

SPECIFIEKE BEPALING VAN OPLOSMIDDELEN

1. DOEL EN TOEPASSINGSGEBIED

Deze procedure vervangt de procedures AAC/3/E en AAC/3/F van december 1991 alsook de ontwerpprocedure AAC/3/T.

De hier beschreven methode beoogt de kwantitatieve bepaling van een reeks monocyclische aromatische en gehalogeneerde verbindingen met kookpunten gaande van -30°C tot 218°C . De lijst van verbindingen is overeenkomstig met deze van EPA 502, 524.2 en 624 en is hieronder weergegeven. De lijst werd uitgebreid met enkele vluchtige alkanen en met MTBE waarvoor normen in de milieureglementering opgenomen zijn. De verbindingen gemarkeerd met een * maken deel uit van de Vlarebo VOC lijst.

Dichlorodifluoromethaan	1,1,1,2-tetrachloroethaan
Chloromethaan	ethylbenzeen*
vinylchloride*	m+p-xyleen*
Bromomethaan	o-xyleen*
Chloroethaan	styreen*
Trichlorofluoromethaan	bromoform
1,1-dichloroethen	isopropylbenzeen
dichloromethaan*	1,1,2,2-tetrachloroethaan
1,2-dichloroethen,trans*	bromobenzeen
1,1-dichloroethaan*	1,2,3-trichloropropaan
2,2-dichloropropaan	Propylbenzeen
1,2-dichloroethen,cis*	2-chlorotolueen
Bromochloromethaan	1,3,5-trimethylbenzeen
chloroform*	4-chlorotolueen
1,1,1-trichloroethaan*	tert.butylbenzeen
1,1-dichloropropen	1,2,4-trimethylbenzeen
koolstoftetrachloride*	sec.butylbenzeen
benzeen*	1,3-dichlorobenzeen*
1,2-dichloorethaan*	p-isopropyltolueen
trichloorethyleen*	1,4-dichlorobenzeen*
1,2-dichloropropaan	n.butylbenzeen
Dibromomethaan	1,2-dichlorobenzeen*
Bromodichloromethaan	1,2-dibromo-3-chloropropaan
1,3-dichloropropen,cis	1,2,4-trichlorobenzeen
Tolueen*	Hexachlorobutadien
1,3-trichloropropen,trans	Naftaleen
1,1,2-trichloroethaan*	1,2,3-trichlorobenzeen
tetrachloroethyleen*	...
1,3-dichloropropaan	hexaan*
Dibromochloromethaan	heptaan*
1,2-dibromoethaan	octaan*
chlorobenzeen*	MTBE (methyl-t-butylether)*

De methode is toepasbaar voor het bepalen van de hoger vernoemde verbindingen in bodem, sediment, slib en in drink-, grond- en oppervlaktewater. De methode kan ook aangewend worden voor vaste afvalmonsters en afvalwaters. In het laatste geval kan een voorafgaandelijke verdunning van de monsters of de monsterextracten noodzakelijk zijn.

De eerste zes verbindingen zijn onder normale omstandigheden van druk en temperatuur gassen. Zij kunnen omwille van de geringe houdbaarheid van stalen en standaarden niet kwantitatief bepaald worden. Ook voor de bepaling van de alkanen in water geldt dat dit slechts op semi-kwantitatieve wijze kan gebeuren.

De methode behelst een *purge and trap* preconcentreringsmethode, gevolgd door thermische desorptie en GC-MS analyse. Alternatief kan *headspace*- of dampfasepreconcentreringsmethode aangewend worden. De laatste methode is ongeveer een factor 10 minder gevoelig, maar handiger in gebruik. De GC-MS analyse laat ondubbelzinnige identificatie van de aanwezige verontreiniging toe. Verbindingen die gedetecteerd worden maar niet aanwezig zijn in de hierboven staande nominatieve lijst kunnen semi-kwantitatief bepaald worden.

De bepaling van vluchtige organische verbindingen is belangrijk in het kader van de reglementering rond bodemverontreiniging (Vlarebo), waarin afhankelijk van de bestemming van de bodem en afhankelijk van de aard van de verbinding normen opgenomen zijn variërend van 0.02 mg/kg ds (chloroform, tetrachloormethaan) tot 1260 mg/kg (1,3-dichloorbenzeen). In grondwater variëren de normen van 2 µg/l (tetrachloormethaan) tot 1000 µg/l (dichloorbenzenen). Ook in het kader van de afvalstoffenreglementering (Vlarea) zijn normen opgenomen m.b.t. het voorkomen van vluchtige organische verbindingen.

De bepaling van de bovenstaande pollutanten is ook belangrijk waar de herkomstbepaling van een verontreiniging met oplosmiddelen gewenst is.

Voor de beschreven methode bedragen de aantoonbaarheidsgrenzen in bodem ongeveer 5 tot 50 µg/kg afh. van het type verbinding. In water zijn de aantoonbaarheidsgrenzen gelegen tussen 0.1 en 1 µg/l.

Opm. :

I.p.v. MS-detectie kan voor de gechloreerde koolwaterstoffen ook ECD-detectie aangewend worden. Voor een beschrijving van de werkwijze wordt verwezen naar ISO 10310 en DIN F4. In geval van twijfel dient echter steeds een confirmatie-analyse met GC- MS uitgevoerd te worden.

De aromatische koolwaterstoffen kunnen alternatief bepaald worden met GC-2FID, gebruikmakend van 2 in parallel gekoppelde kolommen van verschillende polariteit en 2 FID-detectoren. Voor een beschrijving van de werkwijze wordt verwezen naar DIN F9.

2. PRINCIPE

Preconcentrerings

Bodem, slib en vaste afval worden gedopeerd met isotoop gemerkte of gefluoreerde verbindingen en met methanol geëxtraheerd. Een deel van het methanolextract wordt verdund met blancowater.

Waterstalen worden afhankelijk van de aanwezige verontreiniging al dan niet verdund met water en gedopeerd met inwendige standaarden.

De aldus bekomen waterstalen worden onderworpen aan een purge and trap preconcentrerings ofwel een dampfasebemonstering.

Purge and trap

Het waterstaal wordt in een purgeerkolf doorborreld met helium. Het heliumeffluent wordt over een adsorbens geleid waarop de pollutanten gevangen worden. Het purgeren grijpt plaats in neutraal midden. De op het adsorbens gevangen vluchtige verbindingen worden thermisch gedesorbeerd en met behulp van een draaggas over een koude val geleid, waar de verbindingen opnieuw verzameld worden. Na een snelle verhitting van de koude val worden ze via een verwarmde transferlijn in een gaschromatograaf, uitgerust met een massaspectrometrische detector (GC-MS), geïnjecteerd.

Dampfasebemonstering

Het waterstaal wordt op een welbepaalde temperatuur gebracht en na instelling van het evenwicht tussen vloeibare en dampfase wordt de dampfase van het staal bemonsterd en afgeleid naar de GC-MS.

In geval van dampfasebemonstering kan aan het waterstaal een hoeveelheid zout toegevoegd worden om de instelling van het evenwicht te versnellen.

Identificatie

De analyse gebeurt met behulp van de GC-MS techniek. Identificatie van de oplosmiddelen wordt uitgevoerd op basis van de retentietijden van de pieken in het ionchromatogram dat geëxtraheerd wordt uit de lineaire scan opname (*extracted ion chromatogram*). Bijkomend kan de herkenning gebeuren door vergelijking van de geregistreerde full scan spectra met deze aanwezig in de spectrabibliotheek of aan de hand van de relatieve intensiteiten van specifieke ionen.

Opn.: in geval van headspace preconcentrerings kan een meer gevoelige SIM(SIR) analyse noodzakelijk zijn om bepaalde normwaarden te bereiken.

