nol per jaar produceren. Maar daar gaat het niet om, want de fabriek brengt in eerste instantie kennis voort. Kennis over de manier waarop het effi-ciëntst uit houtachtig ma-teriaal ethanol valt te pro-duceren.

Het proces ligt in grote lij-

nen vast. Het ruwe materi-aal, bestaande uit houtres-tanten of houtvezels, komt in een zuurbad met ver-schillende zuren, zoals zwavelzuur en zwavel-dioxide. Het zuur splitst in een eerste stap het zogehe-ten hemicellulose in suiker, in een tweede stap komt het eigenlijke cellulose aan de beurt.

Beide procesonderdelen gebeuren bij hoge tempe-ratuur. Vervolgens is er een sterk geconcentreerd zuur nodig om bij lagere tempe-ratuur het overgebleven hout af te breken.

De ontstane suikeroplos-sing komt na reiniging in een fermenteerkuip, waar gist 95 procent van de sui-kers omzet in ethanol. Het hierbij vrijkomende kool-dioxide is na reiniging on-der meer te gebruiken in brandblusapparaten.

Het residu, dat uit het oor-spronkelijke materiaal achterblijft, is lignine, dat na droging als brandstof voor elektriciteitscentrales kan dienen.

Uit 100 kg droog hout ont-staat op deze manier 20 tot 25 kg ethanol, 20 kg kooldioxide en 45 kg ligni-ne, de rest is (brandbaar) afval. Volgens A. Sivertson van de Universiteit van Up-sala ligt het belang van een efficiënte manier van ethanolproductie vooral in het gegeven dat de aard-olie binnen vijftig jaar op zal zijn. 'Ook al blijft de voorraad olie nog langer op peil, de huidige hoge olieprijs zullen niet da-len. De vraag naar alterna-tieve brandstoffen, zoals ethanol, zal daarom sterk toenemen.'

Overigens bevindt zich op hetzelfde terrein van

Domsjö al een commer-cieel draaiende ethanolfa-briek, die jaarlijks 13.000 kubieke meter ethanol uit cellulose produceert, ter-wijl in Norrköping het be-drijf Agroetanol jaarlijks vijftigduizend kubieke me-ter maakt uit gerst en tar-we.

Vergeleken met de jaarlijk-se productie van tien mil-joen kubieke meter et-hanol uit suikerbieten in Brazilië en de zeven mil-joen in de Verenigde Staten geproduceerde bio-brand-stof uit graan, is de Zweed-se productiecapaciteit be-scheiden. Maar de ver-wachting is dat dankzij het intensieve onderzoek de efficiency van het ethanol-productieproces sterk zal stijgen, waardoor de prijs zal dalen tot 0,45 euro per liter. ■

In Zweden is onlangs een proeffabriek geopend die ethanol maakt uit houtafval.

1 Wat is volgens het artikel de doelstelling van deze proeffabriek?

2 Waarom zal juist in een land als Zweden deze proeffabriek neergezet worden?

Het proces van houtafval tot bio-ethanol ligt in grote lijnen vast.

3 Geef het proces in een blokschema weer.

In een van de stappen wordt cellulose in zuur milieu omgezet in suiker.

4 Geef de reactievergelijking van de omzetting van cellulose in suiker (sacharose) weer in structuurformules.

5 Wat voor type reactie is hier opgetreden?

In het artikel staat "..... in een zuurbad, met verschillende zuren zoals zwavelzuur en zwaveldioxide.....".

6 Leg uit dat zwaveldioxide op zich geen zuur is maar wel voor een zure oplossing kan zorgen.

Fermentatie zet suiker om in ethanol en koolstofdioxide.

7 Geef de reactievergelijking van de fermentatie weer. Gebruik voor suiker in de reactievergelijking glucose.

Uit 100 kg droog hout ontstaat een aantal producten.

8 Laat via een berekening zien dat de vermelde verhouding ethanol/koolstofdioxide aardig klopt.

Op hetzelfde terrein bevindt zich al een commercieel draaiende bio-ethanolfabriek.

9 Hoeveel m³ ethanol produceert men in deze fabriek per jaar?

10 Bereken Hoeveel kg bio-ethanol dat is?

11 In welke landen produceert men bio-ethanol in veel grotere hoeveelheden?

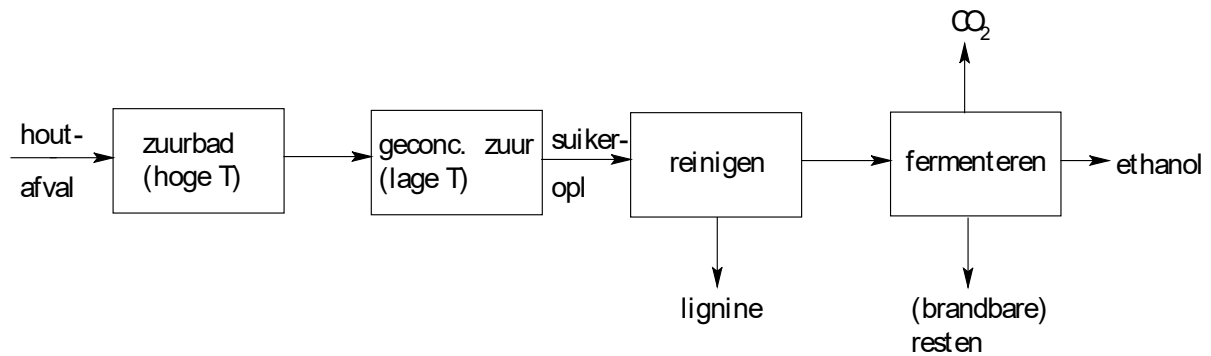
12 Waarom is men over de hele wereld bezig om steeds brandstoffen op biologische wijze te produceren? Bedenk twee mogelijke redenen.

Ethanol uit houtafval ANTWOORDEN

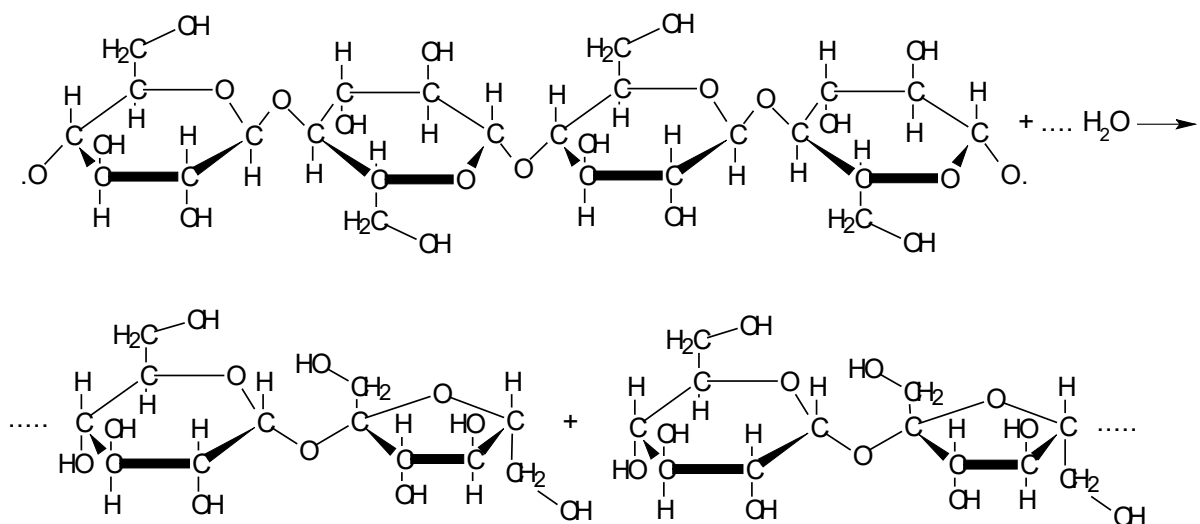
1 De doelstelling is om kennis te verkrijgen over de manier waarop het meest efficiënt uit houtachtig materiaal ethanol geproduceerd kan worden.

2 In Zweden wordt heel veel hout verwerkt en zul je dus ook heel veel houtafval hebben.

3

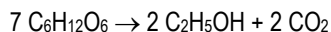


4



5 Hydrolyse

6 SO_2 kan geen H^+ opnemen, het is een zuurvormend oxide en reageert in water tot H_2SO_3 , zwaveligzuur, dat voor een zure oplossing zorgt.



8 Je ziet dat er uit 1 mol glucose 2 mol ethanol en 2 mol koolstofdioxide ontstaan. Dus een molverhouding van 1 : 1. 1 mol ethanol $\equiv$ 46,0 g; 1 mol koolstofdioxide $\equiv$ 44,01 g. Er ontstaat dus iets meer ethanol dan koolstofdioxide zoals ook in het artikel staat: 20 tot 25 kg ethanol en 20 kg koolstofdioxide uit 100 kg droog hout.

9 Jaarlijks 13000 m^3 ethanol.

10 De dichtheid van ethanol is $0,80 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. Dus $13000 \text{ m}^3 \equiv 13000 \times 0,80 \cdot 10^3 = 1,04 \cdot 10^7 \text{ kg}$.

11 In Brazilië en in de Verenigde Staten.

12 Uiteindelijk zullen de fossiele brandstoffen opraken. Er zullen dan alternatieve (duurzame) energiebronnen nodig zijn zoals bijvoorbeeld bio-ethanol. Landen als Brazilië en de Verenigde Staten willen minder afhankelijk zijn van de import van olie.

Bio-diesel uit frituurvet

Pittsburgh - Studenten van de University of Michigan hebben aangetoond dat het mogelijk is een bus van de universiteit op biodiesel te laten rijden die wordt gewonnen uit de veertigduizend liter afgedankt frituurvet die de tien kantines van de universiteit jaarlijks produceren. Ze laten het oude frituurvet reageren met kalium-

hydroxide en methanol waarbij een mengsel van glycerine en een vetzure methylester ontstaat. Na het afscheiden van de glycerine wordt de oplossing verhit om het overtollige water en alcohol kwijt te raken. Wat dan overblijft is een uitstekende biodiesel die in een verhouding van 1 op 5 wordt vermengd met gewone diesel. (tz)

Het voorvoegsel bio in biodiesel duidt ergens op.

1 Wat geeft het voorvoegsel bio aan?

Studenten hebben oud frituurvet laten reageren met kaliumhydroxide-oplossing en methanol. Frituurvet is een mengsel van glyceryltriesters. Bij reactie van glyceryltriesters met kaliumhydroxide treedt een verzepingsreactie op.

2 Geef de reactievergelijking van glyceryltristearaat met kaliumhydroxide-oplossing weer. Gebruik voor koolstofverbindingen structuurformules.

Daarna reageren de stearaationen met methanol verder tot methylstearaat en hydroxide-ionen.

3 Geef ook hiervan de reactievergelijking weer. Gebruik voor koolstofverbindingen structuurformules.

4 Leg uit welke functie kaliumhydroxide heeft.

5 Geef de totaalvergelijking van het proces weer.

6 Leg uit dat de totale reactie een omestering weergeeft.

De gevormde methylstearaat wordt in het artikel een vetzure methylester genoemd.

7 Verklaar de benaming uit het artikel.

De gevormde glycerine (glycerol) wordt gescheiden van de gevormde esters.

