

Het herkennen van materialen



---

# Het herkennen van materialen

Charles Schils

*eerste druk, 1999*



---

*Artikelcode: 10162*

© 1999 Ontwikkelcentrum, Ede, Nederland  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Ontwikkelcentrum.

---

# Voorwoord

Ondergetekende heeft van het Ontwikkelcentrum de opdracht gekregen het bestaande lesboek 'Verzorgen afval', geschreven door F. Hermans en J. van Ooijen, bij te stellen en te verrijken.

Bijstellen houdt in:

- aanpassen aan actuele ontwikkelingen;
- aanpassen aan ODC '98;
- gebruikerservaring verwerken.

Verrijken houdt in:

- vragen van verschillend cognitief niveau opnemen;
- verschillende typen vragen opnemen;
- opdrachten met verschillende leerstijlen opnemen;
- opdrachten voor zelfwerkzaamheid opnemen.

In de inleiding van elk hoofdstuk zijn de leerdoelen geformuleerd. Je ziet daar welke kennis je gaat opdoen en welke vaardigheden worden aangeleerd. Om het bestuderen en verwerken van de tekst te bevorderen zijn aan het einde van de meeste paragrafen vragen en opdrachten opgenomen.

Ik dank de docenten voor het inbrengen van hun gebruikerservaring en adviezen. De illustratieverwerking is verzorgd door Wim de Haas. De eindredactie werd verzorgd door Janneke van Oijen en Manon Limmen heeft me onderwijskundig ondersteund. Arda Oosterhoff verzorgde de coördinatie.


Ik dank alle betrokkenen voor hun medewerking, inzet, opmerkingen en suggesties.


Mei 1999,

Charles Schils

## Legenda gebruikte iconen

 gebruikssituatie: klassikaal

 gebruikssituatie: zelfstandig werken

 gebruikssituatie: zelfstandig samenwerken

---

# Inleiding

De opleiding Milieutoezicht is een brede opleiding. Je kunt na het behalen van je diploma nog verschillende kanten op. Zo kun je als veldwerker terecht in de bemonstering of als handhaver de naleving van milieuwetten controleren. Een ander beroepenveld ligt voor je open in de afvalsector, als medewerker bij een inzamelaar of afvalverwerkend bedrijf. Kennis over afval gebruik je niet alleen in dat beroep. Zowel een milieucoördinator bij een productiebedrijf als een milieu-adviseur moeten over voldoende kennis beschikken om de afvoer en verwerking van afvalstromen in een bedrijf in goede banen te leiden.

Het certificaat 'Verzorgen afval' is een inleidend certificaat en laat je kennismaken met de afvalproblematiek. Er volgen verder in je opleiding nog een of meerdere certificaten.

'Verzorgen afval' bestaat uit drie delen. De kern van dit deel, 'Het herkennen van materialen' behandelt welke materialen en producten er zoal in ons afval voorkomen en hoe je ze kunt herkennen. Dit herkennen is van belang omdat we in toenemende mate afval scheiden om te hergebruiken. Als een bepaalde afvalstroom met andere stoffen verontreinigd is, levert dit vaak problemen op bij de herverwerking. Daarom heb je een goede kennis van materialen nodig.

Door stoffen zoveel mogelijk te hergebruiken worden kringlopen hersteld. Het bestaan van kringlopen in de natuur en wat we daaruit kunnen leren over onze behandeling van afval, wordt in een inleidend hoofdstuk behandeld.

Deel 2, 'Het verwerken van afvalstoffen' behandelt de belangrijkste technieken die gebruikt worden om het afval te verwerken.

Deel 3, 'Veilig werken' gaat over je eigen veiligheid en die van je collega's. Het verwerken van sommige afvalstoffen brengt gevaren met zich mee. Welke maatregelen moet je nemen om je eigen gezondheid te beschermen en gevaren voor de omgeving te verminderen?

Ik wens je succes met het bestuderen van dit boek.

---

# Inhoud

## Voorwoord 5

## Inleiding 6

### 1 '... en tot stof zult gij wederkeren' 9

- 1.1 Planten als producent: Stofkringlopen en energiestromen 9
- 1.2 Mensen als producent: Productie en afvalstromen 16
- 1.3 Bergen aan zee 19
- 1.4 Afsluiting 22

### 2 Afval ingedeeld 24

- 2.1 Bronnen van afval - de afvalproductieketen 24
- 2.2 Bestemming van afval - de afvalverwijderingsketen 26
- 2.3 Afsluiting 28

### 3 Afval gesorteerd 30

- 3.1 Metalen 31
- 3.2 Glas 38
- 3.3 GFT-afval 41
- 3.4 Papier, karton en textiel 47
- 3.5 Kunststoffen 49
- 3.6 Speciale gevallen 57
- 3.7 Afsluiting 59

### 4 Producten op hun laatste benen 61

- 4.1 Autowrakken 61
- 4.2 Wit- en bruingoed 64
- 4.3 Bouw- en sloopafval 67
- 4.4 Afsluiting 70

### 5 Pas op: gevaarlijk! 72

- 5.1 Gevaarlijk afval 72
- 5.2 KCA 75
- 5.3 Afsluiting 77

## Begrippenlijst 81

## Trefwoordenlijst 83





---

# 1 '... en tot stof zult gij wederkeren'

## Oriëntatie

Herken je bovenstaande zin? Je hoort ze wel eens uitgesproken worden tijdens een begrafenis. De volledige zin: 'gij zijt stof en tot stof zult gij wederkeren' is ontleend aan de bijbel. Deze is al duizenden jaren geleden opgeschreven. Blijkbaar had men toen al een zeker besef van het bestaan van kringlopen.

De middeleeuwse boer had dat besef ook. Na de oogst bemestte hij zijn land met menselijke uitwerpselen en stadsvuil. Het werd in de steden ingezameld en per boot naar het platteland verstuurd. Kunstmest bestond nog niet en zo vulde hij zijn verloren grondstoffen weer aan.

Terwijl de kennis over het verloop van kringlopen deze eeuw sterk is toegenomen, lijkt dat niet veel invloed te hebben op ons handelen. Integendeel, in toenemende mate raken kringlopen verstoord. Er dreigt een gebrek aan bepaalde grondstoffen te ontstaan, terwijl aan de andere kant de afvalberg enorm gegroeid is. Het besef dat dit zo niet eeuwig kan doorgaan heeft er begin jaren negentig toe geleid dat de manier waarop we met ons afval omgaan, sinds kort drastisch veranderd is.

## Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- het verloop van stof- en energiestromen binnen open en gesloten ecosystemen aangeven;
- de begrippen delfstof, grondstof, materiaal, product en afvalstof toepassen op de productieketen;
- het verband aangeven tussen onttrekking van grondstoffen en het optreden van uitputting;
- het verband aangeven tussen het toevoegen van afvalstoffen en verontreiniging;
- het belang van preventie en hergebruik aangeven om stofkringlopen te sluiten.

## 1.1 Planten als producent: Stofkringlopen en energiestromen

Het is een fabeltje dat in de natuur alles keurig in kringlopen verloopt. Een groot deel van Nederland bestaat uit veengebied. Veengebied bestaat uit een pakket dode, niet volledig afgebroken plantenresten. Dit pakket kan soms wel tot een dikte van vijf meter zijn aangegroeid. Je zou veenvorming kunnen beschouwen als een voorbeeld van afvalophoping binnen een levensgemeenschap. Door die afvalophoping wordt de oorspronkelijke plantengroei vrijwel ten gronde gericht. Er is wel een andere soort levensgemeenschap voor in de plaats gekomen.

**Fig. 1.1**  
... (nog) niet tot stof  
wedergekeerd



In de natuur spelen levensprocessen zich alleen daar af waar levende organismen voorkomen. Dit deel van de aarde noemen we de *biosfeer*.

De biosfeer bestaat uit verschillende soorten levensgemeenschappen. Er is een groot verschil in soorten planten en dieren tussen een tropisch regenwoud en een naaldbos in Scandinavië. De voornaamste factoren die deze verschillen bepalen zijn klimaat en bodem. We noemen dit *a-biotische factoren*, de niet-levende elementen zoals temperatuur, water, bodem en licht die een belangrijke invloed hebben op de samenstelling van een levensgemeenschap.