Kwantificering

Voor de kwantitatieve bepaling van de pollutanten wordt gebruik gemaakt van de inwendige standaardmethode. Als inwendige standaarden worden isotoop gemerkte of gefluoreerde verbindingen gebruikt. De kwantificering gebeurt door vergelijking van de geïntegreerde piekoppervlakken van de meest karakteristieke ionen voor de oplosmiddelen en de inwendige standaarden.

3. MONSTERBEWARING

De *waterstalen* worden bemonsterd in glazen flessen met konische glazen stop. Er wordt hierbij geen dampruimte overgelaten. Contact met polyethyleen- of polypropyleen of andere plasticmaterialen moet ten stelligste vermeden worden. Indien de bemonsteringsvoorschriften dit toelaten kan de bemonstering ook rechtstreeks in de purgeervials van een on-line P&T systeem gebeuren.

Waterstalen waaraan ten velde 1 g/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ of 50 g/l ascorbinezuur toegevoegd werd zijn 2 weken houdbaar. Zonder toevoeging van bovenstaande additieven bedraagt de maximum houdbaarheid 5 dagen.

De stalen worden bewaard bij een temperatuur van 5 °C.

Waterstalen worden nooit vooraf gefiltreerd.

Bodemstalen en andere vaste (afval)stalen worden bij voorkeur onmiddellijk en ten laatste 3 dagen na monsternamen gesuspenderd in een equivalente hoeveelheid methanol en bewaard in glazen recipiënten (bv. penicillineflesjes afgesloten met crimp cap). Op deze wijze bewaarde stalen zijn, indien gekoeld, gedurende minstens een maand houdbaar.

De bodem- en vaste afvalstalen die niet onmiddellijk bij de monsternamen gesuspenderd worden in methanol worden bewaard in glazen flessen bij een temperatuur van 5 °C, waarbij de vrije dampruimte tot een minimum beperkt wordt. De stalen worden indien mogelijk onmiddellijk bij aankomst in het laboratorium, zoniet maximaal 3 dagen na de monsternamen geëxtraheerd met methanol.

Indien op de stalen nog andere analyses dienen uitgevoerd te worden dan gebeurt de deelmonsternamen voor de bepaling van de vluchtige verbindingen steeds eerst.

4. APPARATUUR EN MATERIAAL

- Penicillineflesjes van ongeveer 25 ml met crimp-cap voor de extractie van bodem- en vaste afvalmonsters.
- Steekboor met een inwendige diameter van 1 cm.
- Injectiespuiten van verschillende volumes tussen 10 en 250 µl.
- pH-indicator papier of pH-meter.
- Ultrasoonbad.
- Een *off-line purge and trap eenheid*, per purgeerstation uitgerust met een driehalskolf van 100 ml op een verwarmingsblok, een gasinlaatbuisje voor het purgeergas, een Pt-100 thermokoppel, een bolkoeler, een

debietregelaar.

ofwel een *on-line purge and trap eenheid*, bestaande uit een purgeervat, een adsorptie-buis, een thermische desorptie-eenheid en een koude val en bij voorkeur uitgerust met een automatische monsterwisselaar,

Opm.: de purge and trap eenheid moet opgesteld zijn in een laboratoriumomgeving vrij van contaminatiebronnen.

- *In geval van off-line purge and trap*: schroefdoppen met teflon dichtingen voor het afsluiten van adsorptiebuisen.
- *In geval van off-line purge and trap*: een thermisch desorptiesysteem bij voorkeur uitgerust met een automatische monsterwisselaar. Een verwarmde transferleiding fungeert als koppeling tussen het desorptiesysteem en een gaschromatograaf. Herfocussing van gedesorbeerde verbindingen gebeurt m.b.v. een cryotrap.
- Een dampfasebemonsteringsautomaat (*headspace*-automaat), uitgerust met een monsterwisselaar, een eenheid voor de thermostatisatie van de waterstalen, een dampfase-injectiesysteem en een verwarmde transferleiding.
- Monsterflesjes van 10 of 20 ml, voorzien van crimp cap en rubberen septum met teflon afscherm laag, bestemd voor dampfase-analyse.
- Een gaschromatograaf uitgerust voor het gebruik van capillaire kolommen. De injectiepoort is ev. voorzien van een regelbare effluentsplitter.
- Analytische kolom: capillaire kolom met apolaire of semipolaire, chemisch gebonden fase met een lengte van 30 tot 60 m, een interne diameter van 0.15 tot 0.32 mm en een filmdikte van 0.25 tot 3 μm .
Opmerking : m- en p-xyleen coëlueren gewoonlijk op een apolaire kolom en kunnen ook niet massaspectrometrisch onderscheiden worden. Zij worden niet afzonderlijk bepaald, maar als som van beiden op het verslag weergegeven.
- Een lage resolutie massaspectrometer.

5. REAGENTIA

- Helium met een zuiverheid van minstens 99.9999 %.
- In geval van purge and trap preconcentrering: adsorptiebuisjes achtereenvolgens gevuld met ongeveer 200 mg gefrafitiseerde actieve kool (korrelgrootte 20-40 mesh) en 100 mg moleculaire zeef (poriëngrootte 15-40 Å). Een geschikt in de handel verkrijgbaar adsorptiebuisje is Carbotrap 300, gevuld met Carbotrap B, Carbotrap C en Carbosieve S-III. De moleculaire zeef is noodzakelijk voor het vangen van de meest vluchtige verbindingen. Het adsorbens zit gevat tussen twee pluggen van gesilaniseerde glaswol. Bij elke eerste ingebruikname worden de patronen bij een debiet van 10 ml/min helium geconditioneerd door hen langzaam op te warmen tot 350 °C waarna een isotherm plateau van 1 uur gelegd wordt. Nog steeds onder helium worden de patronen afgekoeld tot kamertemperatuur.
Opmerking : de adsorptiepatronen zijn bestemd voor hergebruik. Blanco patronen worden verkregen door de patronen na analyse uit te bakken in de thermische desorptie-eenheid bij 250°C gedurende 10 min.
- Water: mineraalwater (Spa Reine of gelijkwaardig).
- Natriumchloride p.a.
- Methanol: geschikt voor residu-analyse of van purge & trap kwaliteit.

- Inwendige standaarden met een zuiverheid van minstens 98 %: maak bij voorkeur gebruik van minstens 2 inwendige standaarden gekozen over het volledige retentietijdsgebied. Voorbeelden zijn :
 - d8-tolueen
 - d8-styreen
 - d10-ethylbenzeen
 - d4-1,2-dichloorethaan
 - d5-chloorbenzeen

- d4-1,2-dichloorbenzeen
fluorbenzeen
- Broomfluorbenzeen, 99% zuiver. Maak hiervan een oplossing van ca 2000 µg/g in methanol.
 - Primaire standaardoplossingen :
Oplossingen in methanol van alle hierboven vermelde verbindingen excl. alkanen en MTBE zijn beschikbaar in de handel (bv. Ultra Scientific of Supelco, ca 2000 µg/g per verbinding). Deze oplossingen zijn verpakt in dichtgelaste glazen ampoules en zijn in principe onbeperkt houdbaar. De primaire standaarden van de 6 meest vluchtige VOC's uit de bovenstaande lijst worden best afzonderlijk gekocht. Deze verbindingen zijn gassen bij kamertemperatuur en standaarden hiervan zijn slechts beperkt houdbaar.
Van de alkanen en van MTBE wordt een afzonderlijke primaire standaardoplossing van ca 10000 µg/g in methanol gemaakt.
Van de inwendige standaarden worden primaire standaardoplossingen van ongeveer 10000 µg/g in methanol gemaakt.
 - Werkstandaardoplossingen :
Uitgaande van de primaire standaardoplossing wordt een reeks oplossingen gemaakt waarbij de concentraties van de verbindingen variëren van 10 tot 1000 µg/g per component en deze van de gemerkte verbindingen constant gehouden wordt op ongeveer 200 µg/g.
De werkstandaarden worden aangemaakt in methanol.
De werkstandaarden zijn m.b.t. de meest vluchtige verbindingen slechts beperkt houdbaar. Bij elke afname dient de actuele GCMS respons met de voorgaande vergeleken te worden.
 - Inwendige standaardoplossingen voor dopering :
Deze oplossing wordt bereid in methanol uitgaande van de primaire interne standaardoplossing. De concentratie bedraagt ongeveer 200 µg/g.