8 Leg uit hoe een eenvoudige scheiding zonder verhitting mogelijk is. Hint: je hebt een hulpstof nodig.

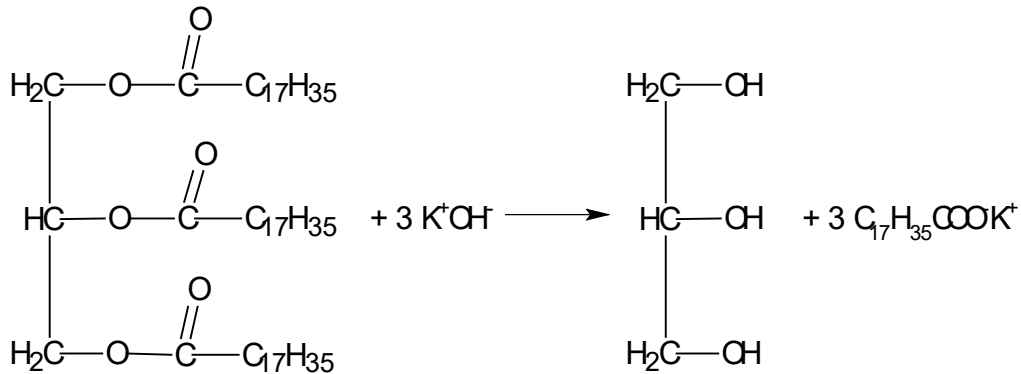
Daarna wordt de oplossing verhit om het overtollige water en alcohol kwijt te raken.

9 Van welke eigenschap maak je dan gebruik? Licht toe.

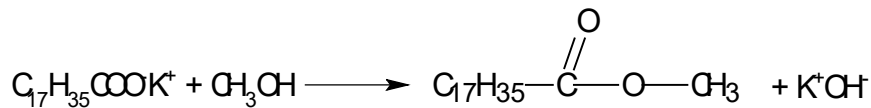
Biodiesel uit frituurvet ANTWOORDEN

1 Dat de stof via een biologisch proces gemaakt is of dat het ontstaan is uit een biologische stof.

2

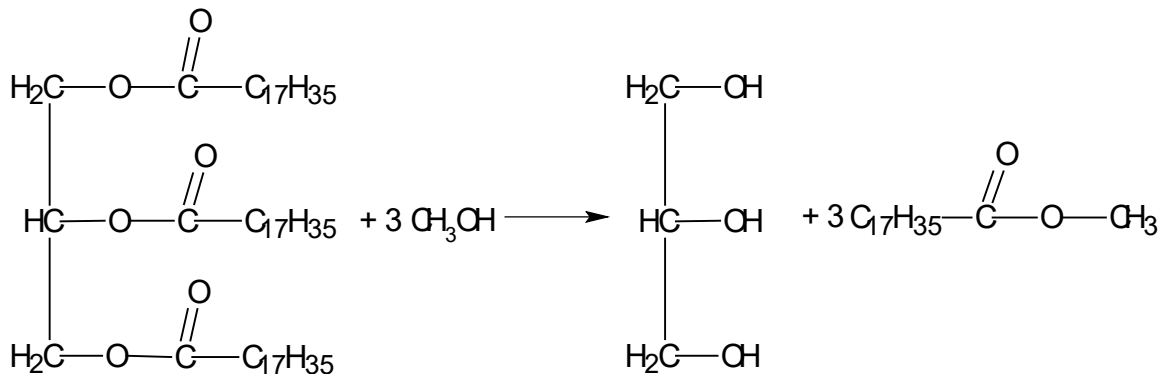


3



4 Kaliumhydroxide wordt niet verbruikt bij de reactie maar reageert wel mee. Het gedraagt zich dus als een katalysator.

5



6 Uit de ene ester, glyceryltriester, ontstaat een andere ester: vetzure methylester.

7 Er wordt een ester gevormd met methyl als groep aan de zuurrest. De rest van de ester is van de vetzuren afkomstig.

8 Als je water toevoegt lost de glycerine daarin op. Glycerine kan door de aanwezigheid van OH-groepen H-bruggen met water vormen, de esters kunnen dit niet.

9 De gevormde esters hebben een veel hoger kookpunt dan water en alcohol. Bij verhitten verdampen water en alcohol en blijven de esters achter.

Tijdens de ouderdag in februari 2003 van het Technologisch Gezelschap (de studievereniging van de afdeling Scheikundige Technologie aan de TU Delft) konden ouders op het laboratorium zelf biodiesel maken uit zonnebloemolie.

Hierna treft u het voorschrift aan (met dank aan het Technologisch Gezelschap en de auteur professor Herman van Bakkum).

De bereiding van Biodiesel

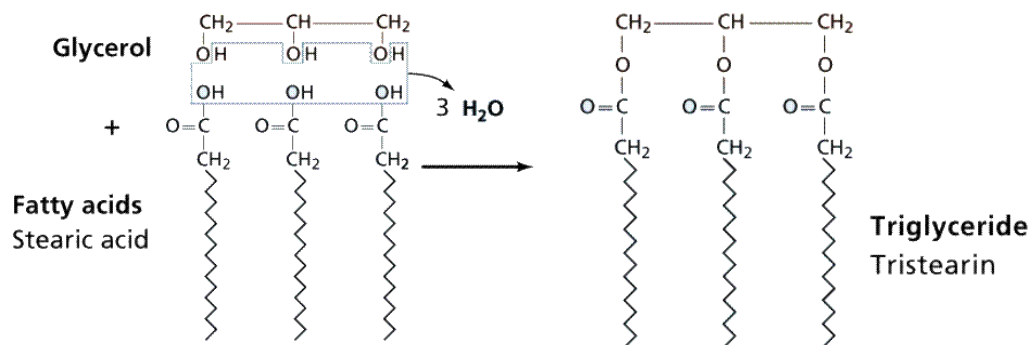
Ouderdag 15 februari 2003

Wat doet de Delfts scheikundig technoloog? Hij of zij maakt gebruik van chemie en technologie om aan de behoeften van de maatschappij te voldoen. Dit loopt uiteen van het maken van 2 miljoen pakjes margarine die allemaal precies hetzelfde moeten smaken tot het maken van een heleboel producten uit ruwe aardolie, zoals benzine, verfverdunder en textiel.

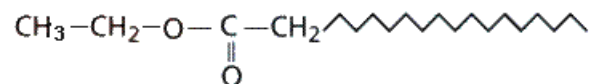
Wat doet een Sustainable Molecular Science and Technology technoloog? Hij of zij kijkt kritisch naar alles wat duizenden scheikundig technologen al eerder hebben gedaan. Hierna probeert hij of zij datzelfde op zo'n manier te doen dat hetzelfde product gemaakt kan worden met een proces dat het milieu minder belast of dat minder grondstoffen gebruikt.

Vandaag maken we vanuit zonnebloemolie echte diesel. Een mooi voorbeeld van **duurzame scheikundige technologie** en om te laten zien wat je nou leert hier in Delft. Biodiesel kan gemaakt worden uit verschillende oliën, zoals olijfolie, zonnebloemolie etc. Vandaag zullen we zonnebloemolie gebruiken. Dit is namelijk goedkoop en ruim voor handen. Een ingenieur denkt tenslotte ook aan de economische haalbaarheid van zijn idee.

Eerst een heel klein stukje achtergrond. Olie en vet bestaan uit triglyceriden en worden gevormd door de volgende reactie:



Bij dit experiment gebeurt het omgekeerde. Het glyceride wordt gesplitst in kleinere delen: ethylesters van vetzuren:



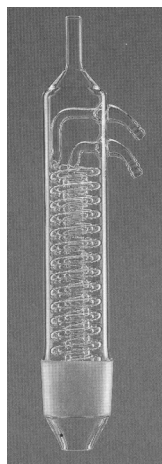
Stap 1: De Reactie

Apparatuur:

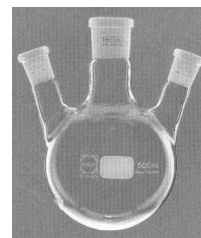
- Standaard
- 2 Standaardklemmen
- Steltafel
- Verwarmingsmantel
- Terugvloeikoeler + slangen
- Driehalskolf + 2 stoppen
- (glazen) maatcilinder 100 ml

Benodigheden:

- 200 ml (absolute) ethanol
- 100 ml zonnebloemolie (later af te meten)
- snippertje vast natrium
- kooksteentje



terugvloeikoeler



Driehalskolf



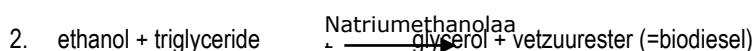
Verwarmingsmantel

Bouw eerst de opstelling: zet de standaard in de zuurkast, plaats de steltafel op de standaard en zet hierop de verwarmingsmantel. Driehalskolf erin en vastzetten met een klem. Plaats op de driehalskolf de terugvloeikoeler en zet ook deze vast met een klem. Zorg ervoor dat alles stevig vast zit door de contactpunten een beetje in te vetten en de groene klemmetjes er omheen te doen. Meet de 200 ml ethanol af. Met de zonnebloemolie kan nog even gewacht worden.

De opstelling is nu klaar voor gebruik. Giet de ethanol in de driehalskolf. Je krijgt een brokje natrium van de begeleiding en die moet in de ethanol. Terwijl dit staat te bruisen, kan de zonnebloemolie afgemeten worden. Wanneer de natrium is opgelost (= uitgebruist), kan de zonnebloemolie erin. Doe er een kooksteentje bij, sluit de driehalskolf af met de stoppen en zet de verwarming op stand 9. Als het mengsel kookt kan de stand wat lager (stand 5 à 6).

Laat het mengsel een uurtje koken. In de tussentijd kunnen we wat anders doen. Na het koken wordt de driehalskolf in een bak met ijs gezet, zodat het afkoelen lekker snel gaat.

De reacties:



Na deze reacties blijft er nog natriumethanolaat over. Dit, de overmaat ethanol en de glycerol kunnen we niet gebruiken in de biodiesel en moeten er dus uitgehaald worden. Dit gebeurt in stap 2: de scheiding.

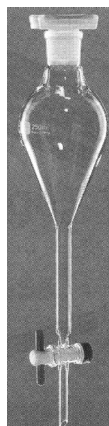
Stap 2: De Scheiding

Apparatuur:

- scheitrechter met standaard en ring
- 2 bekgelazen van 500 ml
- plastic maatcilinder (250 ml)
- erlenmeyer (500 ml)
- rondkolf

benodigdheden:

- 250 ml ether
- 400 ml water
- zout
- zeoliet (5A; Na-A)



Scheitrechter



Filmverdampfer

Maak 400 ml zout water (400 ml water, 15 gram zout en goed roeren); meet vervolgens 250 ml ether af.

Klem de ring vast aan de standaard en hang de scheitrechter erin. Haal de driehalskolf uit de bak met ijs en doe de inhoud hiervan in de scheitrechter en giet de ether er rustig bij. Zwenk de trechter een aantal maal om een goede menging te realiseren.

Belangrijk: Houd tijdens het schudden de trechter op zijn kop en draai af en toe het kraantje open om te ontluichten!