Echter ook de levende organismen beïnvloeden elkaar sterk. Het maakt veel uit of een bepaald gebied bevolkt is met grote grazers, waardoor een grasachtige begroeiing intact blijft. Zodra deze ontbreken, worden ontwikkelingen naar een bos mogelijk. De

*biotische factoren*

levende organismen in een levensgemeenschap noemen we *biotische factoren*. Ze zijn in te delen in drie groepen: planten, dieren en micro-organismen.

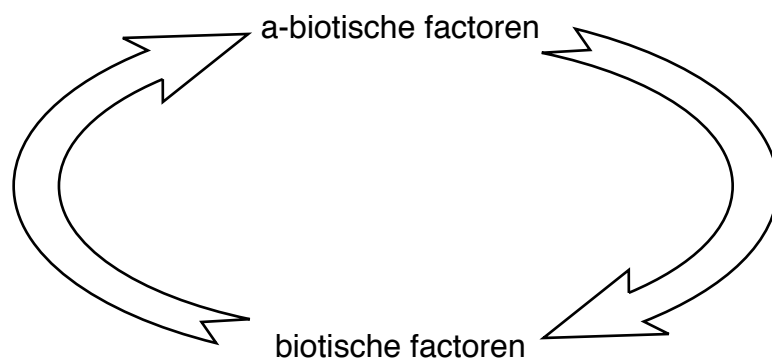
*ecosysteem*

Dit samenhangend geheel van biotische en a-biotische factoren die in een bepaald gebied werkzaam zijn, wordt ook wel aangeduid met de term *ecosysteem*. De omvang van een ecosysteem ligt niet vast maar kunnen we zelf kiezen. Een mierenhoop in een bos, het hele bos of een groot natuurgebied met afwisselend bossen, heidevelden en plassen.

Biotische en a-biotische factoren werken niet los van elkaar, maar beïnvloeden elkaar. Bomen in een bos ondervangen het licht, waardoor er onder die bomen alleen schaduwplanten kunnen groeien. Tegelijkertijd beïnvloeden ze de luchtvochtigheid. Soorten als varens gedijen er uitstekend.

In woestijnen zijn de a-biotische factoren zodanig dat er geen bomen kunnen groeien. De omstandigheden zijn zo extreem dat alleen levensvormen als cactussen en vetplanten, die goed beschermd zijn tegen uitdroging, er kunnen groeien.

**Fig. 1.2**  
*Biotische en a-biotische factoren beïnvloeden elkaar voortdurend.*



### **Kringlopen in ecosystemen**

Binnen de ecosystemen vinden processen plaats waarbij stoffen en energie voortdurend worden omgezet en verplaatst. De biotische factoren spelen bij deze omzettingen en verplaatsingen een belangrijke rol. Echter ook a-biotische factoren hebben er invloed op. Zo kunnen door de wind- en waterstromingen stoffen aan- maar ook afgevoerd worden. Door verwerking komen er bepaalde stoffen vrij, welke door planten kunnen worden opgenomen.

*gesloten kringloop*

De omzetting van stoffen heeft voornamelijk een kringloopkarakter. De basis van elke kringloop is de omzetting van *anorganische stoffen* in *organische stoffen* en omgekeerd. Anorganische verbindingen zijn relatief eenvoudige scheikundige verbindingen welke weinig bruikbare energie bevatten. Tot deze groepen behoren stoffen als nitraten, fosfaten en koolstofdioxide. Organische verbindingen zijn ingewikkelde verbindingen welke altijd veel koolstofmoleculen bevatten en energierijk zijn. Drie hoofdgroepen van organische verbindingen zijn koolhydraten, eiwitten en vetten. Als alle organische stoffen binnen een ecosysteem weer in anorganische stoffen worden omgezet, dan is er sprake van een *gesloten kringloop*.

Energierijke verbindingen worden omgezet in energie-arme verbindingen en omgekeerd. Waar blijft die energie of waar komt die vandaan?

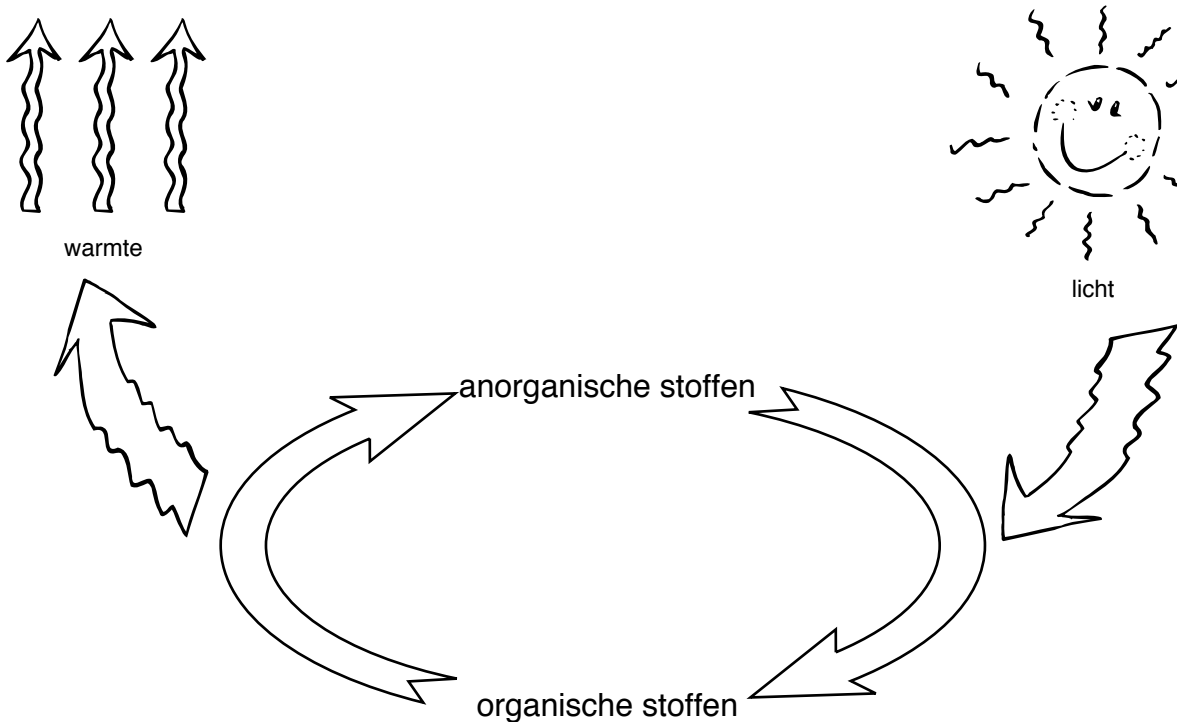
*producenten* Organismen die anorganische stoffen omzetten in organische stoffen noemen we in de ecologie *producenten*. Dit zijn voornamelijk planten. Het proces waarbij dit gebeurt heet fotosynthese en de energie die er voor nodig is, is afkomstig van de zon. Een deel van de lichtenergie die door planten wordt ingevangen wordt in de plant opgeslagen in de vorm van organische stof. Een deel wordt als warmte afgegeven.

*consumenten* Dieren kunnen deze stap, de vorming van organische stof uit anorganische stoffen, niet maken. Ze hebben voor hun voeding energierijke verbindingen, organische stof in de vorm van planten of andere dieren, nodig. Ze worden daarom *consumenten* genoemd. Met deze organische stof kunnen ze in principe twee dingen doen. Ze kunnen er andere organische stoffen mee vormen, waarmee ze hun lichaam opbouwen (groei).

Of ze kunnen de organische stoffen afbreken tot kleinere moleculen (anorganisch en/of organisch). De energie die erbij vrijkomt benutten ze voor levensprocessen als beweging, groei en lichaamstemperatuur. Dit proces noemen we verbranding. Uiteindelijk komt ook deze energie vrij in de vorm van warmte. Deze wordt uitgestraald en verdwijnt in de atmosfeer.

*reduceren* De kringloop wordt gesloten door micro-organismen als schimmels en bacteriën. Ze ruimen de restanten dode organische stof op (plantenresten, kadavers, uitwerpselen) en zetten deze om in anorganische stof. Ze heten *reduceren*.

Hiermee is de kringloop van stoffen gesloten. De anorganische stoffen kunnen weer door planten worden opgenomen.