6. ANALYSEPROCEDURE

Opmerking :

Bij de behandeling van de stalen en tijdens de preconcentringsstap is het van het allergrootste belang om in een solventvrije omgeving te werken. Een werkruimte gescheiden van de normale laborruimte dient voorzien te worden.

6.1 Extractie van bodem en vaste afval

Van bodem en vaste afvalstalen die niet onder gesuspendeerde vorm in methanol worden aangeboden wordt m.b.v. een steekboor een deelmonster van ongeveer 10 g uit de monsterfles genomen en overgebracht naar een penicillineflesje. Het flesje wordt afgesloten met een septum en een crimp-cap en het gewicht van het deelmonster wordt nauwkeurig bepaald. Doorheen het septum wordt 10 g methanol toegevoegd. Het monster wordt, eveneens doorheen het septum, gedopeerd met inwendige standaard tot een eindconcentratie van ongeveer 1 tot 2.5 mg/kg bodem, afhankelijk van preconcentringstechniek en verwachte verontreiniging. Het geheel wordt gedurende 30 minuten gesoniceerd. Na bezinken van de vaste deeltjes wordt een geschikte hoeveelheid van het methanolextract overgebracht naar de purgeerkolf of de headspacevial.

Werd het monster aangeboden als suspensie in methanol dan wordt het geheel nauwkeurig gewogen en wordt de bovenstaande methanolfractie door afpipetteren of decanteren van de vaste fractie gescheiden. Een gekende hoeveelheid van het methanolextract wordt overgebracht naar de purgeerkolf of de headspacevial. De vaste fractie wordt in een droogoven gedroogd bij 105°C en het geheel wordt opnieuw gewogen. Uit het verschil in gewicht kan de totale hoeveelheid toegevoegde methanol bepaald worden. Daarna wordt het drooggewicht van de bodem bepaald.

6.2 Preconcentrering

6.2.1 Purge and trap

Opmerking :

Het purgeren van de waterstalen kan gekoppeld aan de meetapparatuur gebeuren (*on-line P&T*) of los hiervan (*off-line P&T*). Bepaalde hieronder beschreven werkvoorschriften m.b.t. de preconcentrerende en de injectie zijn bij wijze van voorbeeld opgegeven. Zij zijn eigen aan de gebruikte apparatuur (*Euroglas Purge Unit 6/100* en *Tekmar Aerotrap 6000/6016* voor de *off-line* benadering en *Tekmar 3000* met *Precept II autosampler* voor de *on-line* benadering). Het spreekt voor zich dat evenwaardige andere apparatuur op de markt aanwezig is die dezelfde kwaliteit van analyse toelaat.

6.2.1.1 Off-line purge and trap

Van waterstalen wordt met behulp van een pipet ongeveer 50 ml in een purgeervat van 100 ml (rondbodemkolf met drie halzen) gebracht. De juiste hoeveelheid overgebracht monster wordt gravimetrisch bepaald. Het monster wordt al of niet voorafgaandelijk met blancowater verdund. In de regel wordt voor drink-, grond- en oppervlaktewater vertrokken van onverdunde monsters. Voor afvalwater maakt men gebruik van een verdunning met blancowater in een verhouding 1/5.

Om eventuele degradatie van het adsorbens door ontwijkende zuren te voorkomen worden monsters met een pH-waarde kleiner dan 7 geneutraliseerd door toevoegen van NaOH 6N.

Van de methanolextracten van bodemstalen wordt 1 ml (of een kleinere hoeveelheid afhankelijk van de verwachte verontreiniging) m.b.v. een pasteurpipet overgebracht naar een purgeervat van 100 ml (rondbodemkolf met drie halzen), die 50 ml blancowater bevat.

Verwacht men een hoge graad van verontreiniging dan voegt men beter slechts 0.1 ml methanolextract toe aan het water in de purgeerkolf.

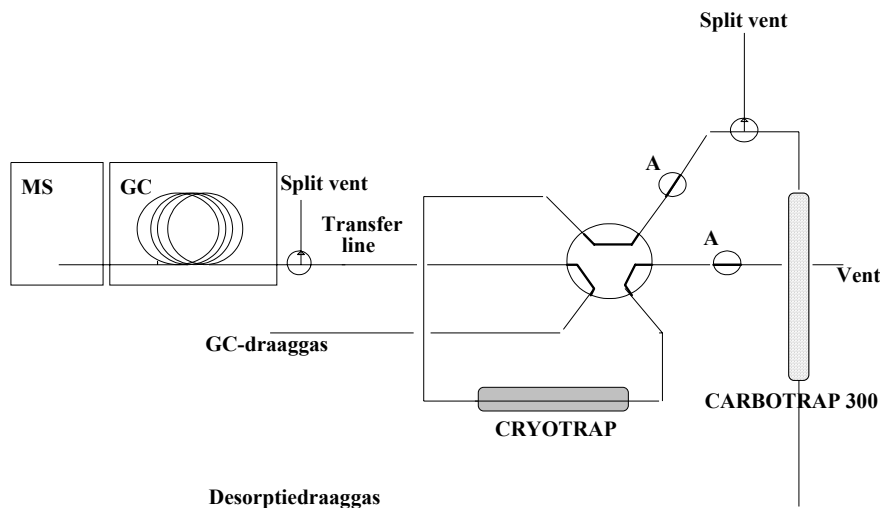
Het te purgeren monster wordt, voor zover dit nog niet gebeurd is, rechtstreeks in de purgeerkolf gedopeerd met inwendige standaard tot een eindconcentratie van 20 tot 50 µg/l. Een grotere hoeveelheid inwendige standaard wordt toegevoegd indien men omwille van de zware monsterbelading kiest voor een grotere splitverhouding (zie hieronder).

De drie kolfopeningen worden onmiddellijk afgesloten met respectievelijk een watergekoelde bolkoeler waarop bovenaan een adsorptiepatroon gemonteerd is, een Pt-100 voeler en een gasinlaatstuk. De purgeerkolf wordt opgewarmd tot 30 °C en het monster wordt gedurende 15 min gepurgeerd met een heliumstroom van 40 ml/min. De pollutanten en de interne standaard worden door de gasstroom meegesleurd en over het adsorbens geleid waar ze gevangen worden. Na het purgeerproces wordt het adsorptiepatroon gedemonteerd en lekvrij afgedicht met afsluitkapjes. De beladen buis kan nu in het desorptie-apparaat gebracht worden voor analyse.

Een adsorptiepatroon wordt gemonteerd in een buisoven van de desorptie-automaat (zie figuur 1) op die wijze dat het helium draaggas in omgekeerde zin van de beladingsrichting stroomt (backflush). De heliumvoordruk wordt ingesteld op 175 kPa. De buisoven wordt opgewarmd tot 330 °C. Op deze temperatuur wordt gedurende 10 min isotherm gedesorbeerd.

Met het heliumdraaggas worden de componenten via een regelbare effluentsplitter, die ingesteld wordt op een splitverhouding van 1/5 of 1/20, naar een interne trap getransporteerd. Een systeem van koude (35°C) metaalwikkelingen (MCS-Moisture control system) zorgt ervoor dat er tijdens de desorptie slechts een minimale hoeveelheid water in de trap terecht komt. In de regel werkt men met een splitverhouding van 1/5, behalve bij zwaar beladen monsters. De interne trap wordt vooraf met vloeibare stikstof op -75 °C gekoeld. Na 10 min worden de kleppen A gesloten en is de draaggasstroom over de interne trap afgesloten. De interne trap wordt snel opgewarmd tot 240 °C. Hier wordt 4 min isotherm verbleven. De zeswegkraan zorgt tegelijkertijd voor de bevoorrading met draaggas van de systeemcomponenten ingebouwd na de interne trap. De injectie grijpt nu plaats door verdraaiing van de zeswegkraan. Vervolgens brengt het draaggas de componenten via een op 200 °C verwarmde fused silica transferlijn naar de injectiepoort van de gaschromatograaf.