Hang de trechter weer terug en giet er voorzichtig 200 ml zout water bij. Schud nogmaals (voorzichtig!) en hang de scheitrechter terug. Na enkele minuten zal de vloeistof ontmengen in twee fasen: een waterlaag en een etherlaag. De waterlaag (dat is de onderste laag) moet afgetapt worden en weggegooid worden in het daartoe bestemde vat.

Belangrijk: Haal de stop van de scheitrechter af bij het aftappen, omdat er anders een onderdruk in de trechter ontstaat, waardoor lucht onderlangs naar binnen gaat (Dat geeft menging)!

Herhaal hetzelfde nog eens met de overige 200 ml zout water. Tap na het aftappen van de water laag de etherlaag af in een erlenmeyer.

Met een paar scheppen zeoliet (een soort moleculaire spons) wordt het laatste restje water verwijderd. Een paar minuten goed schudden tot de vloeistof helder wordt. Voor het verwijderen van de ether gebruiken we een filmverdampfer. Onder hoog vacuüm verdampt de ether relatief snel en houden we de biodiesel over.

Achterliggende theorie:

De glycerol, ethanol en natriumethaloaat lossen beter op in water dan in de ether. Tijdens het schudden worden de ether- en zoute waterlaag goed gemengd, waardoor die stoffen van de ene naar de andere laag kruipen. Na het schudden moeten de twee lagen ontmengen en dit kan even duren. De waterlaag neemt veel van bovenstaande stoffen op en moet dus afgetapt en verwijderd worden. In één keer lukt dit niet helemaal. Er zijn minstens twee 'wasbeurten' nodig.

Technisch Weekblad, 30 april 2004 en 14 mei 2004

Roestbacterie in kaart

Pittsburgh – Onderzoekers van The Institute for Genomic Research (TIGR) in de Amerikaanse staat Maryland hebben het complete genoom in kaart gebracht van een bacterie die op grote schaal corrosie veroorzaakt.

Desulfovibrio vulgaris is een zwavel-reducerende bacterie die vooral in de olie- en gaswinning grote schade toebrengt. De bacterie leeft bij voorkeur in dunne films op pijpleidingen, olie-installaties en andere stalen constructies en haalt vrije elektronen uit waterstof, organische zu-

ren en alcohol om deze af te staan aan metalen die daarbij oxideren. De bacterie produceert bij zijn stofwisseling eiwitten die het afstaan van elektronen aan metalen vereenvoudigen.

De onderzoekers van TIGR zeggen dat, nu het genoom bekend is, het een stuk eenvoudiger wordt om de schade die *Desulvibrio Vulgaris* veroorzaakt te beperken. Ook zal de bacterie beter ingezet kunnen worden voor het opruimen van met zware metalen (o.a. uranium) vervuilde stukken grond. (tz)

REACTIE

Oxideren en reduceren

Teake Zuidema schrijft in Technisch Weekblad van 30 april op pagina 3 een leuk artikel over de roestbacterie en over oxideren en reduceren.

Helaas worden de begrippen door elkaar gehaald. De zwavel-reducerende bacterie haalt voor de reductie van zwavel (sulfaaten) elektronen weg bij het metaal, dit wordt dan geoxideerd, roest dus.

De elektronen worden afge-

staan aan zwavel dat hierdoor gereduceerd wordt en wordt omgezet in sulfide (H_2S).

De elektronen kunnen ook worden weggehaald uit waterstof, organische zuren en alcoholen, zoals de auteur schreef, maar worden niet afgestaan aan het metaal, maar aan zwavel (zie herkomst naam).

Mikkel Suijker,
biotechnoloog

1 Omschrijf wat het doel was van het onderzoek dat is uitgevoerd aan het TIGR.

In het artikel 'Roestbacterie in kaart' spreekt men over roestbacterie en over corrosie.

2 Wat is de overeenkomst en wat is het verschil tussen roesten en corroderen?

3 Leg uit dat de naam van de bacterie wijst op de betrokkenheid van zwavel.

De bacterie haalt volgens Teake Zuidema elektronen uit ondermeer waterstof en staat ze af aan metalen.

4 Leg uit wat er in deze beschrijving niet klopt.

In het artikel 'Oxideren en reduceren' geeft de biotechnoloog Mikkel Suijker een reactie.

5 Wat gebeurt er volgens hem werkelijk?

In het artikel 'Oxideren en reduceren' is het chemisch taalgebruik niet correct. In plaats van de 'omzetting van zwavel in sulfide' moet je lezen de omzetting van sulfaat in diwaterstofsulfide.

6 Geef de vergelijking van de halfreactie waarbij sulfaat betrokken is en diwaterstofsulfide ontstaat.

De bacterie haalt elektronen weg bij het metaal.

7 Geef de halfreactie als een stalen constructie op deze manier wordt aangetast.

8 Welke andere reductoren worden er genoemd?

In de artikelen gaat men in op de negatieve invloed van de bacterie. De bacterie heeft echter ook een positieve toepassingsmogelijkheid.

9 Welke positieve toepassingsmogelijkheid wordt genoemd in het artikel?

Roestbacterie ANTWOORDEN

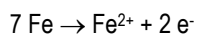
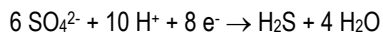
1 Men heeft het hele genoom van de bacterie *Desulfovibrio vulgaris* in kaart gebracht om zo inzicht te krijgen in de wijze waarop deze bacterie schade via corroderen veroorzaakt en daardoor deze schade te beperken.

2 In beide gevallen gaat het om de aantasting van metalen waarbij metaalionen gevormd worden. Alleen bij roesten gaat het specifiek om ijzer terwijl corrosie algemeen over metalen gaat.

3 Er staat sulfo (afgeleid van sulfur) in de naam en dat wijst op zwavel.

4 Metalen zouden daarbij negatief geladen ionen worden en dat klopt niet.

5 Metalen en waterstof staan elektronen af aan de bacterie die daarbij zwavel omzet in sulfide.



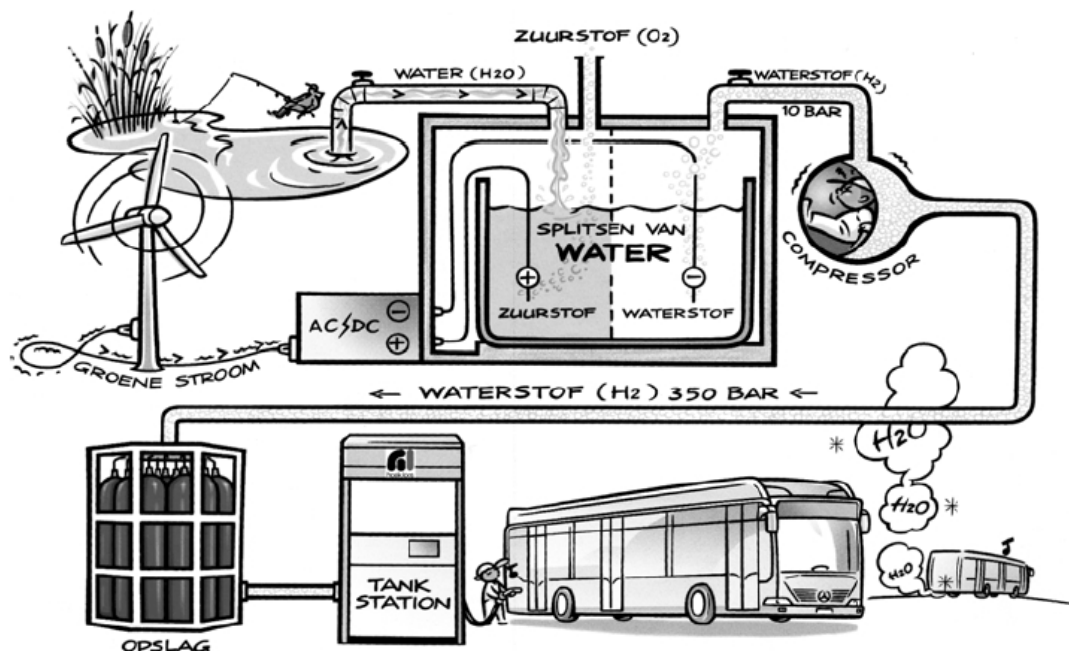
8 Waterstof, organische zuren en alcoholen.

9 Het opruimen van met zware metalen vervuilde stukken grond.

Sleutelrol voor aardgasnet bij introductie waterstofeconomie

De olie van morgen

Waterstof is volgens velen de oplossing voor het verminderen van CO_2 -emissie, het verbeteren van de luchtkwaliteit en op termijn misschien wel de oplossing voor de onafhankelijkheid van olieproducerende landen. Niet vreemd dat Amerika, Japan, Europa en ook Nederland fors investeren in onderzoek dat ons moet voorbereiden op de waterstofeconomie. De weg naar de waterstofeconomie is echter nog lang en kostbaar en vereist veel onderzoek. Maar de voorbereidingen op het transitieproces zijn gestart.



ILLUSTRATIE: OFFERMAN, COPYRIGHT HOEK LOOS BV

Waterstof wordt in het artikel genoemd als de olie van morgen.

1 Licht deze uitspraak toe.

In de tekening wordt het gehele proces van grondstof tot brandstof weergegeven.

2 Maak een blokschema van het gehele proces.

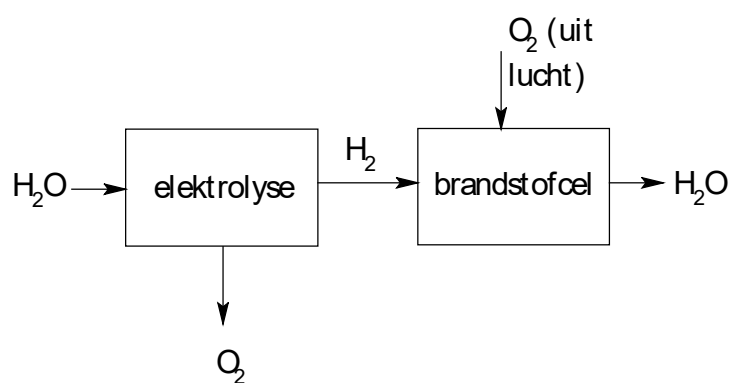
3 Geef de vergelijkingen van de reacties die in de kringloop optreden.

4 Geef ook aan welke reactie op welke plaats in het blokschema optreedt.

De olie van morgen

1 Op dit moment is olie de belangrijkste energiebron. In de toekomst verwacht men dat waterstof de belangrijkste energiebron zal gaan worden.

2



3/4 In de elektrolysecel: $2 H_2O \rightarrow 2 H_2 + O_2$. In de autobus: $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$.

U kunt de opgave “de olie van morgen” en “wachten op waterstof” combineren tot één opgave (in de genoemde volgorde).

Wachten op waterstof

Prikkels nodig

De brandstofcel is de kroon op de waterstofeconomie. Met deze verbrandingsmotor lachen we om de Kyoto-eisen en kunnen we de klimaatsverandering weer in de goede richting ombuigen. De verwachtingen zijn hoog gespannen. Critici geven echter ook al aan dat er nog heel wat water door de Rijn moet stromen, voordat de waterstofeconomie ook daadwerkelijk een schone economie zal zijn.