**Fig. 1.3** Opbouw en afbraak in kringlopen

### **Gesloten en open kringloop**

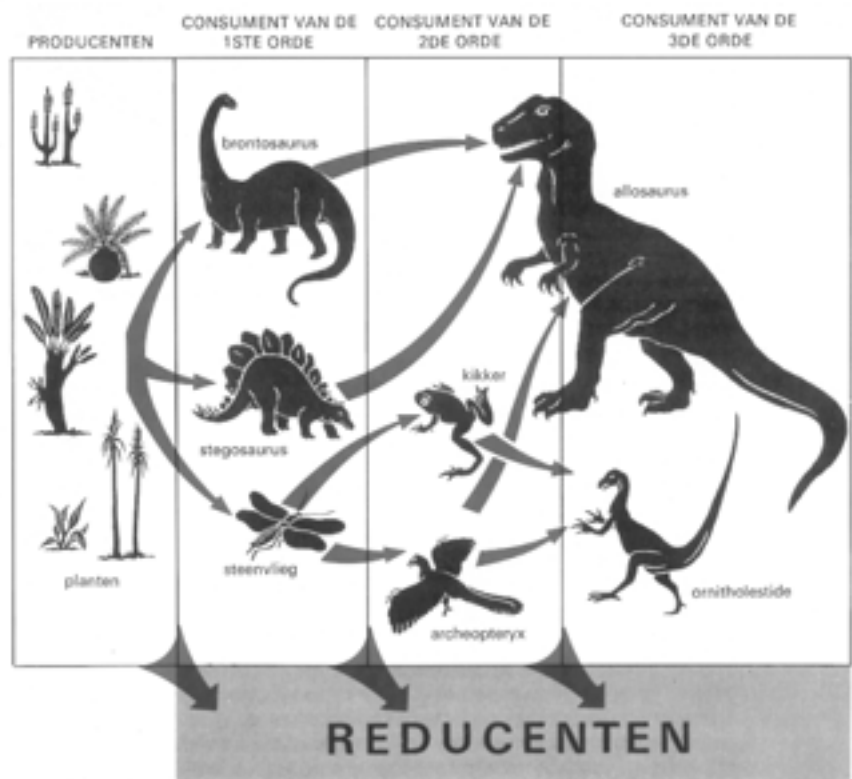
En kringloop is meer gesloten naarmate er veel van het materiaal binnen het ecosysteem blijft. In zo'n systeem worden weinig stoffen van buitenaf aangevoerd of naar buiten weggevoerd.

In een bos wordt slechts een fractie van het materiaal dat planten produceren door dieren opgegeten. De bladeren vallen af en worden verteerd. Het materiaal blijft op dezelfde plek aanwezig, er is weinig verplaatsing. Een belangrijk deel van de geproduceerde organische stof wordt in de stam van de bomen opgeslagen en komt pas vrij als die bomen afsterven. In een tropisch regenwoud zitten vrijwel alle voedingsstoffen opgeslagen in de bomen en bladeren. Deze verteren heel snel, waarbij voedingsstoffen vrij komen. Als zo'n bos gekapt wordt en het hout afgevoerd, blijft er vaak een onvruchtbare bodem achter.

In een open kringloop wordt veel materiaal verplaatst en/of vindt ophoping van organische stof plaats. In een graslandbegroeiing wordt het grootste deel van de plantenproductie door grote grazers opgegeten. Trekken die grazers weg dan verdwijnen daarmee die voedingsstoffen naar elders waar ze in de vorm van mest of dode kadavers terechtkomen.

Grote rivieren brengen zand en slib mee uit de bovenloop, dat door verwerking is vrijgekomen. Als een rivier bij hoog water buiten haar oevers treedt, bezinkt dit zand en slib. In ons land gebeurt dit in de uiterwaarden. Er vormt zich een kleilaag die voedselrijk is.

**Fig. 1.4**  
Kringlopen in Jurassic Park; in wezen is er weinig veranderd



## Schoolopdracht 1.1

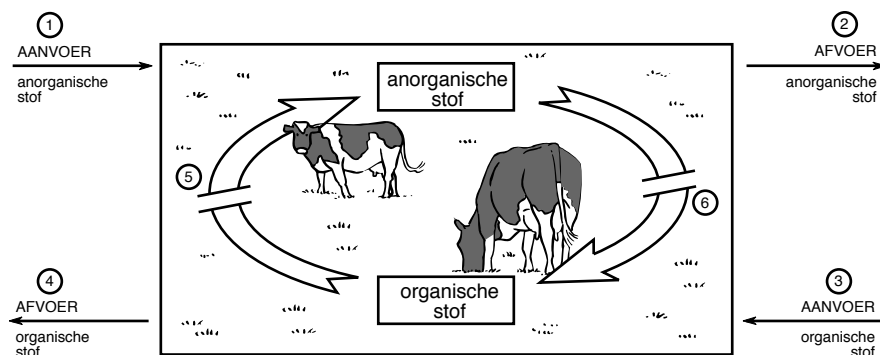


### Processen in ecosystemen

In figuur 1.5 zie je weiland met grazende koeien getekend als voorbeeld van een ecosysteem. Dit ecosysteem wordt begrensd door het getekende kader. Dit kader is het oppervlak van het weiland. Binnen dit ecosysteem bestaat een kringloop. De hoeveelheden aanwezige organische en anorganische stof kunnen veranderen door aanvoer en afvoer van stoffen en producten of door ophoping.

Deze aan- en afvoerprocessen worden aangegeven met de nummers 1 t/m 6.

**Fig. 1.5**  
Kringloop in een weiland met koeien



In onderstaand schema staan die 6 processen benoemd. Ernaast staan voorbeelden van processen die kunnen plaatsvinden.

a Geef aan welk voorbeeld bij welk proces hoort.

Proces	Voorbeeld
1 toevoer van anorganische stof	A maaisel verteert niet
2 afvoer van anorganische stof	B bemesting met kunstmest
3 toevoer van organische stof	C uitspoeling van kunstmest naar grondwater
4 afvoer van organische stof	D inscharing van vee
5 ophoping van organische stof	E afvoer van melk
6 ophoping van anorganische stof	F vertrappen van het gras door overbegrazing

- b Vergelijk dit ecosysteem (een weiland met koeien) met een natuurgebied waarin grote grazers als Schotse hooglanders zijn uitgezet.
- c Op welke onderdelen verschillen de processen 1 t/m 6?
- d Welk van de twee ecosystemen is meer open of gesloten? Waarom?

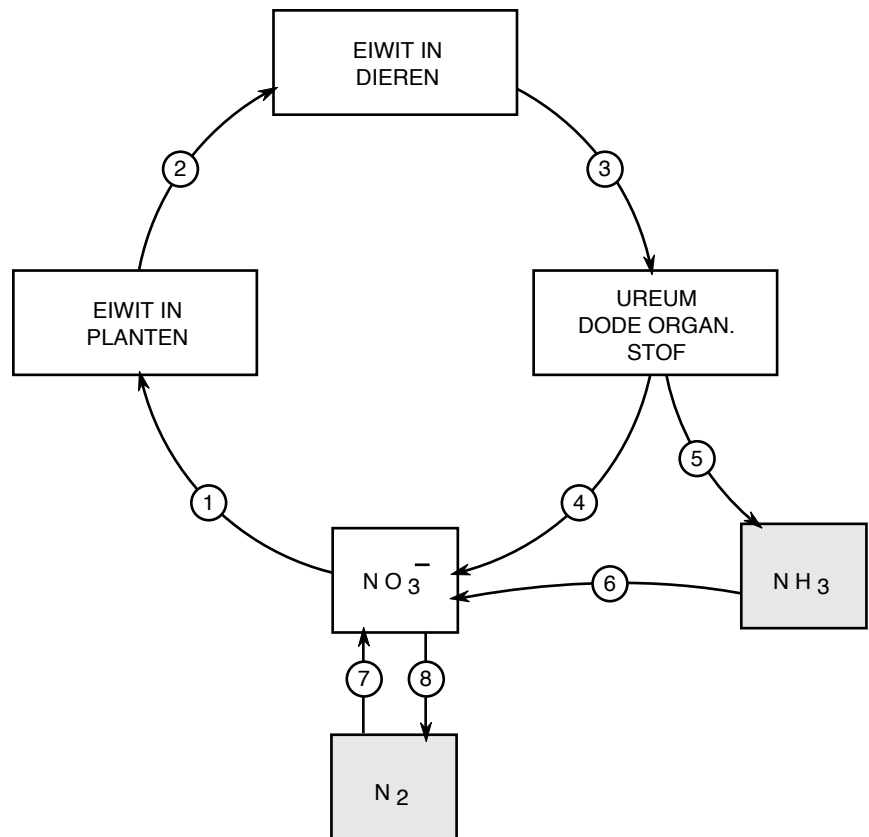
## Schoolopdracht 1.2



### Stikstofkringloop

In figuur 1.6 zie je een vereenvoudigde versie van de stikstofkringloop afgebeeld. Het geeft weer hoe het element stikstof binnen een ecosysteem wordt opgenomen en weer vrijkomt. Bestudeer deze kringloop en maak de bijbehorende vragen.