Figuur 1 : vereenvoudigde weergave van een thermisch desorptiesysteem



6.2.1.2 On-line purge and trap

De te analyseren waterstalen worden bemonsterd in 40 ml flesjes die afgesloten worden met een schroefdop voorzien van een septum met teflon inlage. De flesjes worden bij de staalname volledig gevuld zonder beluchting. Waterstalen met een lage pH-waarde worden geneutraliseerd door toevoeging van 6N NaOH. De monsterflesjes kunnen rechtstreeks in de autosampler van het purge en trap apparaat worden geplaatst. Van de methanolextracten van bodemstalen wordt 0.1 tot 1 ml, afhankelijk van de verwachte verontreiniging, m.b.v. een pasteurpipet overgebracht naar de purgeerflesjes, die een gekende hoeveelheid blancowater bevatten. Er wordt zo weinig mogelijk damp ruimte gelaten. De flesjes worden afgesloten met een schroefdop voorzien van een septum met teflon inlage en in de autosampler van de automaat geplaatst. Met een spuit eenheid wordt door de automaat 10 ml van het te analyseren waterstaal uit het monsterflesje genomen en overgebracht naar de sparger van de purge en trap module. Tijdens deze transfer wordt het afgenomen waterstaal via een gecalibreerde loop gedopeerd met interne standaardoplossing tot een eindconcentratie van 1 µg/l.

De sparger wordt met een verwarmingsmantel opgewarmd tot 30°C en het waterstaal wordt gedurende 8 minuten gepurgeerd met een heliumdebiet van 40 ml/ min. De pollutanten en interne standaarden worden door de gasstroom meegesleurd en over een adsorbenspatroon geleid waar ze gevangen worden. Een systeem van koude (35°C) metaalwikkelingen (MCS-Moisture control system) zorgt ervoor dat er tijdens het purgeren slechts een minimale hoeveelheid water op het adsorptiepatroon terecht komt.

Na het purgeren gebeurt er gedurende 3 minuten een dry purge van het adsorptiepatroon. Het adsorbens wordt vervolgens verwarmd tot 250°C en gedurende 10 minuten bij deze temperatuur gehouden. De gevangen componenten worden met een heliumdebiet van 15 ml/min gedesorbeerd en naar een koude val geleid. Deze koude val wordt gekoeld met vloeibare stikstof tot -100°C en focuseert alle gedesorbeerde componenten in een nauwe band. Nadat de desorptie is beëindigd wordt de koude val snel opgewarmd tot 180°C en worden de componenten door het draaggas overgebracht naar de capillaire kolom in de gaschromatograaf.

Bij deze werkwijze wordt tijdens de desorptiefase de volledige gasstroom van het adsorptiepatroon naar de koude val geleid. Hierdoor wordt voor de meeste componenten de lineariteit van het meetbereik beperkt tot 2

µg/l. Afhankelijk van de te toetsen normwaarden of van de verwachte concentratie kan voorafgaand reeds gekozen worden voor een verdunning van het staal

De opgegeven temperaturen, tijden en gasdebieten zijn indicatief en gelijkwaardige resultaten kunnen bekomen worden met andere instellingen.

6.2.2 Dampfasebemonstering

Opm.:

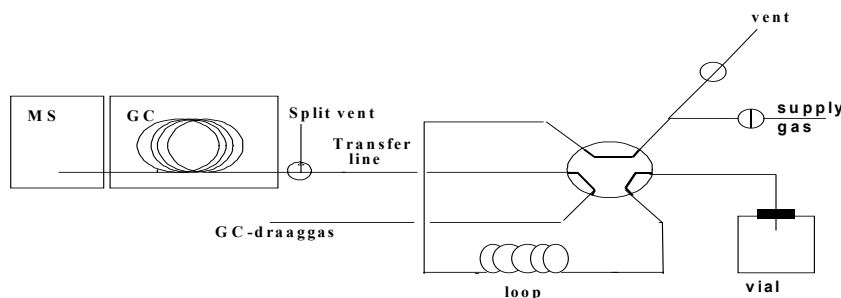
- Hieronder is alleen het looptype injectiesysteem besproken. In de handel is ook de spuitinjector en het pressure balanced injectiesysteem verkrijgbaar. Met deze systemen kunnen even goede resultaten bekomen worden.
- Voor een goede kwantitatieve dampfase-analyse is het essentieel dat het proces van de dampfasebemonstering voor alle stalen en standaarden steeds op identieke wijze gebeurt : met dezelfde hoeveelheid monster in monsterflesjes van gelijk volume (dezelfde gas-vloeistof verhouding), met dezelfde zouthoeveelheid, met gelijke thermostatisatieduur en -temperatuur, en met dezelfde roercondities.

In een *headspace* monsterflesje wordt die hoeveelheid zout gebracht zodanig dat na toevoeging van een welbepaald volume waterstaal of water waaraan (maximaal) 10 % methanolextract werd toegevoegd de concentratie in het waterstaal 360 g/l bedraagt. Het toegevoegd volume komt overeen met ongeveer de helft van het volume van het monsterflesje. Het waterstaal is dan verzadigd met zout. Het staal wordt, voor zover dit nog niet gebeurd is, onmiddellijk gedopeerd met inwendige standaarden tot een concentratie van ongeveer 125 µg/l en afgesloten met septum en crimp cap. Het monsterflesje wordt gedurende 10 min. gesoniceerd en nadien overgebracht naar de monsterwisselaar van de headspace automaat.

Het monsterflesje wordt in de headspace oven gebracht (zie figuur 2) en het evenwicht tussen dampfase en vloeibare fase wordt gerealiseerd door thermostatiseren gedurende bv. 30 min onder licht roeren bij 50°C. Het staal wordt dan tijdelijk onder een heliumdruk gebracht. Daarna laat men de dampfase zich ontspannen in een loop van 1 ml. De inhoud van de loop wordt door het GC-draaggas naar de analytische kolom overgebracht.

Opmerking: het toevoegen van zout is geen noodzaak; wel kan afhankelijk van de polariteit van de verbinding de gevoeligheid met een factor 2 toenemen en stelt het distributie-evenwicht tussen gasfase en vloeibare fase zich sneller in.

Figuur 2 : vereenvoudigde weergave van een looptype headspace-automaat (loop fill modus)



6.3 GC-MS instellingen

Het draaggas met de pollutanten wordt in de injector van de gaschromatograaf eventueel verder gesplit. De apolaire capillaire kolom met dikke film wordt lineair opgewarmd van 40 naar 215 °C. De chromatografisch gescheiden componenten worden gedetecteerd met een lage resolutie massaspectrometer, waarbij gescand wordt van massa 40 tot massa 400. De massaspectrometer wordt zo ingesteld dat voor het referentiegas PTFBA een maximale respons voor de ionen 69, 131 en 264 bekomen wordt.

Typische GC-MS werkvoorwaarden zijn weergegeven in tabel 1 van de bijlage. Een GC-MS totaal ionenchromatogram is weergegeven in figuur 1 van de bijlage. Uit het *total ion* chromatogram worden voor de verbinding karakteristieke ionchromatogrammen geëxtraheerd:

- het *target* ion geeft de grootste respons voor de verbinding en wordt gebruikt voor de kwantificatie;
- het *qualifier* ion komt overeen met een voor de verbinding karakteristiek fragment dat m.b.t. positieve identificatie in een welbepaalde verhouding t.o.v. het *target* ion dient teruggevonden te worden; deze verhouding wordt bepaald aan de hand van een kalibratiestaal van > 100 µg/l; een afwijking van 30% op de verhouding is toegestaan.