Het merkwaardige in de discussie over de brandstofcel is dat hij dichtbij is en tegelijkertijd veraf staat. Dichtbij omdat er tal van experimenten zijn die het apparaat in de praktijk laten werken. In Amsterdam rijden zelfs drie stadsbussen op een brandstofcel. Tegelijkertijd veraf omdat studies laten zien dat het nog wel vijftig jaar kan duren voordat de olie-economie is opgebrand en de waterstofeconomie zijn entree heeft gemaakt.

De auto was het paradepaardje van de olie-economie. Het zou voor de acceptatie van de nieuwe brandstoforde makkelijk zijn als de auto van de toekomst ons ook de waterstofeconomie in voert. Helaas zal dit niet het geval zijn. En dat heeft met geld te maken. De marges in de auto-industrie zijn dusdanig klein dat uit deze hoek geen geëxperimenteer met nieuwe revolutionaire motortypes zijn te verwachten. De tijd dat de auto-industrie de graadmeter was voor technische innovaties ligt dan ook achter ons.

Tenzij, de overheid een handje helpt. Want de katalysator en de hybride auto die nu op de openbare weg rijdt, waren er nooit gekomen als de overheid niet strenge eisen had gesteld ten aanzien van vervuiling of met subsidie de aanschafprijs van een 'milieuvriendelijke' auto drukt.

De waterstofeconomie wordt, net als de kenniseconomie, voornamelijk met de mond beleden. Het wordt dus tijd dat er door middel van strengere eisen daadwerkelijk een prikkel ontstaat om werk te maken van de waterstofeconomie. Anders kan het inderdaad nog wel eens een halve eeuw duren.

De brandstofcel is volgens het artikel dichtbij en tegelijkertijd veraf.

1 Licht deze uitspraak toe.

2 Wat is een brandstofcel? Leg in het kort de werking uit.

3 Waarom zal in de auto-industrie de brandstofcel niet snel ingevoerd gaan worden?

4 Wat zou volgens het artikel helpen bij het wel ingevoerd krijgen van de brandstofcel in auto's?

Wachten op waterstof ANTWOORDEN

1 Dichtbij omdat men al volop aan het experimenteren is met brandstofcellen in auto's. Veraf omdat de komende 50 jaar er nog voldoende olie op aarde is en men niet snel een andere brandstof zal invoeren.

2 Aan de negatieve elektrode leidt men waterstof binnen. Aan de positieve elektrode wordt zuurstof verbruikt. Waterstof staat elektronen af en wordt omgezet in waterstofionen (protonen). Zuurstof neemt aan de positieve elektrode elektronen op. Elektronentransport vindt plaats via een draad van de negatieve naar de positieve elektrode. Je kunt het dus opvatten als een verbranding bij betrekkelijk lage temperatuur waarbij de elektrische energie nuttig gebruikt kan worden.

3 De marges in de auto-industrie zijn klein. Deze industrie zal dus weinig experimenteren met nieuwe systemen. Dat kost veel te veel geld.

4 Als de overheid door strenge eisen te stellen aan de uitstoot van gassen het mogelijk maakt dat waterstof als brandstof in brandstofcellen een betaalbaar/economisch rendabel alternatief is voor de auto-industrie.

U kunt de opgave "de olie van morgen" en "wachten op waterstof" combineren tot één opgave (in de genoemde volgorde)

Ode Durion Special, zomer 2004

Land zonder uitlaatgassen

In IJsland wordt gewerkt aan een experiment dat de energievoorziening in de wereld voorgoed zal veranderen. Wetenschap, politiek en bedrijfsleven hebben besloten definitief afscheid te nemen van de afhankelijkheid van kolen, olie en gas. IJsland haalt zijn energie straks uit de H_2 van H_2O . Thans worden de eerste stappen gezet en over 25 jaar moet 's werelds eerste waterstofeconomie een feit zijn. Schoon, duurzaam, oneindig. De wereld kijkt aandachtig toe – en zal, zo weten deze Vikingpioniers, volgen.

TEKST: JURRIAN KAMP

'Ja, mijn vrienden. Ik voorzie dat water in de toekomst zal worden gebruikt als brandstof. Dat de elementen waterstof en zuurstof die het samenstellen – alleen of gezamenlijk – een onuitputtelijke bron van warmte en licht zullen bieden. Van een intensiteit die kolen niet kunnen verschaffen. Er is daarom geen reden om te vrezen. Water zal de kolen van de toekomst zijn.'

Jules Verne
Het geheimzinnige eiland (1874)

Afspraak in Reykjavik. Op deze maandagmorgen om 09.00 uur staat Bragi Árnason op het trapje voor zijn instituut te wachten. Boze wolken verbergen de laatste IJslandse zomerzon van het jaar. De kleur in de omgeving komt van een enkel vrolijk geschilderd huis. En van het enthousiasme dat Árnason onmiddellijk uitstraalt. Hij spreekt al 25 jaar over de waterstofeconomie als hét antwoord op de, voor het geïsoleerd gelegen IJsland, pijnlijke afhankelijkheid van fossiele brandstoffen. Eerst lachten zijn landgenoten – 'auto's die rijden op water...?' Nu is hij een held die liefkozend 'professor waterstof' wordt genoemd en die het kleine IJsland heeft verbonden met multinationale giganten als Shell, DaimlerChrysler en Norsk Hydro. En die van een lokaal experiment een voorbeeld voor de wereld heeft gemaakt.

Door de gang van zijn instituut beent Árnason meteen naar zijn laboratorium om een recente aanwinst te laten zien. Op een tafel bij het raam staat een opstelling. Uiterst links vangt een klein zonnepaneel licht op dat wordt omgezet in elektriciteit. Die elektriciteit loopt naar een elektrolyseapparaat dat in een bak water (H_2O) scheidt in H_2 (waterstof) en O_2 (zuurstof). De twee leidingen met H_2 en O_2 lopen vervolgens verder en ontmoeten elkaar weer in een kleine zogenoemde brandstofcel waarin zij samen tot water reageren en waarbij elektriciteit wordt opgewekt. Met die elektriciteit draait een molentje in het laboratorium van Árnason. Het water loopt uit de brandstofcel terug naar het beginreservoir waar het door elektrolyse opnieuw wordt gescheiden. Deze gesloten cirkel van energie, die de lucht niet vervuult en het klimaat niet verstoort, kan blijven functioneren zolang de zon op aarde schijnt – nog een paar miljard jaar. Dat is het perspectief van de waterstofeconomie.

Het draaiende molentje in het laboratorium is het symbool voor de toekomstvisie van Árnason: alle verbrandingsmotoren van de auto's en de vissersschepen van IJsland moeten worden vervangen door elektromotoren die worden gevoed door waterstofbrandstofcellen. Tegelij-

Men spreekt over een toekomst waarbij IJsland als 's werelds eerste waterstofeconomie functioneert.

1 Wat bedoelt men met de term 'waterstofeconomie'?

Verderop in het artikel spreekt men over een gesloten cirkel van energie als men het heeft over de proefopstelling in het laboratorium van Arnason.

2 Welke gesloten cirkel van energie bedoelt men?

3 Geef de vergelijkingen van de reacties die daarbij optreden.

Zonne-energie kan ook rechtstreeks gebruikt worden om elektriciteit op te wekken.

4 Waarom kiest men toch vaak voor de 'omweg' via de productie van waterstof?

Op IJsland wordt alle elektriciteit al duurzaam opgewekt.

5 Waaruit blijkt dat het duurzaam opwekken van elektriciteit voor de rest van de wereld nog een groot probleem is?

In het project met waterstof participeren een drietal buitenlandse bedrijven. Elk bedrijf heeft zo zijn eigen redenen om mee te doen.

6 Welke buitenlandse bedrijven nemen deel aan het proefproject op IJsland?

7 Geef aan wat de redenen van elk van die bedrijven is om mee te doen.

In het artikel spreekt men ook over de brandstofcel.

8 Beschrijf de werking van een brandstofcel.

'Land zonder uitlaatgassen' is een lang artikel.

9 Maak een samenvatting van het artikel van maximaal 300 woorden.

Land zonder uitlaatgassen ANTWOORDEN

1 Dat waterstof de belangrijkste energiebron in de economie/industrie is.

2 Het ontleden van water in waterstof en zuurstof waarbij energie nodig is en het verbranden van waterstof waarbij een even grote hoeveelheid energie vrijkomt.

3 Ontleding: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$. Verbranding: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

4 Waterstof kan als energiedrager voor langere tijd opgeslagen worden en elders als brandstof ingezet worden.

5 Op de hele wereld wordt slechts 2,2 % van alle energie duurzaam opgewekt.

6 Daimler-Chrysler; Shell; Norsk Hydro.

7 Daimler-Chrysler is bezig om de brandstofcel in auto's te gaan gebruiken en is heel geïnteresseerd in de ontwikkeling van de productie van waterstof.

Shell weet dat over pakweg 50 jaar de olie op is en wil zich dan volledig omgeturnd hebben tot waterstofenergieleverancier.

Norsk Hydro produceert elektrolyseapparaten die nodig zijn om met duurzaam opgewekte elektriciteit water te ontleden in waterstof en zuurstof.

8 Aan de positieve elektrode reageert de zuurstof door elektronen op te nemen, aan de negatieve elektrode reageert waterstof door elektronen af te staan. Deze elektronen kunnen als elektrische stroom nuttig gebruikt worden. Uiteindelijk ontstaat er water.

9 In de samenvatting moet verteld worden hoe elektriciteit op IJsland gebruikt kan worden om duurzaam waterstof te produceren. Ook moet iets over de geschiedenis verteld worden hoe het zo gekomen is. Tevens moet de rol van de drie buitenlandse bedrijven in het geheel toegelicht worden. Ook de brandstofcel moet in de samenvatting voorkomen.

zuur & tanderosie

Gaatjes ontstaan als je vaak snoept en niet goed poetst. Maar bij een té goede mondverzorging en het eten van zúre voedingsmiddelen ligt tanderosie op de loer. Hoe bewaar je het evenwicht?

tekst **matthijs buikema** m.m.v. **ivoren kruis** en **jellie cazemier** (diëtist)

Laten we met het goede nieuws beginnen. **Er komen steeds meer producten op de markt waarmee we onze tanden en kiezen goed kunnen verzorgen.**



Tandenborstels die beter poetsen, elektrische tandenborstels die nóg beter poetsen; er zijn zelfs elektrische tandenborstels met een geïntegreerde 'monddouche', waarmee schadelijke bacteriën in de mond zouden worden bestreden. Ook kunnen we kiezen uit een leger aan fluoride-tandpasta's, peutertandpasta's, tandpasta's tegen tandsteen en gevoelige tanden, en floss, stokers en spoel-drinkjes in alle soorten en maten. En dan bestaat er ook nog kauwgum die voor een frisse adem zorgt en tegelijkertijd gaatjes en verkleuringen van het gebit tegengaat. (...)