**Fig. 1.6**  
Vereenvoudigde  
stikstofkringloop



- Wat is de officiële benaming van de volgende scheikundige verbindingen:
  - N<sub>2</sub>
  - NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - NH<sub>3</sub>
- Welke van die stoffen is een gasvormige verbinding? Welke is opgelost in water?
- Geef aan welke van de volgende verbindingen organisch stoffen en welke anorganische stoffen zijn:
  - Eiwit
  - N<sub>2</sub>
  - NH<sub>3</sub>
  - ureum
  - NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - dode organische stof
- De genummerde pijlen tussen de stoffen geven de omzettingsprocessen weer. Geef aan welke nummer hoort bij de onderstaande omzettingsprocessen:
  - afbraak door schimmels en bacteriën;
  - opname door planten;
  - vervluchtiging van ammoniak;
  - nitrificatie;
  - dieren eten planten;
  - stikstofbinding door vlinderbloemige planten;
  - denitrificatie.
- Zoek in een naslagwerk gegevens op over de processen nitrificatie, denitrificatie en stikstofbinding. Vat de processen kort samen.

- f Met het schema van figuur 1.5 kun je ook de voedselproductie op een boerderij weergeven. Voorbeelden van eiwit in planten zijn gras, maïs en krachtvoer. Eiwit in dieren is vlees en melk van koeien. Ureum is een belangrijk deel van de uitwerpselen: mest en urine. Op welke manier is deze kringloop open, dat wil zeggen worden er stoffen van buiten aangevoerd, naar buiten afgevoerd of verdwijnen in water, bodem of lucht?
- g Noem drie milieuproblemen die hierdoor veroorzaakt worden.
- h Is het sluiten van kringlopen een oplossing voor deze problemen? Motiveer je antwoord.

## 1.2 Mensen als producent: Productie en afvalstromen

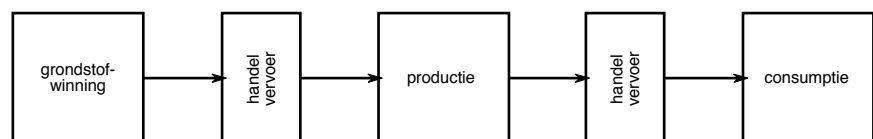
De mens bestaat als soort ongeveer één miljoen jaar. Aanvankelijk stond hij tussen de andere diersoorten op dezelfde trap in de voedselkringloop. Langzaam leerde hij naast voedsel andere energiebronnen aan te boren zoals hout, turf, steenkool en olie. Met deze enorme hoeveelheid energie heeft hij een andersoortige productie in gang gezet, waarmee de aarde enorm veranderde.

In ecologische zin is de mens altijd consument gebleven. Hij blijft voor zijn voedselvoorziening afhankelijk van organische stoffen die door dieren of planten gevormd zijn. In economische zin is de mens een producent en tegelijkertijd een consument: Hij brengt producten voort en gebruikt ze.

*productkolom*

In traditionele leerboeken economie vindt je die keten van productie en consumptie weergegeven in een *productkolom*. De grondstof ondergaat een aantal bewerkingen voor ze geschikt is voor consumptie. Tussen de verschillende stappen vindt handel en vervoer plaats. In figuur 1.7 vind je deze productkolom weergegeven.

**Fig. 1.7**  
Schema van een  
productkolom



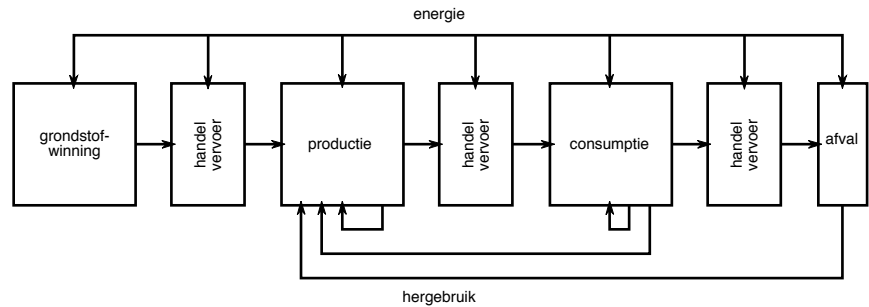
Vanuit milieukundig oogpunt heeft zo'n productkolom nogal wat tekortkomingen.

- De stroom gaat in één richting. Als de grondstoffen uitgeput zijn is er geen productie en consumptie meer mogelijk.
- Eén van de belangrijkste grondstoffen is energie. In ieder fase is energie nodig om productie en transportprocessen mogelijk te maken. Zonder die energie houdt de productie op. De belangrijkste energiebronnen die we nu gebruiken zijn van fossiele herkomst en eindig. Ze zijn ooit op. Dit dwingt ons ertoe andere energiebronnen zoals zonne-energie en wind beter te benutten en zuiniger om te gaan met bestaande energiebronnen.
- Bij iedere stap treden emissies op en komen afvalstoffen vrij. We spreken van *emissies* als stoffen in niet-grijpbare vorm vrijkomen: opgelost in afvalwater of afgevoerd met de lucht. Ze komen op een andere plek terecht en verstoren er ecologische processen. Ze zorgen vaak voor verontreiniging. *Afvalstoffen* zijn vast en dus grijpbaar. Zolang we ze op een afvalberg storten is het in feite verspilling van grondstoffen.



We kunnen met bovengenoemde bezwaren de productkolom verbeteren. We noemen het dan een productlevenscyclus. Deze is weergegeven in figuur 1.8

**Fig. 1.8**  
Verbeterde versie van de productkolom: de productlevenscyclus



Belangrijke verschillen tussen de productkolom (figuur 1.7) en productlevenscyclus (figuur 1.8) zijn:

- De stromen gaan in twee richtingen. Door hergebruik en recycling worden producten en stoffen teruggeleid om opnieuw gebruikt te worden.
- Er is aandacht voor energiegebruik in iedere schakel.
- De kolom eindigt niet met consumptie. De laatste schakel is de afvalfase. Door een betere kwaliteit van het product en door een product meer geschikt te maken voor hergebruik of recycling groeit de afvalberg minder snel en komen er minder stoffen vrij.

### Schoolopdracht 1.3



#### Vragen

- Wat is een productkolom?
- Noem drie belangrijke verschillen tussen een productkolom en een productlevenscyclus.
- Leg uit wat het verband is tussen uitputting van grondstoffen en het optreden van verontreiniging.

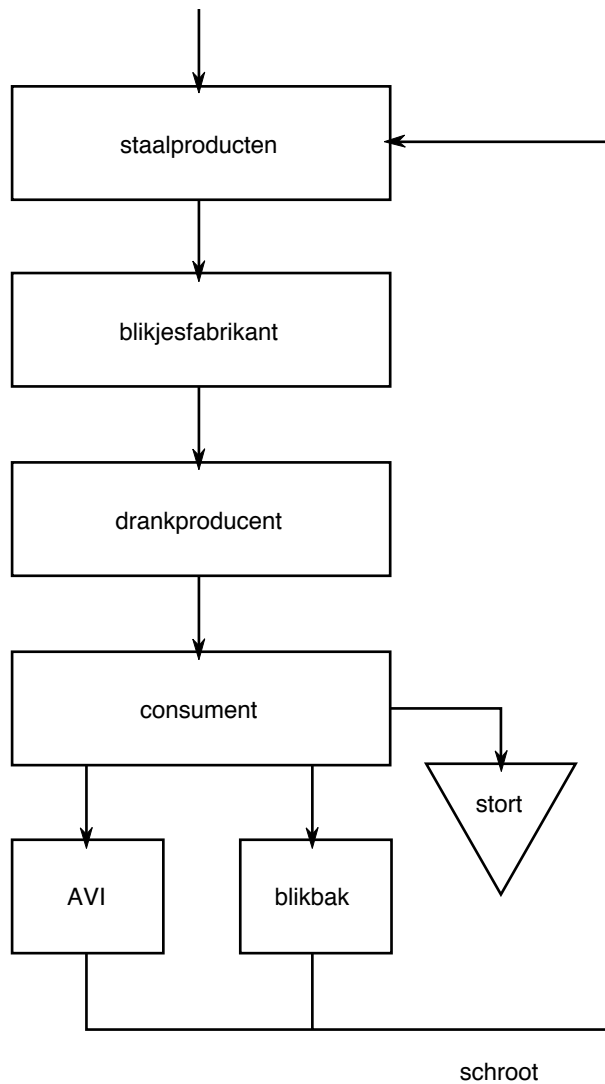
### Schoolopdracht 1.4



#### Frisdrank in een productieketen

Bestudeer het schema in figuur 1.9, waarin de productie van frisdranken in blik is afgebeeld. Beantwoord daarna de vragen.