De meest karakteristieke ionen zijn voor de verschillende verbindingen hieronder weergegeven. Tegelijk zijn de retentietijden opgenomen zoals deze geregistreerd werden met de GC-MS instellingen vermeld in bijlage.

Tabel 1: m/z-waarden voor *target* en *qualifier* ionen en retentietijden

	verbinding	target m/z	qualifier m/z	Rt (min)
IS	d8-tolueen	98	100	10.59
IS	d8-styreen	112	110	15.15
1	broomfluorbenzeen	174	174	16.48
2	MTBE	73	57	5.79
3	n-hexaan	57	86	6.23
4	n-heptaan	57	100	8.53
5	n-octaan	57	114	11.80
6	dichlorodifluoromethaan	85	87	4.47
7	chloromethaan	50	52	4.41
8	vinylchloride	62	64	4.48
9	bromomethaan	94	96	4.65
10	chloroethaan	64	66	4.70
11	trichlorofluoromethaan	101	103	4.92
12	1,1-dichloroetheen	96	61	5.21
13	dichloromethaan	84	49	5.39
14	1,2-dichloroetheen,trans	96	61	5.78
15	1,1-dichloroethaan	63	65	5.78
16	1,2-dichloroetheen,cis	96	61	6.42
17	2,2-dichloropropaan	77	79	6.56
18	bromochloromethaan	130	128	6.65
19	chloroform	83	85	6.74
20	1,1,1-trichloroethaan	97	99	7.20
21	1,2-dichlooreethaan	62	64	7.38
22	1,1-dichloropropreen	110	75	7.42
23	koolstoftetrachloride	117	119	7.60

24	benzeen	78	77	7.58
25	trichloorethyleen	130	132	8.60
26	1,2-dichloropropaan	63	62	8.69
27	dibromomethaan	174	93	8.74
	verbinding	target m/z	qualifier m/z	Rt (min)
28	bromodichloromethaan	83	85	9.00
29	1,3-dichloropropeen,cis	75	110	9.82
30	tolueen	91	92	10.73
31	1,3-trichloropropeen,trans	75	110	10.73
32	1,1,2-trichloroethaan	97	99	11.10
33	1,3-dichloropropaan	76	78	11.40
34	dibromochloromethaan	129	127	11.98
35	tetrachloroetheen	166	164	12.08
36	1,2-dibromoethaan	107	109	12.31
37	chlorobenzeen	112	77	13.57
38	1,1,1,2-tetrachloroethaan	131	133	13.80
39	ethylbenzeen	106	91	14.07
40	m-xyleen	106	91	14.39
41	p-xyleen	106	91	14.45
42	o-xyleen	106	91	15.23
43	styreen	104	103	15.19
44	bromoform	173	175	15.28
45	1,1,2,2-tetrachloroethaan	83	85	16.20
46	isopropylbenzeen	105	120	16.34
47	1,2,3-trichloropropaan	110	75	16.44
48	bromobenzeen	156	158	16.68
49	2-chlorotolueen	126	91	17.36
50	propylbenzeen	120	91	17.41
51	4-chlorotolueen	126	91	17.61
52	1,3,5-trimethylbenzeen	105	120	17.95
53	tert.butylbenzeen	119	134	18.74
54	1,2,4-trimethylbenzeen	105	120	18.84
55	1,3-dichlorobenzeen	146	148	19.30
56	sec.butylbenzeen	105	134	19.37
57	1,4-dichlorobenzeen	146	148	19.62
58	p-isopropyltolueen	119	134	19.88
59	1,2-dichlorobenzeen	146	148	20.25
60	n.butylbenzeen	134	91	20.93
61	1,2-dibromo-3-chloropropaan	157	155	22.12
62	1,2,4-trichlorobenzeen	180	182	24.93
63	hexachlorobutadieen	225	260	25.89
64	naftaleen	128	127	25.29
65	1,2,3-trichlorobenzeen	180	182	25.95

Opm.: indien d4-1,2-dichloorethaan als inwendige standaard gebruikt wordt dan moet hiervan de bijdrage van natief dichloorethaan bij m/z 65 afgetrokken worden. De bijdrage bedraagt ca 5% van het signaal geregistreerd bij m/z 62.

6.4 Kalibratie en controle van de lineariteit

De kalibratie behelst de bepaling van relatieve responsfactoren (zie verder).

De kalibratie wordt uitgevoerd door een welbepaalde hoeveelheid blancowater in de purgeerkolf of headspacevial te doperen met natieve en gemerkte standaarden. Het kalibratiestaal (procedurestandaard) ondergaat dan de ganse procedure van purge and trap of headspace preconcentrerung zoals hierboven beschreven. Het waterstaal wordt gedopeerd in een concentratie gelegen in het gebied van de verwachte verontreiniging of van de van toepassing zijnde norm. Een typisch concentratiegebied is 20-200 µg/l. De inwendige standaard is aanwezig in een concentratie van ca 20-50 µg/l (purge and trap) tot 125 µg/l (headspace).

Om een lineariteitstest (zie verder) uit te voeren wordt een reeks watermonsters aangemaakt waarin de concentraties voor de oplosmiddelen variëren van 1 tot 500 µg/l (purge and trap) of van 10 tot 5000 µg/l (headspace). De inwendige standaard is aanwezig in een constante concentratie. Voor concentraties boven 100 µg/l wordt in geval van purge and trap preconcentrerung gewerkt bij een hogere totale splitverhouding (bv. 1/140 i.p.v. 1/35).

De lineariteitstest wordt uitgevoerd voor alle in de bovenstaande lijst aanwezige verbindingen.

6.5 Identificatie

Identificatie gebeurt door extractie van de voor de verbinding karakteristieke ionchromatogrammen en vergelijking van de waargenomen retentietijd met deze bepaald voor de kalibratiestandaard. De retentietijd mag niet meer dan 5 sec. verschillen van de voor de verbinding waargenomen retentietijd in de kalibratiestandaard, rekening houdend met een eventuele verschuiving geregistreerd voor de inwendige standaard.

Bijkomende bevestiging van de identiteit wordt verkregen door het uitvoeren van een zoekopdracht in de spectrabibliotheek of door vergelijking van het fragmentatiepatroon waargenomen in het staal met deze in de kalibratiestandaard. Ook verbindingen niet aanwezig in de bovenstaande nominatieve lijst kunnen door spectravergelijking geïdentificeerd worden.

6.6 Kwantificering

Elke verbinding aanwezig in de nominatieve lijst kan worden gekwantificeerd door integratie van het overeenkomstig piekoppervlak in het *ionchromatogram* van het meest karakteristieke ion (*target ion*).

Opmerkingen:

- Verbindingen niet aanwezig in de nominatieve lijst kunnen op semi-kwantitatieve wijze gekwantificeerd worden door integratie van de piekoppervlakken van zowel verbindingen als inwendige standaard in het *total ion chromatogram*.
- Wordt een overschrijding van de bovenste lineaire grens waargenomen dan dient de analyse herhaald te worden uitgaande van een verdund waterstaal of uitgaande van een kleinere inname van methanolextract.