Klas 2

"Er komen steeds meer producten op de markt waarmee we onze tanden en kiezen goed kunnen verzorgen"

1 Maak een tabel zoals hieronder en vul hem in: Zet de producten uit de tekst van het artikel onder elkaar in de tabel hieronder. Zet in kolom (2) of je het product zelf hebt, zet in kolom (3) waarom je het hebt of niet hebt en zet in kolom (4) hoeveel leerlingen dit product hebben (met behulp van de leraar)

Product	(2) Zelf (ja/nee)	(3)Waarom wel/niet	(4)Aantal leerlingen
Tandenborstel die beter poetst			

Internetopdracht

A Ga naar de site www.poetstechniek.nl en klik op "Ga verder". Als dat niet lukt typ dan onderstaande url over:

<http://www.poetstechniek.nl/html/poetsmethoden/detandenborstel/index.htm>

2 Is deze site betrouwbaar? Ja/nee. Waarom denk je dat?

3 Schrijf op waar Jordan op let bij het maken van tandenborstelkoppen. (Kies bij "Poetsmethoden" voor "De tandenborstel.")

4 Wat is het nut van tongpoetsen? (Kies bij "Aanvullende tips" voor "Tongpoetsen", maar lees alleen de eerste twee en de laatste zin.)

B Ga naar de site www.basf.nl Kies daar "chemkid", klik op het pannetje bij "Stofjes, proefjes en mengsels" en dan op "tandpasta".

5 Wat zit er allemaal in tandpasta en waarom zit dat erin? Maak een tabel zoals hieronder en vul hem in:

Wat zit er in tandpasta?	Waarom zit dat erin?

6. Doe de test op de site. Controleer ook of je de antwoorden goed hebt. Noteer de antwoorden als volgt:

Tandpasta bestaat voor het grootste deel uit:.....

In tandpasta zit krijt. Krijt wordt toegevoegd om je tanden:.....

C <http://www.gezondheidsnet.nl/>, klik op: "Mond en gebit" en daarna op "Mond en gebit actueel". Zoek nu de volgende antwoorden op deze site:

7 Wat is het nut van xylitol in kauwgom?

8 Waarom is honing eten goed voor je gebit?

9 Waarom is zwarte thee drinken goed voor je gebit?

10 Zoek op of chocolade eten goed of slecht is voor je gebit.

zuur & tanderosie

Gaatjes ontstaan als je vaak snoept en niet goed poetst. Maar bij een té goede mondverzorging en het eten van zúre voedingsmiddelen ligt tanderosie op de loer. Hoe bewaar je het evenwicht?

tekst **matthijs buikema** m.m.v. **ivoren kruis** en **jellie cazemier** (diëtist)

Laten we met het goede nieuws beginnen. **Er komen steeds meer producten op de markt waarmee we onze tanden en kiezen goed kunnen verzorgen.**

Tandenborstels die beter poetsen, elektrische tandenborstels die nóg beter poetsen; er zijn zelfs elektrische tandenborstels met een geïntegreerde 'monddouche', waarmee schadelijke bacteriën in de mond zouden worden bestreden. Ook kunnen we kiezen uit een leger aan fluoride-tandpasta's, peutertandpasta's, tandpasta's tegen tandsteen en gevoelige tanden, en floss, stokers en spoel-drinkjes in alle soorten en maten. En dan bestaat er ook nog kauwgum die voor een frisse adem zorgt en tegelijkertijd gaatjes en verkleuringen van het gebit tegengaat.



zuurstoten

Door die goede mondverzorging krijgt de gevreesde cariës (tandbederf) steeds minder kans ons gebit aan te tasten. Gaatjes ontstaan door suikers en koolhydraten uit de voeding die door bacteriën in de mond worden omgezet in melkzuur. Dit melkzuur lost de glazuurlaag van de tanden op. Dit wordt ook wel 'zuurstoot' genoemd. Gelukkig biedt het speeksel in de mond een natuurlijke bescherming tegen zo'n zuurstoot. Ongeveer dertig minuten nadat de zuurvorming in de mond is begonnen, is het door het speeksel weer geneutraliseerd. Het glazuur herstelt – mineraliseert – daarna vanzelf, wat zo'n drie uur duurt. Het glazuur moet daarvoor dus wel de tijd krijgen. Als er vaak voedsel of drank met suiker en koolhydraten

wordt genuttigd, volgen de zuurstoten elkaar in zo'n rap tempo op dat het glazuur geen kans krijgt zich te herstellen. Daardoor ontstaat een gaatje, dat zich kan uitbreiden naar het zachtere tandbeen onder de glazuurlaag. Om het glazuur de kans te geven zich te herstellen, wordt geadviseerd te streven naar niet meer dan zeven eet- en drinkmomenten per dag: drie hoofdmaaltijden en vier tussendoortjes. Het gaat er dus niet zozeer om hoeveel maar hoe vaak je iets eet. Het blijft daarnaast belangrijk om minimaal twee keer per dag de tanden te poetsen.

gebitsslijtage

Als we ons hieraan houden, hoeven we dus niet zo vaak meer naar de tandarts, zou je zeggen. Helaas is dat niet waar. Steeds meer mensen krijgen namelijk te maken met tanderosie. Dit

voedingsadvies

Een diëtist kan een uitgebreid voedingsadvies geven waarmee de kans op tanderosie wordt verkleind. Hierbij wordt gekeken hoe vaak iemand 'risicovolle' (voedings)middelen gebruikt. De tandarts kan zorgen voor een verwijzing naar een diëtist.

gezondetanden

is een vorm van gebitsslijtage waarbij, net als bij cariës, het tandglazuur wordt opgelost. In het geval van tanderosie zijn de boosdoeners echter zuren die van nature in eten en drinken zitten. Vruchtensappen, sport- en mixdrankjes, frisdranken, wijn en zuur fruit (zoals citrusvruchten en bessen) zijn berucht om de aanwezige zuren. Ook frequent zuigen op vitamine-C-tabletten kan tandglazuur aantasten. De meeste bevatten namelijk citroenzuur. Net als bij het voorkomen van cariës gaat het ook bij tanderosie niet zozeer om wát er wordt genuttigd, maar om hoe vaak dat gebeurt. Als er niets aan erosie wordt gedaan, kunnen tanden en kiezen letterlijk dunner en/of kleiner slijten.

Zoals gezegd beschermt speeksel het gebit op een natuurlijke manier tegen zuren. Naast de neutraliserende werking zorgt het voor een soort bescherm laag op de tanden, ook wel 'pellicle' genaamd. Die bescherm laag wordt echter gedeeltelijk verwijderd tijdens het tandenpoetsen. Hoe harder er wordt gepest, hoe meer pellicle er wordt verwijderd. Juist op die plekken vindt het proces van erosie plaats. Het zuur kan direct op de glazuurlaag inwerken en deze oplossen. Zuur heeft ook nog de vervelende eigenschap dat het het tandoppervlak ruw maakt. Als tanden vlak na het nuttigen van zure voedingsproducten te hard worden gepest, slijt dat geruwde tandoppervlak extra snel.

juiste tandenborstel

Uiteraard is niet poetsen om tanderosie te voorkomen geen optie, aangezien we dan weer vaker met gaatjes in de tandartsstoel belanden. Daarom is het belangrijk om zorgvuldig, dus gelijkmatig en niet te hard, te poetsen. Geadviseerd wordt om daarbij een zachtere tandenborstel (medium of soft) te gebruiken. Het maakt niet uit of er met een gewone of met een elektrische tandenborstel wordt gepest. Ook bij het voorkomen van tanderosie wordt aangeraden om niet vaker dan zeven keer per dag iets te eten of te drinken. Daarnaast is het goed om bewust om te gaan met voedingsproducten die een lage zuurgraad (pH-waarde) hebben. Algemeen wordt

je kunt de kans op cariës en tanderosie verkleinen door maximaal zeven keer per dag iets te eten of te drinken

gesteld dat tandglazuur kan gaan eroderen als de pH-waarde in de mondholte lager is dan 4. Verder spelen bij het erosieproces verschillende factoren een rol: hoe vaak wordt het zuur genuttigd? Hoe lang blijft het in de mond? Hoe sterk is het gebit van de betreffende persoon? Zijn er beschermende stoffen, die bijvoorbeeld in melkproducten zitten, aanwezig?

drank	pH-waarde
water	7.0
thee	7.1
vruchtenthee	< 6
kruidenthee	< 6
melk, halfvol	6.8
karnemelk	4.4
bier, pils	4.3
yoghurt(drank)	3.8
sportdrank	3.4
wijn	3.4
kindercola	3.3
sinas	3.3
sinaasappelsap	3.2
up-dranken	3.2
limonadesiroop	3.0
cassis	3.0
cola light	2.9
appelsap	2.8
cola	2.7
ter vergelijking: maagsap	2.0

bron: voedingscentrum

Om tanderosie tegen te gaan, is het van belang het gebruik van levensmiddelen met een pH-waarde onder de 3,5 te verminderen. Alternatieven zijn thee, koffie, zuivel en uiteraard water. Vaak worden light-frisdranken gezien als een goede vervanging voor gewone frisdranken om tanderosie te voorkomen. Toch zijn de light-versies net zo

zuur als de normale varianten. Er zijn wel speciale vruchtenlimonades verkrijgbaar waarin het fruitzuur is verlaagd en die sneller door het speeksel worden geneutraliseerd.

snel doorslikken

Tanderosie kan ook worden voorkomen door niet op zure levensmiddelen te zuigen en zure drankjes zo kort mogelijk in de mond te houden. Er wordt beweerd dat het beter is zure drankjes met een rietje te drinken, doordat de vloeistof dan (meestal) meteen wordt doorgeslikt. Maar het is nooit wetenschappelijk aangetoond of dit ook echt helpt tanderosie te voorkomen. Wel kun je het zuur in de mond neutraliseren door na het eten of drinken met water of melk te spoelen, of door even op kauwgum met xylitol te kauwen. Na het drinken of eten van zure voedingsproducten is het verstandig niet meteen de tanden te poetsen. Wacht daar minstens een uur mee, zodat het zuur is geneutraliseerd en het tandoppervlak minder ruw is geworden. Nuttig ook geen zure voedingsproducten vlak voordat je gaat slapen. 's Nachts wordt er minder speeksel aangemaakt, waardoor eventuele zuren in de mond vrij spel hebben. Daarnaast is het belangrijk het gebit regelmatig te laten controleren door de tandarts.

meer informatie

Meer informatie over tanderosie is te krijgen bij de tandarts of de mondhygiënist. Op internet is onder meer informatie te vinden op:

- www.tandartsplein.nl
- www.poetstechnieken.nl
- www.ivorenkruis.nl
- www.tandartsennet.nl
- www.achmeahealth.nl

Op zoek naar een elektrische tandenborstel? Kijk voor een aanbieding op www.achmeahealthshop.nl of in het midden van deze *health*.



Klas 3

"Er komen steeds meer producten op de markt waarmee we onze tanden en kiezen goed kunnen verzorgen"

1 Maak een tabel zoals hieronder en vul hem in: Zet de producten uit de tekst van het artikel onder elkaar in de tabel hieronder. Zet in kolom (2) of je het product zelf hebt, zet in kolom (3) waarom je het hebt of niet hebt en zet in kolom (4) hoeveel leerlingen dit product hebben (met behulp van de leraar)

<i>Product</i>	<i>(2) Zelf (ja/nee)</i>	<i>(3)Waarom wel/niet</i>	<i>(4)Aantal leerlingen</i>
Tandenborstel die beter poetst			

De glazuurlaag op de tanden wordt door zuren opgelost.