**Fig. 1.9**  
 Schema van de productie  
 van frisdrank in blik



- In de tekst zijn vier fases genoemd in een productieketen. Noem deze. Welke fase ontbreekt er in figuur 1.9?
- Uit hoeveel stappen bestaat hier de productiefase?
- In de getekende kringloop ontbreken enkele onderdelen. Noem er twee.
- Teken dit schema ook voor een flesje frisdrank waarop statiegeld zit. Bij de productie van het flesje bestaat 60 % van de grondstof uit afgedankt glas uit de glasbak, 40 % bestaat uit kwartszand.
- Leg aan de hand van de voorbeelden blik en statiegeldflessen, het verschil uit tussen producthergebruik en materiaalhergebruik.

### Schoolopdracht 1.5 Van grondstof tot afval



In deze paragraaf is het verschil tussen een productkolom en een productlevenscyclus uitgelegd. Van een bepaald product ga je de productlevenscyclus in beeld brengen. Je gaat na via welke wegen het proces van grondstof tot afvalstof verloopt, en welke

---

emissies en afvalstromen daarbij ontstaan. Je gaat na op welke manier emissies en afvalstromen nu al verminderd worden en of je nog meer mogelijkheden voor vermindering ziet.

Tijdsduur  
2 uren

### ***Benodigheden***

- rol behangpapier;
- viltstiften in verschillende kleuren;
- afbeeldingen uit tijdschriften, kranten en dergelijke;
- informatie uit de mediatheek.

### ***Werkwijze***

- 1 Werk in groepjes van 3 of 4 personen. Kies samen een product. De voorbeelden moeten niet te ingewikkeld zijn. Een voedingsartikel, gemaakt uit één grondstof (chips, melk, erwten) met daaromheen een verpakking.  
Voorbeelden van producten kunnen zijn:
  - een pak melk;
  - een plastic bakje met frites;
  - een blik doperwtjes, enzovoorts.
- 2 Ga na in hoeveel stappen de productie plaatsvindt, zowel van de inhoud als van de verpakking. Zet deze in een schema als bij de productlevenscyclus.
- 3 Verdeel de taken binnen je groep zodanig dat ieder groepslid één of meerdere stappen uit de keten nader bestudeert.
- 4 Per productiestap geef je aan de bovenzijde de belangrijkste inputstromen en aan de onderzijde de emissie- en afvalstromen weer. Je onderzoekt in hoeverre deze weer teruggeleid worden in de productieketen.
- 5 Geef aan welke mogelijkheden je ziet tot vermindering van afvalstoffen in de keten.

### ***Verwerking***

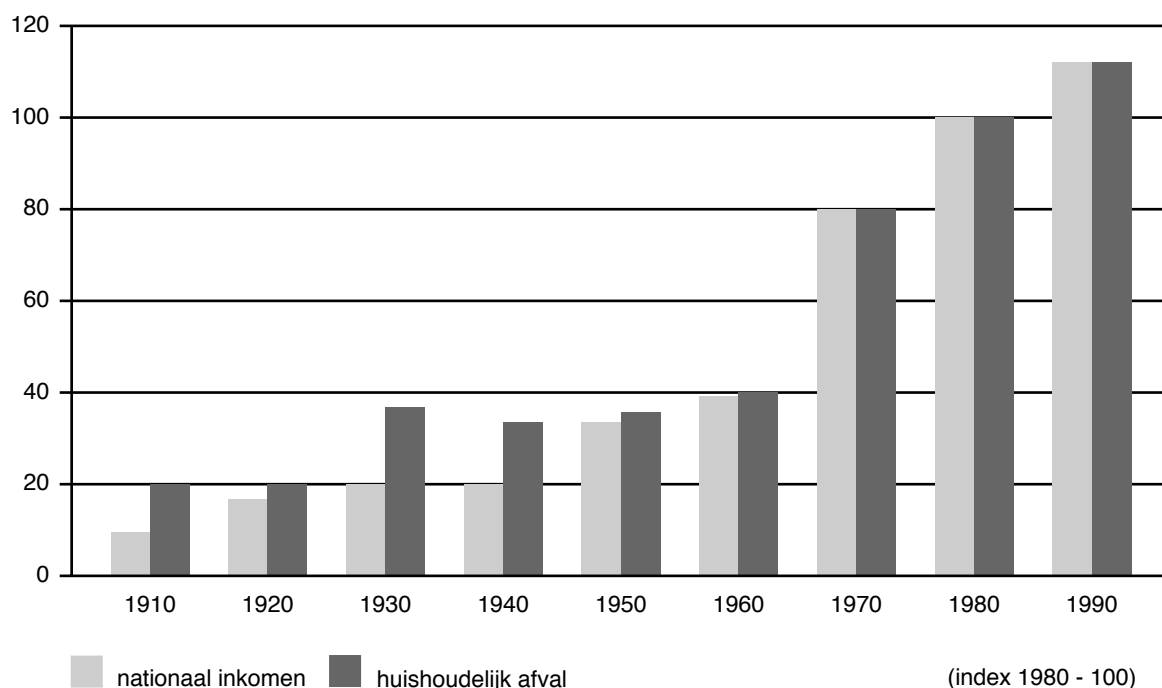
- a Als je dit in klad hebt uitgewerkt, verwerk je de resultaten in de vorm van een muurkrant. Let daarbij vooral op duidelijkheid en lettergrootte, zodat hij in de klas goed leesbaar is.
- b De muurkranten worden in de klas opgehangen en worden beoordeeld op informatieve waarde, duidelijkheid en creativiteit. In overleg met de docent worden enkele of alle muurkranten door de groep toegelicht.

## **1.3 Bergen aan zee**

Nederland, het vlakke landje bij de zee. Jammer dat het in ons land zo weinig sneeuwt. We zouden dan behalve schaatskampioenen misschien ook ski-kampioenen kunnen toejuichen. De 'bergen' liggen er al, een 1000-tal voormalige stortplaatsen verspreid over ons land. In 1995 waren er nog 46 in gebruik. De rest is vol of afgedankt. Sommigen veroorzaken nog veel onrust. In het verleden zijn er giftige stoffen gestort

en deze lekken langzaam naar de ondergrond en het grondwater. Meestal zijn ze netjes afgedekt en beplant, voor iets anders zijn ze niet geschikt. Of toch? Een enkeling is omgetoverd tot borstelbaan.

In de grafiek van figuur 1.10 zie je de toename van de hoeveelheid huishoudelijk afval in deze eeuw. Vooral sinds de jaren zestig zie je een enorme toename.



**Fig. 1.10** Groei van het nationaal inkomen en de hoeveelheid huishoudelijk afval

Tussen 1960 en 1990 is de productie bijna verdrievoudigd. In de grafiek zie je dat de stijging gelijke tred houdt met de ontwikkeling van het nationaal inkomen. De bevolking groeide in die periode ook, maar minder sterk; van 11 miljoen naar ongeveer 16 miljoen mensen.

Daarbij moet je bedenken dat huishoudelijk afval nog maar een klein deel van de totale afvalberg omvat. Op dit moment komt er jaarlijks zo'n 51 miljoen ton afval vrij. Dierlijke mest, baggerslib en verontreinigde grond zijn daarbij niet meegerekend. De belangrijkste stromen zijn in figuur 1.11 weergegeven.

**Fig. 1.11**  
Herkomst van de  
jaarlijkse hoeveelheid  
afval

HERKOMST	OMVANG IN MILJ. TON
industrieel afval	9
bouw- en sloopafval	13
huishoudelijk afval	7
overig	12
<b>TOTAAL</b>	<b>51</b>

---

## Oorzaken

Als oorzaak van deze groei hebben we al twee belangrijke factoren aangewezen: de toename van de welvaart en de bevolkingsgroei.