7. BEREKENINGEN

Relatieve responsfactoren (kalibratie)

Op basis van de geïntegreerde piekoppervlakken van de natieve component en de inwendige standaard in de respectievelijke ionchromatogrammen van de procedurestandaard wordt voor elke component de relatieve responsfactor (RRF) op de volgende wijze berekend :

$$RRF_x = \frac{A_x \cdot C_{IS}}{C_x \cdot A_{IS}}$$

met

- A_x = piekoppervlakte van de component x in de procedurestandaard
 C_x = concentratie van de component x in de procedurestandaard
 C_{IS} = concentratie van de inwendige standaard in de procedurestandaard
 A_{IS} = piekoppervlakte van de inwendige standaard in de procedurestandaard

Gehalte van de componenten in het monster

Gebruik makend van de geïntegreerde piekoppervlakken van een component en de inwendige standaard in de respectievelijke ionchromatogrammen van het monster en rekening houdend met de relatieve responsfactor van de beschouwde component, kan de concentratie van de component in het *bodem-, slib of vaste afvalmonster*, uitgedrukt in $\mu\text{g/g ds}$ of mg/kg ds als volgt berekend worden :

$$C_x = \frac{1}{RRF_x} \cdot \frac{A_x}{A_{IS}} \cdot \frac{g_{IS}}{G} \cdot \frac{100}{ds}$$

met

- A_x = piekoppervlakte van de component in het monster
 A_{IS} = piekoppervlakte van de inwendige standaard in het monster
 g_{IS} = toegevoegde hoeveelheid inwendige standaard in μg
 G = afgewogen hoeveelheid monster in g, waaraan de inwendige standaard toegevoegd werd ofwel hoeveelheid monster in g overeenkomend met hoeveelheid methanolextract dat overgebracht werd naar de purgeer of headspace vial
 ds = droge stof gehalte in % (voor de bepaling zie CMA 2/II/A.1)

Voor *watermonsters* wordt de concentratie, in $\mu\text{g/l}$, als volgt berekend :

$$C_x = \frac{1}{RRF_x} \cdot \frac{A_x}{A_{IS}} \cdot \frac{g_{IS}}{V} \cdot f$$

met A_x , A_{IS} , g_{IS} en RRF_x zoals hierboven en

- V = volume monster overgebracht naar de purgeerkolf in liter (gravimetrisch bepaald met aanname van een dichtheid = 1000 g/l),
 f = eventuele verdunningsfactor

Opmerking : in geval van een semi-kwantitatieve bepaling van geïdentificeerde verbindingen die niet tot de nominatieve lijst behoren wordt RRF_x gelijk gesteld aan 1.

Aantoonbaarheidsgrenzen voor de niet-gedetecteerde componenten in het monster

Voor *bodem-, slib- en vaste afvalmonsters* geldt :

$$AG_x = 3 \cdot \frac{1}{RRF_x} \cdot \frac{RG_x}{PH_{IS}} \cdot \frac{g_{IS}}{G} \cdot \frac{100}{ds}$$

Voor *watermonsters* heeft men :

$$AG_x = 3 \cdot \frac{1}{RRF_x} \cdot \frac{RG_x}{PH_{IS}} \cdot \frac{g_{IS}}{V} \cdot f$$

Hierbij zijn, naast de hierboven reeds gespecificeerde parameters :

RG_x = de "peak-to-peak" ruisgrootte in het retentietijdsgebied van de component x
 PH_{IS} = de hoogte van de piek van de inwendige standaard

Opmerking: bij de berekening van de aantoonbaarheidsgrenzen wordt gebruik gemaakt van piekhoogten i.p.v. piekoppervlakten, ook al zijn de RRF_x gedefinieerd op basis van piekoppervlakten; aangezien aantoonbaarheidsgrenzen in wezen altijd maar schattingen zijn wordt deze benadering aanvaardbaar geacht.

8. KWALITEITSPARAMETERS

Responslineariteit

De responslineariteit wordt gecontroleerd volgens de hoger beschreven werkwijze. In geval van purge and trap preconcentrering werd geopteerd voor een techniek die meerdere splitinstellingen toelaat, dit om een groter concentratiegebied te kunnen overspannen.

Bij uitzetten van de verhouding van de detectorrespons van een component en van de inwendige standaard in functie van de verhouding van de concentratie van de component en van de interne standaard (A_i/A_{IS} i.f.v. C_i/C_{IS}) dient voor elke verbinding een rechte bekomen te worden waarvan de variatiecoëfficiënt V_{xo} (zie ISO-8466-1990:1) kleiner is dan of de correlatiecoëfficiënt groter is dan een vooropgestelde waarde (bv $V_{xo} < 15\%$, $r_2 > 0.995$).

Bijkomend zet men C_i/A_i uit i.f.v. C_i of $(A_i \cdot C_{IS})/(A_{IS} \cdot C_i)$ i.f.v. C_i . Het lineair bereik wordt gedefinieerd als dat gebied waarvoor de afwijking van C_i/A_i of $(A_i \cdot C_{IS})/(A_{IS} \cdot C_i)$ t.o.v. de gemiddelde waarde maximaal 15% bedraagt.

Een controle van de lineariteit wordt uitgevoerd na elke reiniging van de MS-bron of bij een andere ernstige instrumentele ingreep.

Opmerking :

Stelt men bij de monsteranalyse een overschrijding van de bovenste lineaire grens vast, d.i. de hoogst geregistreerde oppervlakte in het lineaire gebied, dan moet de analyse hernomen worden. De watermonsters worden met blancowater verdund. Eventueel wordt gewerkt bij een hogere splitverhouding (purge and trap benadering).

Relatieve responsfactoren

De relatieve responsfactoren, bepaald aan de hand van de kalibratiestandaard, zijn gewoonlijk gelegen tussen 0.1 en 5. De waarden zijn afhankelijk van de MS tuning condities.

Binnen eenzelfde analysereeks mogen de relatieve responsfactoren bekomen voor 2 opeenvolgende analyses van de procedurestandaard niet meer dan 20 % van mekaar afwijken.

Gaschromatografische scheiding

De kolomkwaliteit wordt geverifieerd aan de hand van de scheiding van een voor de kolom karakteristiek kritisch paar in het chromatogram van de procedurestandaard. Voor een apolaire kolom is dit bv. ethylbenzeen enerzijds en de gezamenlijke piek van m-xyleen en p-xyleen anderzijds. De scheiding moet hiervoor volledig zijn, d.w.z. tot op het niveau van de basislijn.

Minimum detecteerbare hoeveelheden (MDH)

Aan de hand van het chromatogram van de procedurestandaard kan voor elke verbinding de minimum detecteerbare hoeveelheid berekend worden :

$$MDH_x = 3 \cdot \frac{RG_x}{PH_x} \cdot g_x$$

met

RG_x = de "peak-to-peak" ruisgrootte aan de voet van de chromatogrampiek van component x
 PH_x = de hoogte van de piek van component x
 g_x = de hoeveelheid geïnjecteerde component x in pg

Om een continue controle te hebben op de gevoeligheid van het systeem is het zinvol de MDH-waarden van enkele over het volledige retentietijdsgebied gekozen verbindingen op te volgen.

Procedureblanco

Elke analysereeks is vergezeld van een procedureblanco. De gemeten concentratie van een component in de procedureblanco moet kleiner zijn dan de helft van de gevraagde rapporteergrens voor die component. Indien de component in elk staal van de meetreeks aanwezig is in concentraties hoger dan 5 keer de rapporteergrens, dan moet de gemeten concentratie in de procedureblanco kleiner zijn dan 10% van de laagste concentratie in de meetreeks.

Surrogaatanalyse

Een continue controle van het goede verloop van de analyse is mogelijk door de stalen te doperen met een surrogaat (bv. broomfluorbenzeen) en hiervan de terugvinding te bepalen. De terugvindingswaarde kan uitgezet worden in een controlekaart en er kan een terugvindingseis aan gekoppeld worden (bv. 80-120%).

Duplicaatanalyse

Wordt geen surrogaat aan de stalen toegevoegd dan zal op regelmatige basis een monster opnieuw geanalyseerd worden. Voor elke aanwezige component moet gelden dat de in tweevoud gemeten concentraties niet meer van mekaar afwijken dan 3 maal de herhaalbaarheid bekomen bij de validatie.