2 Welk zuur lost de glazuurlaag op?

3 Hoe is het mogelijk dat suiker verandert in een zuur?

4 Wat doet het speeksel met het (melk)zuur?

5 Waardoor ontstaat volgens het artikel een gaatje?

6 Waarom mag je maar zeven eet- en drinkmomenten per dag?

7 Wat veroorzaakt "cariës" (=gaatjes krijgen) en wat is de oorzaak van "tanderosie"?

8 Welk nadeel heeft te hard tandenpoetsen?

9 Hoe kun je ervoor zorgen dat je de bescherm laag van de tanden niet teveel wegpoetst?

10 Bij welke pH (zuurgraad) gaat tandglazuur eroderen?

11 Noem een aantal dranken uit het artikel waarvan men algemeen aanneemt dat ze tanderosie veroorzaken.

Stelling: Kleuters laten sabbelen op een flesje met appelsap is hartstikke stom, want hun tanden rotten helemaal weg

12 Ben je het eens met deze stelling? Of oneens? Of gedeeltelijk eens? Vertel wel bij je keuze waarom je dat vindt !

13 Waarom zijn water, thee en melk beter voor het glazuur dan frisdranken als je let op het ontstaan van cariës en tanderosie?

Light drankjes veroorzaken veel minder tanderosie dan de gewone.

14 Is dat waar? Leg uit waarom je dat vindt.

15 Maak een tabel zoals hieronder en vul hem in (maar lees eerst de tekst in de laatste kolom van het artikel):

<i>Tanderosie voorkomen</i>	<i>Waar of niet waar?</i>	<i>Waarom waar of niet waar?</i>
Geen zure voedingsmiddelen vlak voor het slapen nemen		
Niet meteen tandenpoetsen na het eten van zure voedingsmiddelen		
Cola moet je drinken met een rietje, dat is beter voor je tanden		
Kauwgom met xylitol neutraliseert het zuur in je mond en voorkomt zo tanderosie		
Na het drinken van een cola light kun je een paar slokken water nemen om de mond minder zuur te maken		

zuur & tanderosie

Gaatjes ontstaan als je vaak snoept en niet goed poetst. Maar bij een té goede mondverzorging en het eten van zure voedingsmiddelen ligt tanderosie op de loer. Hoe bewaar je het evenwicht?

tekst **matthijs buikema** m.m.v. **ivoren kruis** en **jellie cazemier** (diëtist)

(...)

Om tanderosie tegen te gaan, is het van belang het gebruik van levensmiddelen met een pH-waarde onder de 3,5 te verminderen. Alternatieven zijn thee, koffie, zuivel en uiteraard water. Vaak worden light-frisdranken gezien als een goede vervanging voor gewone frisdranken om tanderosie te voorkomen. Toch zijn de light-versies net zo zuur als de normale varianten. Er zijn wel speciale vruchtenlimonades verkrijgbaar waarin het fruitzuur is verlaagd en die sneller door het speeksel worden geneutraliseerd.

(...)

drank	pH-waarde
water	7.0
thee	7.1
vruchtenthee	< 6
kruidenthee	< 6
melk, halfvol	6.8
karnemelk	4.4
bier, pils	4.3
yoghurt(drank)	3.8
sportdrank	3.4
wijn	3.4
kindercola	3.3
sinas	3.3
sinaasappelsap	3.2
up-dranken	3.2
limonadesiroop	3.0
cassis	3.0
cola light	2.9
appelsap	2.8
cola	2.7
ter vergelijking: maagsap	2.0

bron: voedingscentrum

Klas 4

Volgens het artikel worden tanden aangetast door zuren in voedingsmiddelen zoals bijvoorbeeld frisdranken. Er zijn ook voedingsmiddelen (dranken) die de zuren neutraliseren.

Practicum 1

Onderzoeksvraag: Met welke drank kun je zure frisdranken het best neutraliseren?

Werkwijze:

- Doe een aantal zure frisdranken in verschillende reageerbuisen. Meet de pH.
- Doe daar steeds evenveel van een drank bij die zuren neutraliseert. Meet daarna de pH.

Resultaten:

<i>Zure frisdrank</i>	<i>pH</i>	<i>Drank die neutraliseert</i>	<i>pH</i>	<i>pH van beide dranken bij elkaar:</i>

Conclusie:

Practicum 2

Onderzoeksvraag: Welke drank is zeer geschikt om te drinken nadat je cola hebt gedronken zodat je tanderosie tegengaat?
(Test ongeveer 3 verschillende dranken op geschiktheid)

Werkwijze:

Resultaten:

Conclusie:....

Eigen mening: Welke drank zou je zelf nemen na het drinken van cola?....

Practicum 3

Onderzoeksvraag: Kan kauwen van kauwgom met xylitol voorkomen dat je gaatjes krijgt?

Deelvragen: 1. Verhoogt of verlaagt speeksel de pH?

2. Verhoogt of verlaagt kauwgom met Xylitol erin de pH?

3. Als je kauwgom kauwt met xylitol erin verandert dan de pH sterker dan met alleen maar met speeksel of kauwgom met xylitol?

Werkwijze:

Resultaten:

Conclusie:

Zuur en tanderosie ANTWOORDEN

Klas 2

Als antwoorden tussen aanhalingstekens staan dan komt dit recht van de site (een kopie) Je kunt daar als docent genoeg mee nemen of vragen om een samenvatting of 'zeggen in eigen woorden'.

1 -

2 Nee, het is een site van Jordan en dat is een fabrikant van tandenborstels.

3 "De borstelkop van de tandenborstel probeert men tegenwoordig zo te maken dat het makkelijker is de gebieden achter in de mond te bereiken. Daarnaast probeert men door de borstelkop, de stand van de kop en de richting en hoeveelheid van de borstelharen te veranderen, een verhoogde plaqueverwijderingscapaciteit te bereiken. Ook zijn de buitenste borstelharen regelmatig langer dan de binnenste borstelharen of staan de tufts in verschillende richtingen gerangschikt."

4 Op de tong verzamelen zich bacteriën en als je je tong poetst heb je minder kans op slechte adem

5

<i>Wat zit er in tandpasta?</i>	<i>Waarom zit dat er in?</i>
glycerol	Zorgt ervoor dat de tandpasta niet uitdroogt
kukident	Bindmiddel
water	Vloeibaar maken
pepermuntolie	Smaak
sacharine	Zoetstof
zeep	Schoonmaken
krijt	Schuren en dikmaken

6 Water. Te schuren.

7 Gaat tandbederf tegen. Is goed voor je tanden.

8 "Honing helpt bij het voorkomen van gaatjes en kan ontstoken tandvlees genezen. Honing bevat een enzym dat waterperoxide produceert, wat de groei van bacteriën die tandplaque vormen stopt en daardoor het ontstaan van gaatjes. Uit onderzoek is ook gebleken dat honing snel bacteriën verwijdert uit geïnfecteerde wonden, zoals bijvoorbeeld bij ontstoken tandvlees. Ook helpt het tegen zwelling en pijn en bevordert honing de genezing."

9 "Het drinken van zwarte thee helpt gaatjes voorkomen. In zwarte thee zitten bestanddelen die het de bacteriën in de mond moeilijk maken, waardoor tandvleesontstekingen en gaatjes worden tegengegaan."

10 Chocolade helpt tandplak te voorkomen.

Klas 3

1 -

2 Melkzuur

3 Suikers worden door bacteriën omgezet in melkzuur.

4 Neutraliseren

5 Als het glazuur geen tijd krijgt om zich te herstellen ontstaat een gaatje

6 Het glazuur moet de kans krijgen om zich te herstellen.

7 De oorzaak van cariës is melkzuur (dat ontstaat doordat suikers en koolhydraten worden omgezet in melkzuur) en van tanderosie is de oorzaak zuren in eten en drinken.

8 Verwijdert de bescherm laag van de tanden.

9 Een zachtere tandenborstel nemen.

10 Alle dranken met pH < 3,5

11 Bijvoorbeeld cola, appelsap, appelsap, cassis.

12 In ieder geval moet in de verdediging staan dat appelsap inderdaad een lage pH heeft en het tandglazuur zal aantasten.

13 Deze vloeistoffen hebben een pH boven de 4 (zelfs boven 6).

14 Nee, want hun pH is ook erg laag.

15

<i>Tanderosie voorkomen</i>	<i>Waar of niet waar?</i>	<i>Waarom waar of niet waar?</i>
-----------------------------	---------------------------	----------------------------------

Geen zure voedingsmiddelen vlak voor het slapen nemen	Waar	's nachts wordt er minder speeksel gemaakt
Niet meteen tandenpoetsen na het eten van zure voedingsmiddelen	Waar	Het speeksel neutraliseert het zuur en na een tijdje is de tand niet meer zo ruw
Cola moet je drinken met een rietje, dat is beter voor je tanden	Niet waar	Dit is niet bewezen
Kauwgom met xylitol neutraliseert het zuur in je mond en voorkomt zo tanderosie	Waar	Xylitol neutraliseert het zuur

Klas 4

In plaats van cola is appelsap ook erg geschikt, of vraag een leerling of hij toevallig een frisdrank bij zich heeft.

Voorkennis: een leerling moet weten waarmee hij de pH kan bepalen

NIEUW REACTIEPROCES PRODUCEERT WATERSTOF UIT WATER EN ALCOHOL OPGAVEN

NRC Handelsblad, 23 februari 2004

Nieuw reactieproces produceert waterstof uit water en alcohol

Door Bruno van Wayenburg

Amerikaanse en Griekse onderzoekers hebben een eenvoudige manier bedacht om waterstof te maken uit water en alcohol. Dat is goed nieuws voor de veelgeroemde waterstofeconomie.

Een alcohol-watermengsel is in een eenvoudige zelfstokende reactor efficiënt om te zetten in waterstof en koolstofdioxide, melden Amerikaanse en Griekse onderzoekers van de universiteiten van Minnesota en Patras (in het tijdschrift *Science* van 13 februari).

Het proces biedt zicht op economisch rendabele en tegelijk duurzame waterstofproductie uit hernieuwbare, plantaardige grondstoffen. Uit plantensuikers kan door fermentatie ethylalcohol, ofwel ethanol, ontstaan, een proces waaraan ook bier, wijn en wodka hun alcoholinhoud danken. Nu al rijden er auto's op zulke bio-ethanol, vermengd met benzine. Maar de omzetting in waterstof, voor gebruik in elektriciteitsproducerende brandstofcellen is energiezuiniger, en levert geen vervuiling op in de vorm van roet en koolmonoxide.

Bovendien biedt het mogelijke uitweg voor twee problemen van de veelgeroemde waterstofeconomie. Nu wordt waterstof vaak bereid uit fossiele brandstoffen. Die raken daardoor nog net zo hard op als in de olie-economie en er komt net zo veel broeikaseffect-versterkend koolstofdioxide bij vrij. Bij het gebruik van bio-ethanol gebeurt dat laatste weliswaar ook, maar vóór de productie van de brandstof is een gelijke hoeveelheid koolstofdioxide uit de atmosfeer opgenomen in de gebruikte gewassen.