Daar komt een derde factor bij: doorbraken in technische ontwikkelingen, bijvoorbeeld chemie en computers.

Deze drie ontwikkelingen hebben ervoor gezorgd dat er nogal wat veranderd is in vergelijking met 50 jaar geleden.

- Er zijn veel meer producten op de markt en hetzelfde geldt voor verpakkingsmaterialen.
- Producten hebben als gevolg van veranderingen in mode en smaak een veel kortere levensduur gekregen.
- Onder invloed van de ontwikkelingen in de chemie zijn sinds het begin van deze eeuw veel nieuwe stoffen ontwikkeld. Een belangrijk deel ervan heeft als vervelende eigenschap dat ze niet of moeilijk afbreekbaar zijn.
- Mensen anders zijn gaan leven. Bijvoorbeeld door de toename van de individualisering. Vijftig jaar geleden leefden de meeste mensen in gezinsverband. Tegenwoordig wonen er veel meer mensen alleen. Ook is in veel huishoudens de huiskamer niet meer de centrale plek in het huis. Was vroeger voor vier of vijf mensen 1 televisietoestel voldoende, nu staan daar vaak drie tv-toestellen voor aan.

Een andere reden voor de toename van de berg afval is dat veel stoffen of producten die vrijkomen geen gebruikswaarde meer hebben, terwijl ze vroeger wel nuttig gebruikt werden. In de jaren zestig bewaarden mensen nog op grote schaal hun groente- en fruitafval en gaven het mee aan de schillenboer. Deze verkocht het vervolgens aan de varkensboer. Dit is om allerlei redenen in onbruik geraakt, waardoor een nieuwe afvalfractie ontstond. Hoe huishoudelijk afval tegenwoordig is samengesteld zie je in figuur 1.12 afgebeeld.

**Fig. 1.12**  
Samenstelling van  
huishoudelijk afval



*afval* Afval kun je als volgt omschrijven:  
Stoffen of producten, die op een bepaald moment geen gebruikswaarde meer hebben en waarvan de houder zich wil ontdoen.

---

Afvalslib van een zuiveringsinstallatie werd enkele jaren geleden nog als meststof gebruikt in de landbouw. Het werd daarom niet als afvalstof beschouwd. Omdat in het slib stoffen kunnen voorkomen die de bodem verontreinigen, mag het als gevolg van de huidige milieuwetgeving niet meer als meststof gebruikt worden. Daarmee verviel de gebruikswaarde en is het een afvalstof geworden.

### **Gevolgen**

In het voorgaande heb je kunnen zien dat verschillende oorzaken geleid hebben tot een sterke groei van de hoeveelheid afval. Deze groei veroorzaakt een aantal milieuproblemen. De milieuproblemen die door afvalstoffen veroorzaakt worden kun je in drie groepen verdelen.

#### ***Aantasting***

Het storten van afval neemt veel ruimte in beslag. Zoals we gezien hebben is die ruimte na de stort voor weinig ander doeleinden geschikt te maken. In een dichtbevolkt land als Nederland wordt de ruimte steeds schaarser.

#### ***Verontreiniging***

Bij het verwerken van afval kunnen stoffen vrijkomen welke water, bodem en lucht verontreinigen. Er kunnen stoffen naar het grondwater weglekken, als de bodem waarop gestort is niet goed is afgedicht. Ook kunnen van stortplaatsen en verbrandingsinstallaties schadelijke gassen ontwijken.

#### ***Uitputting***

In alle afvalstoffen zijn grondstoffen verwerkt. Vroeg of laat zullen deze opraken.

### **Schoolopdracht 1.6**



#### **Vragen**

- In figuur 1.12 is de samenstelling van het huishoudelijk afval afgebeeld voordat het wordt gescheiden. Tegenwoordig wordt een groot deel van het huishoudelijk afval gescheiden ingezameld en hergebruikt. Maak een tabel met vier kolommen. In de eerste kolom rangschik je de afvalfracties naar afnemend percentage. In kolom twee vermeld je voor iedere fractie het percentage. In kolom drie geef je aan of die fractie gescheiden wordt ingezameld (ja/nee) en in kolom vier geef je de bestemming van die fractie weer.
- Bereken hoeveel procent van de totale hoeveelheid niet wordt hergebruikt. Vind je dit veel of weinig? Waarom?  
Zie je mogelijkheden om een nog groter deel te hergebruiken?
- Tegenwoordig mag huishoudelijk afval niet meer gestort worden, maar moet het verbrand worden. Welke voordelen heeft dit ten opzichte van storten?

## **1.4 Afsluiting**

Eén van de kenmerken van een ecosysteem is dat er kringlopen binnen het systeem bestaan. Hierbij worden stoffen uit de omgeving (bodem, water en lucht) opgenomen en omgezet in organische stof. Door afbraak (verbranding) van deze organische stof komen die stoffen weer terug in de omgeving.

---

Honderd procent gesloten kringlopen komen niet voor. Een oorzaak daarvan is dat afvalstoffen zich kunnen ophopen, omdat ze niet worden afgebroken. Ook worden stoffen van buitenaf aangevoerd met wind en water of afgevoerd naar elders.

Productieprocessen in onze maatschappij kun je vergelijken met de productie in ecosystemen. Grondstoffen worden omgezet in producten en deze kunnen weer worden gerecycled tot grondstoffen. Hoe beter deze kringlopen gesloten zijn, hoe kleiner de kans is dat grondstoffen uitgeput raken en hoe minder verontreiniging er optreedt. Kortom het voorkomen van het ontstaan van afval en bevordering van hergebruik is vanuit milieukundig oogpunt het beste alternatief.

In de afgelopen 10 jaar is onze omgang met afval sterk veranderd. Op grote schaal worden producten hergebruikt en materialen gerecycled.

De plastic vuilniszak is ingeruild voor een batterij aan containers, glasbollen en chemoboxen, waarin huishoudelijk afval gescheiden wordt ingezameld om te kunnen hergebruiken.

Stortplaatsen zijn in hoog tempo gesloten, voor veel fracties waaronder huishoudelijk afval geldt een stortverbod. Het grootste deel van het huishoudelijk afval wordt nu verbrand. Er gelden strenge normen om de uitstoot van schadelijke stoffen tot een minimum te beperken.

Bij de sanering van een voormalige stortplaats in Arnhem uit de jaren 50 en 60 is de hele afvalberg op de schop genomen. Zaken als puin en ferro-metalen zijn alsnog verwijderd en gerecycled. De rest is gecontroleerd gestort. De berg werd een bergje.

**Fig. 1.13**

Stortplaats nabij Arnhem  
na sanering



### Schoolopdracht 1.7



#### Een stad als ecosysteem

In figuur 1.5 is een weiland met koeien afgebeeld. Daarin is de kringloop van stoffen aangegeven en hoe door invoer van buitenaf, door afvoer en door ophoping de hoeveelheden kunnen veranderen.

- Teken een zelfde schema als in figuur 1.5, waarbij het ecosysteem een stad is. In die stad worden grondstoffen (=anorganische stof) omgezet in producten (=organische stof) en omgekeerd worden producten gerecycled tot grondstoffen.
- Bedenk daarbij zelf voorbeelden van de zes processen die genoemd zijn in figuur 1.5.
- Is deze kringloop open of gesloten? Leg je antwoord uit.

## 2 Afval ingedeeld

### Oriëntatie

Zolang je afval op een grote berg stort is het niet interessant om afval verder in te delen. Troep is troep, afval is afval. Pas als je bepaalde stoffen apart wilt houden, wordt een indeling belangrijk. Dit scheiden van afval kan om verschillende redenen gebeuren. Soms willen we grondstoffen terugwinnen, in andere gevallen willen we voorkomen dat schadelijke stoffen bij het overige afval terechtkomen. In dit hoofdstuk komen allerlei manieren om afvalstoffen in te delen aan de orde.