9. VOORBEELD VAN ANALYSEGANG

Bij reiniging van de MS-bron of een andere ernstige instrumentele ingreep :

Analyseer procedurestandaarden van verschillende concentraties
 Controleer de lineariteit : $V_{xo} < 15 \%$?
 bepaal lineair bereik

Bij elke analysereeks

In het voorbeeld waarbij de desorptie-automaat 16 adsorptiepatronen kan bevatten en de purge and trap batterij 6 monsters, zal in de regel een sequentiële GCMS analyse per 12 adsorptiepatronen uitgevoerd worden. De 6 stations van de purge eenheid worden bezet met minimaal 1 procedureblanco, minimaal 1 procedurestandaard en maximaal 4 monsters.

Analyseer procedureblanco

Analyseer procedurestandaard

Bepaal voor elke component de RRF

$0.8 < RRF(i+1)/RRF(i) < 1.2 ?$

Bepaal het GC-scheidingspercentage

$S\% = 100 \%$?

Bepaal de MDH's

→ Analyseer monster

Verifieer R_t

$\Delta R_t = \Delta R_t(IS) \pm 5 \text{ sec} ?$

Bepaal de piekoppervlakten

Overschrijding bovenste lineaire grens ?

Ev. bepaal terugvinding surrogaat

Indien ja, verdun en herneem de analyse

Verifieer bijdrage procedureblanco

Conform terugvindingseis?

$A(\text{blanco}) < 0.1 * A(\text{monster}) ?$

← Bepaal gehalte monster

Opmerking :

voer bij afwezigheid van een surrogaat

elke 7 monsters een duplicaat analyse uit

$100 * |C(i+1) - C(i)| / C(i) < 3\text{rsd} ?$

10. RAPPORTERING

Vermeld in het analyseverslag het gehalte van de gedetecteerde verbindingen in mg/kg ds voor bodem-, slib- en vaste afval monsters en in µg/l voor watermonsters. Geef voor de niet gedetecteerde verbindingen de waargenomen aantoonbaarheidsgrenzen op ofwel monstertype afhankelijke rapporteergrenzen.

Vermeld voor de 6 meest vluchtige verbindingen in water en bodem en voor de alkanen in water ofwel "aanwezig" ofwel "niet-gedetecteerd".

In geval semi-kwantitatieve bepalingen werden uitgevoerd van andere verbindingen dan deze aanwezig in de VOC lijst dient dit expliciet in het verslag vermeld te worden.

11. METHODEVALIDATIE EN -KARAKTERISTIEKEN

De herhaalbaarheid bedraagt voor een concentratieniveau van 100 µg/l gemiddeld 5%. Voor de gassen kan de herhaalbaarheid oplopen tot 15%. In de regel wordt de herhaalbaarheid beter met afnemende vluchtigheid van de verbinding en met toenemende concentratie.

Voor zowel bodem als water bedraagt, met uitzondering van de meest vluchtige verbindingen, de afwijking van de gemeten waarde t.o.v. de werkelijke waarde gemiddeld 10 %. Voor de meest vluchtige verbindingen (dichlorodifluoromethaan, chloromethaan en vinylchloride) kunnen afwijkingen tot 50 % voorkomen.

De aantoonbaarheidsgrenzen voor water bedragen 0.1 tot 1 µg/l. Voor bodem zijn de aantoonbaarheidsgrenzen gelegen tussen 0.005 en 0.050 mg/kg ds. De laagste waarden worden met purge and trap preconcentrering gehaald.

12. VEILIGHEID

De scheikundige produkten die bij deze analysemethode gebruikt worden, zijn ondergebracht bij de potentieel giftige en kankerverwekkende stoffen. Dit maakt het noodzakelijk de nodige maatregelen in het laboratorium te voorzien en toe te passen om blootstelling aan of contact met deze produkten tot een minimum te herleiden.

De behandeling van deze produkten en de voorbereiding van standaardoplossingen worden in een geventileerde kast uitgevoerd.

13. REFERENTIES

EPA 524.2, Measurement of purgeable organic compounds in water by capillary column gaschromatography / mass spectrometry.

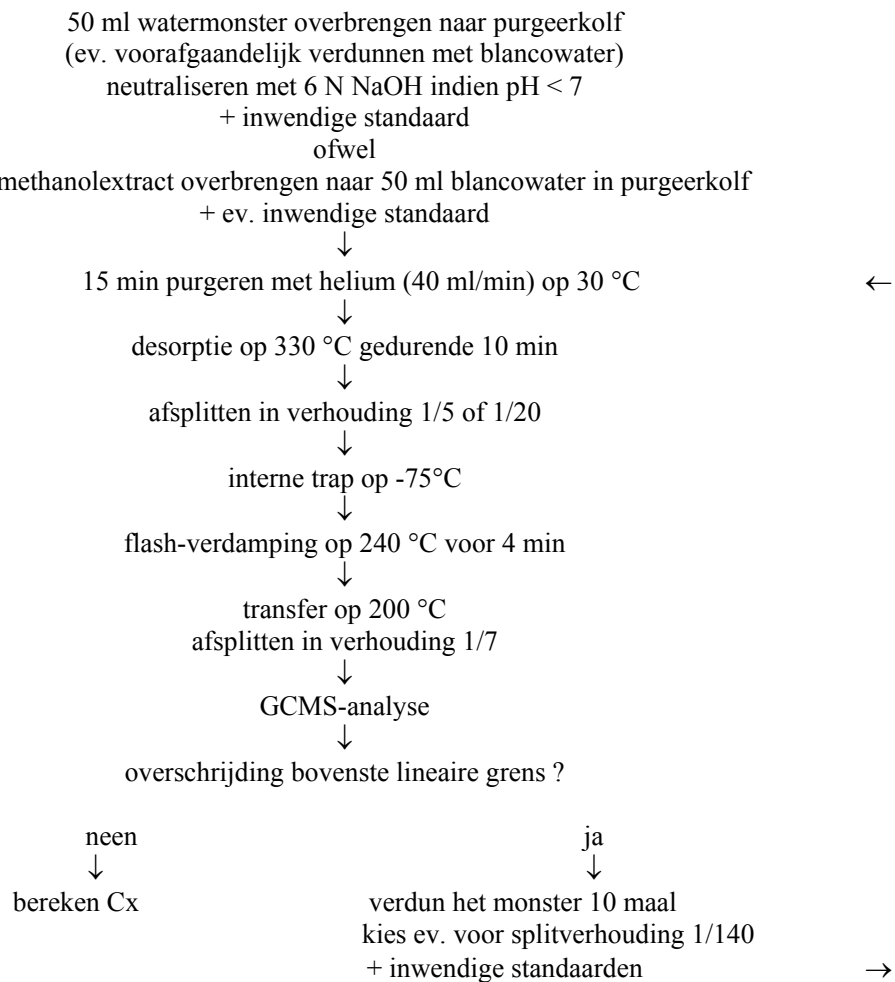
EPA 8260B, Volatile organic compounds by gas chromatography / mass spectrometry.

NVN 5732, Bodem : Gaschromatografische bepaling van het gehalte aan vluchtige aromatische koolwaterstoffen en naftaleen en vluchtige gehalogeneerde koolwaterstoffen met behulp van de purge and trap methode en thermische desorptie.