Daarnaast is puur waterstof alleen in hogedruktanks praktisch te transporteren, wat de distributie en mobiele toepassingen lastig maakt. Ethanol is daarentegen te vervoeren in gewone tanks, en lang niet zo giftig als het verwante methanol, waaruit ook waterstof bereid kan worden.

Normaal gesproken kost het omzetten van alcohol en water in waterstof energie, waardoor de reactor extra gestookt moet worden. De oplossing van de Amerikanen is om nog meer water toe te voegen, en drie verschillende chemische reacties tegelijk te laten verlopen. Twee daarvan leveren waterstof en koolmonoxide op, maar kosten energie. Maar de derde, de zogeheten 'water gas shift'-reactie, gebruikt juist koolmonoxide, en levert energie op. Netto blijft er dan een energetisch gunstige waterstofproductie over.

Een sproeier verspreidt het water-alcoholmengsel in kleine druppeltjes, die vervolgens snel verdampen door verhitting. Samen met bijgemengde lucht loopt het reactiegas vervolgens snel door een poreuze katalysator van rhodium met ceriumoxide op 700 graden. Daarbinnen ontstaat de waterstof, waarbij genoeg warmte vrijkomt om de katalysator op temperatuur te houden.

De reactor is gemakkelijk kleinschalig of mobiel uit te voeren, denken de onderzoekers, zodat eerste toepassingen mogelijk in afgelegen gebieden zonder stroom zullen zijn. De prijs van de geleverde energie is onder ideale omstandigheden vier dollarcent per kilowattuur, vergelijkbaar met marktprijzen.

Doordat ook een restje koolmonoxide de reactor verlaat, kan het afgetapte waterstof echter niet meteen gebruikt worden in de populaire PEM-brandstofcellen (polymeer elektrolyt membranen). Dit type brandstofcellen, veel gebruikt in mobiele toepassingen als waterstofauto's, is zeer gevoelig voor koolmonoxide. Een extra zuiveringsstap of een ander type brandstofcel zou dit probleem kunnen omzeilen, zeggen de onderzoekers.

Het artikel gaat over het omzetten van water en alcohol in onder andere waterstof.

1 Geef de reactievergelijking voor dit proces.

2 Waarom is waterstof een aantrekkelijke brandstof om elektriciteit mee op te wekken? Geef je uitleg aan de hand van de reactievergelijking van deze verbranding.

3 Noem twee nadelen van het gebruik van waterstof als brandstof.

In de laatste alinea van het artikel gesproken over PEM-brandstofcellen (waarin PEM staat voor 'polymeer elektrolyt membranen'). Deze brandstofcellen worden bijvoorbeeld gebruikt in de waterstofauto's.

4 Wat is het voordeel van het gebruik van alcohol ten opzichte van waterstof als brandstof voor deze auto's?

In een auto wordt benzine (of diesel of een biobrandstof zoals ethanol) met lucht omgezet in een mengsel van waterstof en koolstofmonooxide. Dit mengsel heet synthesesgas. In de vijfde alinea van het artikel ("Normaal gesproken") wordt

gesproken over de 'water gas shift' reactie. In deze reactie wordt het gevormde synthesesgas met water omgezet tot koolstofdioxide en waterstofgas. De 'water gas shift' reactie wordt uitgevoerd over een katalysator van edele metalen.

5 Wat is de functie van deze katalysator?

6 Geef de reactievergelijking van de 'water gas shift' reactie.

7 Wat is de belangrijkste functie van de 'water gas shift' reactie?

De werking van de PEM-brandstofcel berust op het elektrochemische proces van de omgekeerde elektrolyse, waarbij waterstof en zuurstof samengebracht worden en zich chemisch binden tot water.

Het waterstof wordt direct of indirect aan de auto toegevoegd als brandstof.

8 Waar zou men de zuurstof die nodig is voor het elektrochemische proces vandaan kunnen halen?

In de PEM-brandstofcel vinden twee halfreacties plaats.

9 Geef de vergelijkingen van deze twee halfreacties.

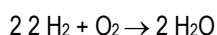
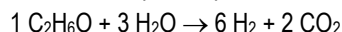
10 Wat is de maximale spanning die met deze brandstofcel onder standaardomstandigheden kan worden opgewekt?

11 Hoe zou je ervoor kunnen zorgen dat er meer spanning, en dus energie, wordt opgewekt in de auto?

In een brandstofcel is een polymeer elektrolyt membraan nodig; dit membraan wordt tussen de positieve en negatieve elektrode geplaatst om ervoor te zorgen dat alleen de positief geladen waterstofdeeltjes (protonen) worden doorgelaten.

12 Maak een schematische tekening van de PEM-brandstofcel. Geef hierin de volgende onderdelen weer: positieve pool, negatieve pool, elektrolytmembraan, stroomgeleider, zuurstoftoevoer, waterstoftoevoer en waterafvoer. Geef ook aan hoe de elektronenstroom door de stroomgeleider loopt.

Nieuw reactieproces produceert waterstof uit water en alcohol ANTWOORDEN

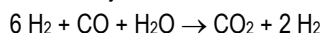


Bij deze reactie ontstaat alleen water; dit is niet milieubelastend.

3 Er wordt gezocht naar alternatieve energievormen omdat de fossiele brandstoffen uiteindelijk op zullen raken. Het gebruik van waterstof als brandstof draagt op deze manier niet bij aan het besparen van de fossiele brandstoffen, wat nou net wel de bedoeling was.

4 Alcohol is veel beter te transporteren.

5 De katalysator versnelt de reactie zonder daarbij zelf te worden verbruikt.



7 De belangrijkste functie van de 'water gas shift' reactie is dat hij energie levert. Je kunt er CO mee weg werken en er komt meer waterstofgas bij vrij.

8 De zuurstof kan uit de lucht gehaald worden.

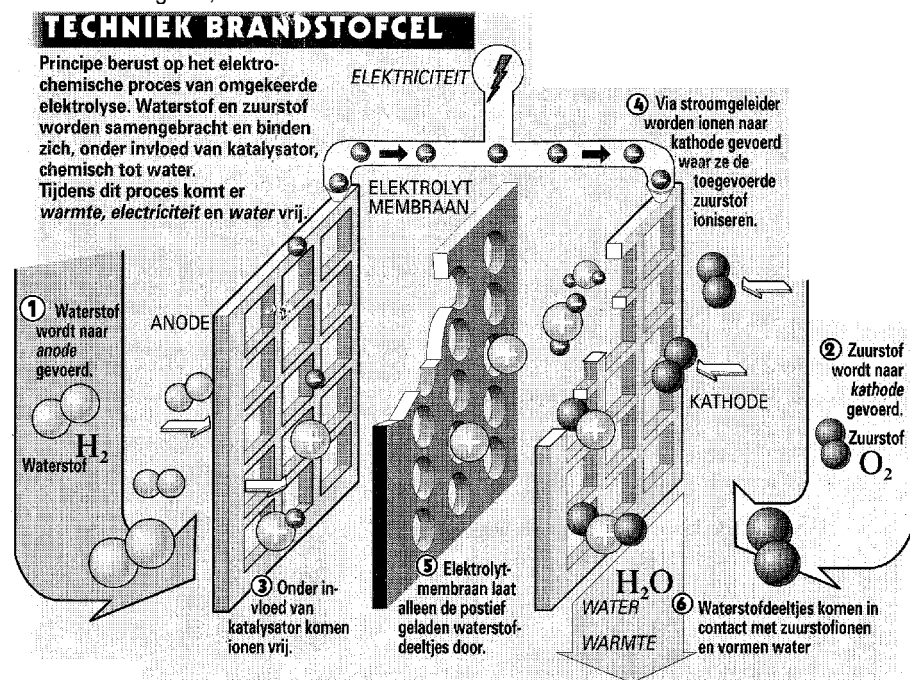
9 Aan de negatieve pool: $\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{ H}^+ + 2 \text{ e}^-$ standaard elektrodepotentiaal 0,00 V

Aan de positieve pool: $\text{O}_2 + 4 \text{ H}^+ + 4 \text{ e}^- \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ standaard elektrodepotentiaal +1,23 V

10 De maximale spanning die met de brandstofcel kan worden opgewekt (onder standaardomstandigheden) is 1,23 V.

11 Meerdere van deze brandstofcellen in serie schakelen.

12 BrabantsDagblad, 3 februari 2001



Aanvulling voor docenten

- Zie ook voor vraag 12: <http://fuelcellsworks.com>

- In het artikel uit het NRC Handelsblad wordt gesproken over het tijdschrift Science. Het volgende artikel werd met deze verwijzing bedoeld: G. A. Deluga, J. R. Salge, L. D. Schmidt, and X. E. Verykios, Renewable Hydrogen from Ethanol by Autothermal Reforming, *Science* Feb 13 2004: 993-997.

Een deel uit dit artikel om duidelijk te maken welke drie reacties bedoeld worden in de vijfde alinea van het artikel uit het NRC Handelsblad:

“We recently demonstrated direct H_2 generation (7–9) from ethanol via oxidation, which was carried out by preheating ethanol to $\sim 500^\circ\text{C}$ over lanthanates, Ru, and Ni. There has been discussion of the desirability of autothermal reforming of ethanol (10), but ethanol oxidation presents energetic and flammability issues. The partial oxidation reaction $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO} + 3 \text{ H}_2$ $\Delta H_R \approx + 20 \text{ kJ/mol}$ (1)

(where ΔH_R is the enthalpy change or heat of reaction) is slightly endothermic, so this reaction alone will not generate heat for autothermal operation at the 700° to 1000°C necessary for sustained fast reaction without some total oxidation $C_2H_5OH + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$ $\Delta H_R \approx - 1280 \text{ kJ/mol}$ (2)

to form CO_2 and H_2O and generate heat. Homogeneous reaction and the production of flames are the second problem that has limited the examination of the catalytic partial oxidation of ethanol. Ethanol-air mixtures are flammable over a wide composition range and, although the combustion reaction is highly exothermic, flames also form coke and soot, acetaldehyde, and ethylene, which are severe poisons to fuel cell electrodes. Most processes converting ethanol into hydrogen involve reaction with water in the steam-reforming reaction (11–13) $C_2H_5OH + H_2O \rightarrow 2 CO + 4 H_2$ $\Delta H_R \approx + 260 \text{ kJ/mol}$ (3)

This reaction is strongly endothermic, requiring a flame to heat a reactor to the 800°C necessary to achieve high conversion at residence times of $\sim 1 \text{ s}$. In all of these reactions, the water-gas shift (WGS) reaction

$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ $\Delta H_R \approx - 40 \text{ kJ/mol}$ (4)

generally goes to equilibrium at the high temperature required for oxidation reactions. This reaction has a favourable H_2 equilibrium only at lower temperatures and with large amounts of water added. A final advantage of ethanol is that it is miscible with water, and water is needed in polymer electrolyte membrane (PEM) fuel cells. Ideally, one wants to combine partial oxidation with steam reforming and the WGS reaction to take advantage of the heat generated by total oxidation and the extra H_2 produced in the WGS reaction. These three reactions can be written stoichiometrically as $C_2H_5OH + \frac{1}{2} O_2 + 2 H_2O \rightarrow 2 CO_2 + 5 H_2$ $\Delta H_R \approx - 50 \text{ kJ/mol}$ (1)

de Volkskrant, 26 juni 2004

IJsthee ijskoud de grootste tandenknager

thee, de referentiedrank van de onderzoekers. Cola's, vaak aangewezen als de boosdoeners, zijn minder schadelijk, dan andere frisdranken, blijkt. Ze – het merk cola doet er niet toe, ook niet of het de dieetversie is – vreten het glazuur ongeveer tien maal zo snel weg. Water, ter controle, doet niets.