### Leerdoelen

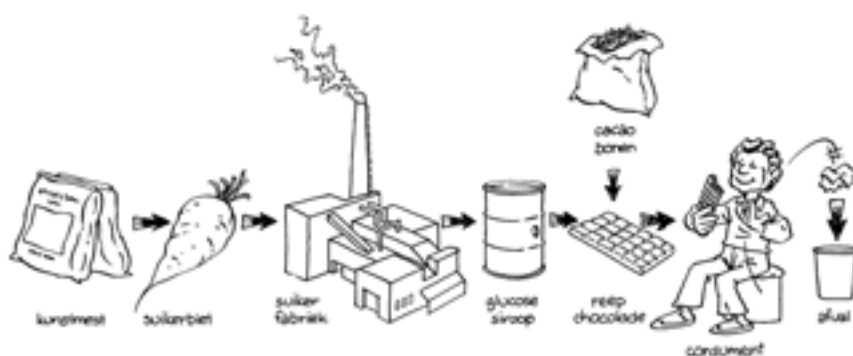
Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- aangeboden materialen en producten indelen naar herkomst ;
- afvalstromen indelen naar bestemming.

### 2.1 Bronnen van afval - de afvalproductieketen

Je koopt een reep chocola. Het vaste afval dat ontstaat, de wikkel, werp je met een wel gemikte gooi, keurig in de afvalbak. Mag het zilverpapier trouwens wel in de papierbak? Deze reep kwam waarschijnlijk in een doos verpakt in de winkel aan. Bij de groothandel werd vanuit de fabriek een pallet dozen aangeleverd, omwikkeld met krimpfolie. De fabriek ontving de grondstoffen zoals glucose en cacao in bulkverpakking, glucosestroop bijvoorbeeld in vaten. Tijdens de productie komen er ook allerlei afvalstromen vrij, zoals restanten uit de mengkuip, verliezen van de productielijn, afgekeurde en/of gebroken producten. Glucosestroop wordt gemaakt in een suikerfabriek uit suikerbieten. Deze worden vaak per schip aangevoerd en daarna gewassen. Zand en slib is daarbij een grote afvalfractie. Bij de glucoseproductie ontstaat o.a. bietenpulp als vaste afvalstof. De boer gebruikt voor de productie van bieten o.a. kunstmest, aangevoerd in plastic zakken. Bij de oogst zijn de bovengrondse gewasresten op het land achtergebleven.

**Fig. 2.1**  
Chocoladereep, van  
grondstof tot afval





---

Afval zoals dat in de bovenstaande beschrijving ontstaat, kun je op allerlei manieren indelen.

## **Ontstaanswijze**

Je kunt kijken naar de ontstaanswijze. Een gehanteerde indeling is het onderscheid tussen procesafval, verpakkingsafval en productafval.

- procesafval* *Procesafval* komt vrij tijdens de productie. Vaak komt procesafval in een vrij zuivere vorm vrij en kan het, zolang het maar niet met andere afvalstoffen vermengd raakt, worden hergebruikt. In het bovenstaande voorbeeld kan bietenpulp tot veevoer worden verwerkt. Afgekeurde en gebroken repen kunnen misschien wel opnieuw worden omgesmolten. Procesafval kan ook gevaarlijk afval zijn. Om de omvang van deze afvalstroom in te perken is het belangrijk dat je ervoor zorgt dat deze stroom niet vermengd raakt met niet-gevaarlijk afval.
- verpakkingsafval* *Verpakkingsafval* komt in alle stappen van grondstof tot en met afval vrij. We onderscheiden de volgende begrippen.
- Verkoopverpakkingen: dit is de verpakking om het consumentenproduct;
  - Verzamelverpakkingen: de verpakking die een aantal verpakte producten bevat of omsluit;
  - Verzendverpakkingen: de verpakking welke zo is ontworpen dat het verladen en vervoer van een aantal producten of verzamelverpakkingen wordt vergemakkelijkt.
- De belangrijkste verpakkingsmaterialen zijn papier en karton, kunststof, glas en blikjes. Indien ze gescheiden worden, kunnen ze voor een groot deel worden hergebruikt.
- productafval* Tot *productafval* behoren producten die na consumptie in de afvalfase belanden. Voor allerlei producten gelden aparte regelingen met betrekking tot de inzameling en verwerking, onder meer voor autowrakken, batterijen en wit- en bruingoed (elektrische en elektronische apparaten). Producten zijn meestal samengesteld uit een veelheid van materiaalsoorten. Goede demontagemogelijkheden bevorderen het hergebruikpercentage. De laatste jaren zijn er veel bedrijven ontstaan die zich specialiseren in de demontage van allerlei producten.
- bouw- en sloopafval* *Bouw- en sloopafval* kun je beschouwen als een vorm van procesafval: afval dat vrijkomt bij de bouw of sloop van een gebouw. Vanwege wettelijke regels mag dit afval niet meer gestort worden. Logisch als je bedenkt dat er jaarlijks 13 miljoen ton vrijkomt. Ondertussen wordt 90% van dit afval hergebruikt. Daarvoor wordt het wel zoveel mogelijk gescheiden in verschillende afvalfracties. De categorie bouw- en sloopafval bestaat uit fracties als puin, hout en metalen.
- ziekenhuisafval* *Ziekenhuisafval* wordt als een aparte categorie afval ingezameld. Niet al het afval dat in een ziekenhuis ontstaat, hoort erbij. Etensresten en papierafval onder andere niet. De specifieke categorie omvat al het materiaal met besmettingsrisico's en microbiologische risico's. Het komt vrij bij behandeling en operatie van patiënten. Het wordt in plastic vaatjes verpakt. De eenmaal gesloten vaatjes zijn niet meer te openen en worden in zijn geheel verbrand in een speciaal daarvoor ingerichte verbrandingsoven.

*bedrijfsafval  
huishoudelijk afval*

## Herkomst

Je kunt ook indelen op basis van herkomst. In de wetgeving is het onderscheid tussen *bedrijfsafval* en *huishoudelijk afval* belangrijk. Huishoudelijk afval wordt officieel omschreven als al het afval dat afkomstig is van particuliere huishoudens, met uitzondering van afvalwater en autowrakken. Het onderscheid is alleen al van belang omdat de gemeente verantwoordelijk is voor de inzameling van huishoudelijk afval en daarvoor ook de regels opstelt. Bedrijven moeten zelf zorgen voor de inzameling van hun afvalstoffen, de regels worden door de provincie opgesteld.

### Schoolopdracht 2.1



#### Een huis van klei

Bakstenen worden gemaakt van klei. De klei wordt op een steenfabriek gebakken tot stenen en verpakt op pallets met krimpfolie, verstevigd door stalen banden. Deze pallets komen bij de groothandel, een handelaar in bouwmaterialen. Door de aannemer worden ze met cement verwerkt tot een huis.

De afvalfracties die op verschillende plekken in de keten ontstaan zijn:

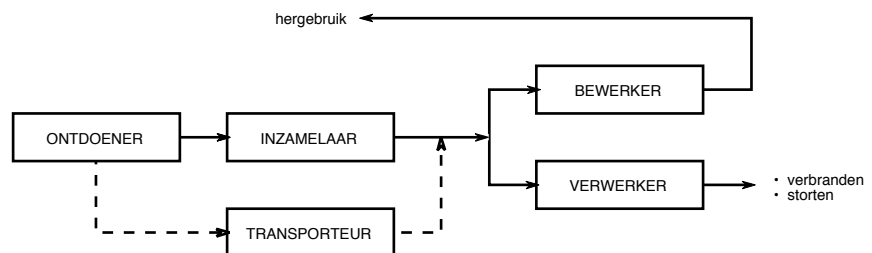
- gebroken stenen;
- restanten klei die naast bakvormen zijn beland;
- kapotte pallets;
- lege cementzakken;
- krimpfolie;
- afgekeurde klei, vanwege veenresten;
- cementresten;
- stalen banden;
- afgekeurde stenen, misbaksels.

- a Teken de keten en geef aan waar welke afvalstoffen vrijkomen.
- b Welke fracties behoren tot het verpakkingsafval? Deel ze verder in naar verzendverpakking, verzamelverpakking of productverpakking.
- c Welke fracties kun je hergebruiken? Maak een onderscheid tussen producthergebruik en materiaalhergebruik.

## 2.2 Bestemming van afval - de afvalverwijderingsketen

*delfstof* Zoals bij de productie van goederen een hele keten van bedrijven is ontstaan die samenwerken om een product van *delfstof* tot bij de consument af te zetten, zo is ook aan de schaduwwijde een hele keten van bedrijven ontstaan die het afval verwerken.

**Fig. 2.2**  
Afvalverwijderingsketen



---

## Afval verwijderen

In figuur 2.2 zie je de keten voor het verwijderen van afval. We lichten kort de rol van iedere partij uit de keten toe.