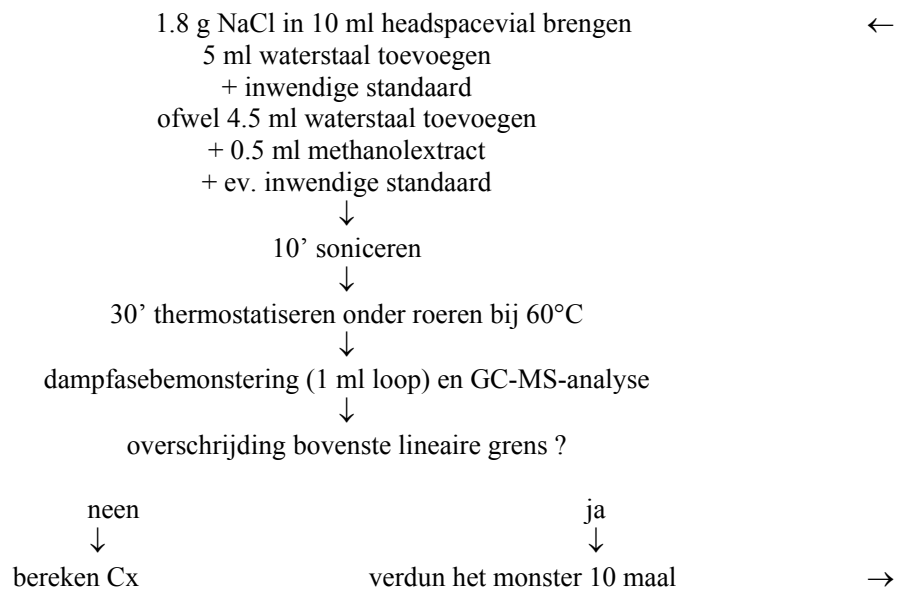
Deze procedure is het resultaat van besprekingen binnen de schoot van de Werkgroep Afvalstoffenanalyse waaraan de onderstaande laboratoria en instanties deelnamen:

*OVAM
LISEC
Laboratoria Van Vooren
PCM
PIH
ECCA
SGS
SERVACO
BECEWA
VITO*

VOORBEELD VAN OFF-LINE PURGE AND TRAP PRECONCENTRERING
(voor specifieke condities voor de on-line benadering, zie 6.2.1.2)



VOORBEELD VAN HEADSPACE PRECONCENTRERING



TYPISCHE WERKVOORWAARDEN VOOR DE SPECIFIEKE BEPALING VAN OPLOSMIDDELEN

<u>Purge and trap</u>	<u>off-line</u>	<u>on-line</u>
<i>Purgeereenheid</i>		
Purgeervolume	: 50 ml	10 ml
Heliumdebiet	: 40 ml/min	40 ml/min
Totale purgeertijd	: 15 min	8 min
Purgeertemperatuur	: 30 °C	30°C
Trap	: 300mg Carbotrap 300	
<i>Desorptie-eenheid</i>		
Draaggas en druk	: Helium, 175 kPa	Helium, 175 kPa
Desorptietemperatuur	: 330°C	250°C
Desorptieperiode	: 10 min	10 min
Herconditionerigstemperatuur	: 250 °C	250°C
Herconditioneringstijd	: ~30 min	~30 min
Interne traptemperatuur	: -75 °C	-100°C
Flashverdampingstemperatuur	: 240 °C	180°C
Flashverdampingstijd	: 4 min	
Splitverhouding	: 1/5 of 1/20	-
Transferlijntemperatuur	: 200 °C	

Headspace

Oventemperatuur :	60°C
Looptemperatuur :	80°C
Transferleidingtemp.:	90°C
Thermostatisatieduur :	30 min
Pressurization druk :	125 kPa
Pressurization duur :	0.2 min
Loopvulling duur :	0.4 min
Injectieduur :	2 min

Kolomspecificaties: DB-5ms624 of equivalent, 60 m x 0.25 mm x 0.25 µm

GC-instellingen

Draaggas en druk	: Helium, constant flow
Interfacetemperatuur	: 200 °C
Split vent	: ~9.5 (P&T), ~ 30 (HS) ml/min
Kolom flow	: ~1.0 ml/min

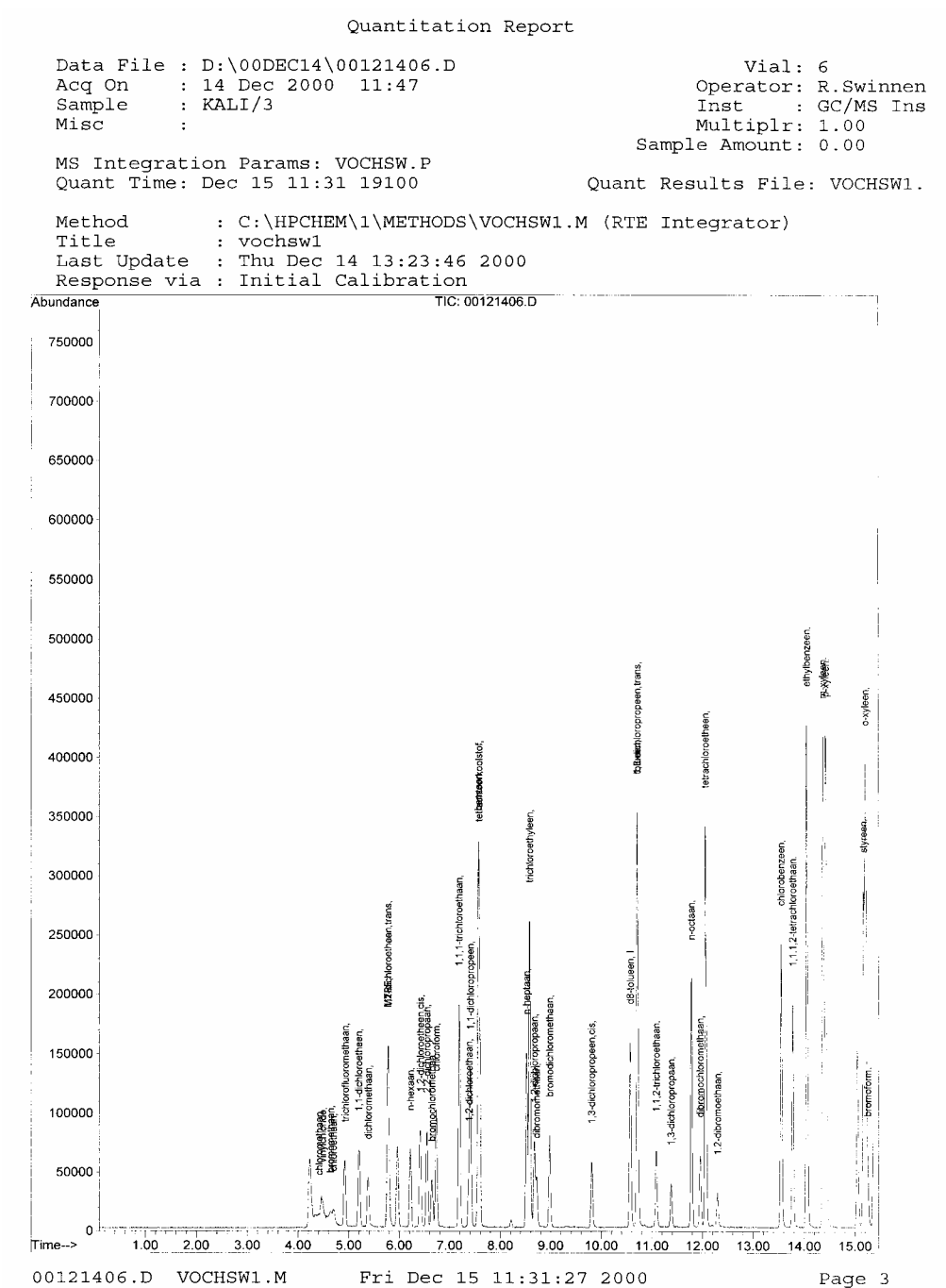
Temperatuursprogrammatie

35°C	: 3 min
35°C → 170 °C	: 5 °C / min
totale duur	: 30 min

MS-instellingen

Brontemperatuur	: 230 °C
Elektronenenergie	: 70 eV
Scan range	: 45 tot 300 amu

Figuur 1: GCMS total ion chromatogram voor de EPA 524.2 VOC standaard



Figuur 1: GCMS total ion chromatogram voor de EPA 524.2 VOC standaard (vervolg)