De afgelopen twintig tot dertig jaar zagen tandartsen, dankzij fluor, hun werk geleidelijk teruglopen tot halfjaarlijkse controles en het vullen van hier en daar een gaatje. Cariës, veroorzaakt door bacteriën, die hun kans zien als er niet goed wordt gepest, lijkt in Nederland onder controle. Tanderosie lijkt daarvoor in de plaats te komen.

Uit onderzoek van het Universitair Medisch Centrum St. Radboud in Nijmegen onder Haagse scholieren blijkt dat in 2002 bij 23 procent van de 11- en 12-jarigen sprake was van enige vorm van 'erosieve' gebitsslijtage. In 1998 was dat 3 procent, schrijven de onderzoekers in een artikel in het maartnummer van het *Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde*.

Dat ligt bijna zeker aan het toenemend gebruik van frisdranken en alcoholische mixdranken, schrijft speeksel-deskundige Arie van Nieuw Amerongen van het tandheelkundig centrum Acta in Amsterdam in hetzelfde nummer. Zuur onttrekt calcium uit tandglazuur. Een zuurgraad lager dan 5,5 veroorzaakt glazuurschade. Coca Cola heeft een zuurgraad van bijna 3, appelsap van 3,5, blijkt uit het Acta-onderzoek.

Met name citroenzuur geeft dranken een frisse smaak. Niet alleen de zuurgraad is van belang, ook de type zuren die voor het op smaak brengen worden

gebruikt, spelen een rol. Er zijn anorganische zuren zoals fosforzuur dat veel in cola's wordt gebruikt. Dat zuur laat zich gemakkelijk neutraliseren door speeksel. Voor het neutraliseren van organische zuren, zoals citroenzuur, is meer speeksel nodig vanwege de grotere bufferwerking.

Die zuren zullen in de mond wat langer kunnen inwerken op het tandglazuur. Daardoor zijn frisdranken als ijs-thee en lemon-drinks, ook al zijn ze minder zuur, agressiever dan cola's. Verder speelt het suikergehalte een rol. Dranken met natuurlijke zoetstoffen als glucose of fructose tasten het glazuur sterker aan dan fris, dat kunstmatig is gezoet.

In Engeland heeft het farmaconcern SKB vijf jaar geleden in zijn bestaande frisdranklijn Ribena een Toothkind-variant geïntroduceerd met minder fruitzuren. De claim 'werkt geen tanderosie in de hand' heeft het bedrijf terug moeten nemen. In Nederland heeft Vrumona, onderdeel van Heineken, eind vorig jaar het reeds bestaande, diep slapende merk Joy nieuw leven ingeblazen. In de kindervruchtenlimonade zit 20 tot 40 procent minder fruitzuur dan in andere frisdranken, en 30 tot 60 procent minder dan in vruchtensappen. Er is bovendien geen suiker aan toegevoegd, maar onder andere aspartaam.

Vrumona en tandheelkundigen van de universiteit in Groningen keken in hoeverre Joy tandglazuur aantast. Joy blijkt het meest tandvriendelijke drankje, aldus het onderzoek naar dertig verschillende frisdranken, waaronder cola's en vruchtensappen. Joy geeft twee (ten opzichte van limonade) tot tien maal (ten opzichte van sinaasap-

pelsap) minder slijtage aan het gebit, zegt Vrumona. 'We kunnen nog niet waarmaken dat Joy tandveilig is, maar het is in het productveld der frisdranken zeker tandvriendelijk', aldus de frisdrankfabrikant. En dat laatste staat dan ook op de verpakking. Het begrip wordt ook in tv-reclames en in advertenties gehanteerd.

Broer Scholtens



Joy van Vrumona. FOTO DIEDERIK DE KLERK

In het artikel staat een heleboel informatie over dranken die "aan je tanden knagen"

Deze informatie gaan we eerst overzichtelijk bij elkaar zetten:

1 Vul in:

Naam van de drank	Hoeveel keer zo slecht is het voor je tanden vergeleken met thee?
Cola	
IJsthee	
Sprite	
water	

2 Welke drank tast de tanden dus het meest aan?

Gaatjes hebben de tandartsen onder controle, maar nu krijgt men meer problemen met tanderosie. Bij tanderosie lost het glazuur en het tandbeen op. Als de pH (zuurgraad) lager is dan 5,5 dan lost het tandglazuur op.

3 Welke drank cola of appelsap veroorzaakt meer tanderosie? Leg uit hoe dat komt.

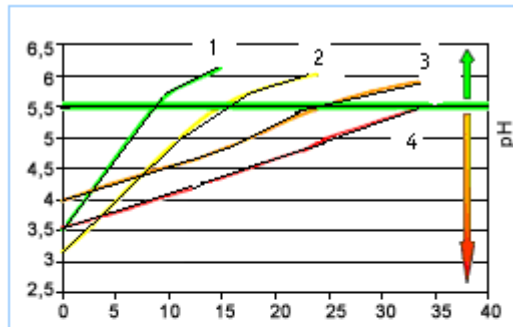
4 Geef de naam en de formule van het zuur dat in cola zit

5 Leg uit waarom ijs thee agressiever is dan cola voor je tanden.

6 Welke drank bevat wel 20-40% minder zuur vergeleken met andere limonades?

In de laboratoria van JOY heeft men onderzocht of JOY echt een tandvriendelijk drankje is. Men heeft 20 ml Joy, kindervruchtenlimonade, fruitzuivel en appelsap genomen en daar speeksel bijgedaan. Vervolgens heeft men gemeten hoeveel speeksel nodig was om de pH hoger te krijgen.

Neutralisatie door speeksel



- 1 JOY
- 2 Kindervruchtenlimonade
- 3 Fruitzuivel
- 4 Appelsap

Op de Y-as staat de pH, op de X-as staat de hoeveelheid speeksel

Kijk eens goed in de tabel: Om 20 ml JOY naar een pH van 5,5 te brengen was iets minder dan 10 ml speeksel nodig (8,5 ml)

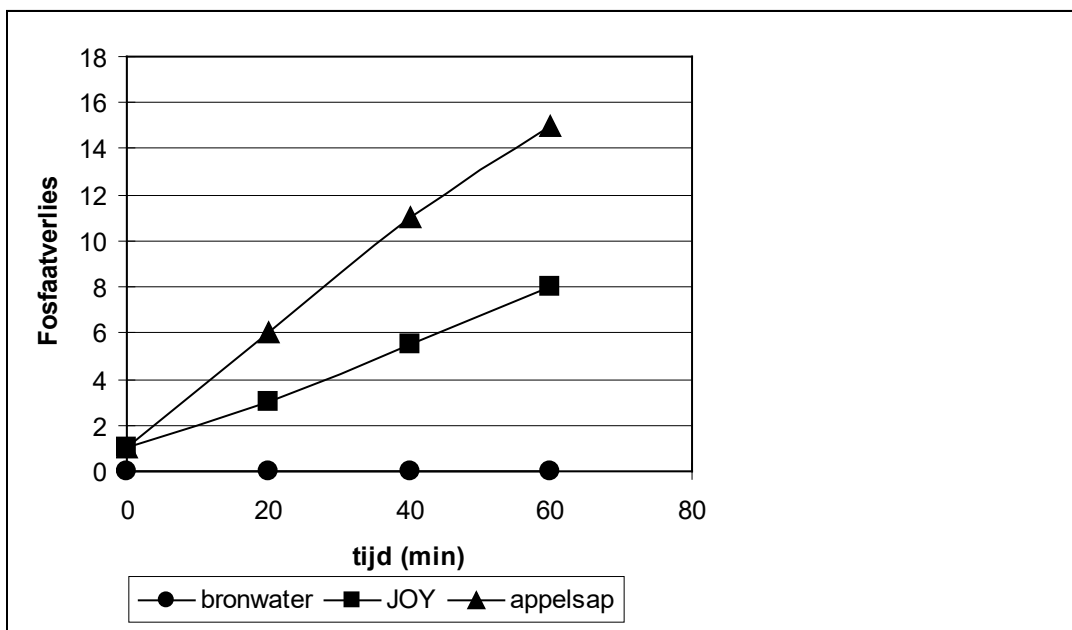
7 Hoeveel ml speeksel was er ongeveer voor nodig om de pH van appelsap te veranderen van pH 3,5 naar pH 5,5 ?

Je mond maakt 1 ml speeksel per minuut. In een glas JOY zit 200 ml.

We gaan er van uit dat er 30 ml JOY in je mond achterblijft als je het hele glas hebt leeggedronken.

8 Hoe lang duurt het dan voordat het speeksel de pH van de JOY op 5,5 heeft gekregen?

De Universiteit van Groningen heeft in het laboratorium gemeten hoeveel tandbeen en glazuur oploste in appelsap en in JOY. In onderstaande grafiek staat hoeveel milligram fosfaat oplost per 20 minuten.



Voor JOY wordt maar de helft van de erosie gevonden in vergelijking met appelsap.

9 Is deze bewering waar? Bekijk de resultaten in de grafiek goed, en controleer bijvoorbeeld of dat bij 40 minuten ook ongeveer klopt.

Noteer je antwoord als volgt: De bewering is (waar/niet waar) want na 40 minuten is er bij appelsap.....mg fosfaatverlies en bij JOYmg fosfaatverlies.

10 Welke van de drie dranken in dit onderzoek kun je voortaan het best drinken als het gaat om je tanden? Leg ook uit waarom.

IJsthee ijskoud de grootste tandenknager **ANTWOORDEN**

Het originele artikel staat op: <http://www.agd.org/library/2004/aug/vonFraunhofer.pdf>

Nederlands: <http://www.ntvt.nl/framenl.htm> - klik op: vorige nummers – maart en dan op

Oorspronkelijke bijdrage

Joy: <http://www.tandvriendelijk.nl/joy.html>, <http://www.tandvriendelijk.nl/onderzoek.html>

1

Naam van de drank	Hoeveel keer zo slecht is het voor je tanden vergeleken met thee?
Cola	10 x
IJsthee	30 x
Sprite	20 x
water	Tast de tanden niet aan

2 IJsthee

3 Cola, want de pH daarvan is lager dan van appelsap

4 Fosforzuur, H_3PO_4

5 In ijsthee zit citroenzuur en het speeksel kan dat niet zo snel neutraliseren dus blijft het zuur langer in je mond en krijgt meer tijd om je tanden aan te tasten.

6 Joy

7 Ongeveer 33 ml speeksel.

8 $1,5 \times 8,5 = 12,75$ dus bijna 13 minuten.

9 Waar: Ongeveer 11 mg, ongeveer 5 mg.

10 Bronwater, want dat tast de tanden niet aan / Er wordt 0 mg fosfaat opgelost.