### **Ontdoener**

Dit is degene afval afgeeft aan een inzamelaar, bewerker of verwerker.

### **Inzamelaar**

Vergunninghouder die het afval ophaalt bij ontdoeners. De inzamelaar wordt juridisch gezien eigenaar van het afval. Vanaf de poort is hij verantwoordelijk tot de poort van de bewerker of verwerker.

*route-inzameling* Als het afval op verschillende adressen ingezameld wordt en met elkaar vermengd raakt, spreken we van *route-inzameling*.

### **Bewerker of verwerker**

Bedrijf dat afval in ontvangst neemt ter bewerking of verwerking.

*bewerking* Onder *bewerking* verstaat men activiteiten als opslag, overslag, sorteren /scheiden, verkleinen, breken hergebruik en recycling.

*verwerking* Onder *verwerking* verstaat men activiteiten waarbij afval definitief verwijderd wordt. Dit komt neer op storten of verbranden.

### **Vervoerder**

De vervoerder is een bedrijf dat in opdracht van de ontdoener afval ophaalt en transporteert naar een door de opdrachtgever aangewezen bewerker of verwerker. De transporteur wordt juridisch geen eigenaar van het afval.

In verband met de inzameling en verwerking kan afval ingedeeld worden naar eigenschappen en verwerkingswijze.

## Eigenschappen

*grof huishoudelijk afval* Uit de definitie van huishoudelijk afval volgt dat ook grotere bestanddelen zoals koelkasten, vloerbedekking, meubelen, tuinafval en verbouwingsafval tot het huishoudelijk afval behoren. Men duidt ze vaak aan met de categorie *grof huishoudelijk afval*. Dit grof huishoudelijk afval wordt anders ingezameld dan de rest van het afval, omdat het niet in de container past.

Vloeistoffen worden apart opgeslagen in vaten en dergelijke. Deze eigenschap van de stof, namelijk dat het vloeibaar is, is een reden om het apart in te zamelen en op te slaan.

*gevaarlijk afval* Tussen bedrijfsafval kan gevaarlijk afval aanwezig zijn. *Gevaarlijk afval* is een categorie afvalstoffen die bij de verwerking gevaren voor gezondheid en/of milieu oplevert en apart verwerkt moet worden. De aanwijzing welke stoffen ertoe behoren is te vinden in het BAGA (Besluit Aanwijzing Gevaarlijke Afvalstoffen). Vaak is de samenstelling van het afval, zoals de concentratie van een aanwezige stof, bepalend of het bedrijfsafval of gevaarlijk afval is. Gevaarlijk afval moet apart worden gehouden van het overig afval.

---

## Verwerkingswijze

Vooral de verwerkingswijze is een belangrijke basis voor de indeling van afvalstoffen. Om een zo zuiver mogelijke fractie te krijgen, zodat het afvalproduct gerecycled kan worden, hanteert men zoveel mogelijk het principe van 'scheiden bij de bron'. Men bedoelt ermee dat afval gescheiden wordt, daar waar het ontstaat. Binnen huishoudelijk afval worden de volgende fracties om die reden apart ingezameld:

- groente- fruit- en tuinafval (GFT);
- papier en karton;
- eenmalig glas;
- klein chemisch afval (KCA).

### Schoolopdracht 2.2



#### Vragen

- Er worden in dit hoofdstuk vier criteria genoemd om afval in te delen. Benoem deze vier criteria.
- Plaats de volgende begrippen in de goede volgorde: Verwerker, ontdoener, inzamelaar.
- Bij een controle op een stortplaats blijkt tussen bedrijfsafval, afkomstig van kantoren ook gevaarlijk afval aanwezig te zijn in de vorm van printer-cartridges. De partij blijkt te zijn ingezameld tijdens een route-inzameling. Op basis van welke regeling is een partij gevaarlijk afval?
- Wie is er in overtreding: de ontdoener of de inzamelaar?
- Hoe ligt de verantwoordelijkheid als deze partij door een transporteur was aangeboden?

## 2.3 Afsluiting

Er zijn veel manieren om afval in te delen. Deze indeling loopt ook nog vaak door elkaar heen.

Zo hanteert de overheid in de wet die de verwijdering van afval regelt, de Wet Milieubeheer, 5 afvalcategorieën. Deze categorieën zijn:

- huishoudelijk afval;
- bedrijfsafval;
- gevaarlijk afval;
- autowrakken;
- afvalwater.

Zoals je ziet is de indeling deels gebaseerd op herkomst, deels op eigenschappen. De grond voor deze indeling is dat voor elke categorie aparte regels over inzameling en verwerking bestaan.

### Schoolopdracht 2.3



#### Afval en afval

Eén van de problemen waar je met afval tegenaan loopt is het indelen van de diverse afvalstromen. Met deze opdracht leer je het afval in een afvalbak op verschillende manieren in te delen.

Tijdsduur

Meting: 1 uur

Vorbereiding en verwerking: 1 uur

---

### **Benodigheden**

Per groep van 3-4 personen heb je nodig:

- een afvalbak, uit de kantine of klaslokalen;
- rubber handschoenen;
- bovenweger;
- pincet;
- vuilniszakken of plastic zakken.

### **Werkwijze**

- 1 Werk in groepen van 3 tot 4 deelnemers. Maak een taakverdeling: 1-2 sorteerders, 1 weger en 1 schrijver. Maak ook afspraken over de taakverdeling bij de verwerking van de gegevens.
- 2 Spreid de inhoud van de afvalbak uit op de vuilniszakken.
- 3 Proef 1: Voer een scheiding van het afval uit op basis van de materialen waaruit het afval bestaat. Weeg de verschillende fracties. Noteer je resultaten in een overzichtelijke tabel.
- 4 Proef 2: bedenk zelf een andere indelingsmethode. Scheid het afval op basis van die methode en weeg de fracties opnieuw. Noteer je resultaten.
- 5 Ruim het afval op volgens de regels die op jouw school bestaan.

### **Verwerking**

Maak een verslag met de volgende indeling.

- Inleiding: geef het doel van het onderzoek aan;
- Werkwijze: beschrijf hoe je te werk bent gegaan;
- Resultaat: verwerk je resultaten tot 2 overzichtelijke tabellen, waarbij je vermeld:
  - de naam van de fractie;
  - het gewicht van de fractie;
  - het procentuele aandeel van de fractie.

Maak twee grafieken waarbij je de procentuele verdeling overzichtelijk weergeeft.

- Conclusies: trek een conclusie met betrekking tot moeilijkheden met de gehanteerde indelingen. Is dit afval in de samenstelling die je aantreft goed te hergebruiken? Als je verbeterpunten ziet, geef die dan aan.

---

## 3 Afval gesorteerd

### Oriëntatie

Deze foto is gemaakt op een stortplaats in de buurt van Manilla op de Filippijnen. Ze zou echter op heel veel plaatsen in de Derde Wereld gemaakt kunnen zijn. Voor heel wat mensen is dit hun -buitengewoon ongezonde - dagelijks bestaan. Afval sorteren krijgt zo wel een letterlijke betekenis.

**Fig. 3.1**  
*Leven op de afvalberg*



### Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- uit een partij afval, veel voorkomende materialen herkennen en benoemen en daarvan de herkomst en bestemming aangeven;
- bovengenoemde materialen verder onderverdelen;
- aangeven welke fysisch-chemische factoren van belang zijn voor opslag en verwerking van afvalstoffen;
- van verschillende afvalstoffen de belangrijkste fysisch-chemische eigenschappen vaststellen.

---

## 3.1 Metalen

Hergebruik van metalen is niets nieuws. Evenmin als die van papier en textiel. De lompenboer, schillenboer en schroothandelaar waren beroepen die al lang bestonden. Doordat de verwerking steeds grootschaliger plaatsvindt, zijn deze beroepen langzaam aan het uitsterven.

### Soorten metalen

Metalen zijn er in een grote verscheidenheid. We passen ze zowel in zuivere vorm toe, zoals het kwik in oude thermometers, als in mengvorm. Metaalproducten die uit meerdere metalen zijn samengesteld noemen we *legeringen*. Brons is een mengsel van koper en tin. Een mengsel van lood en tin wordt in dunne draadjes als soldeer verkocht. Mengsels van metalen en niet-metalen zoals ijzer en koolstof worden *composieten* genoemd.

De zuivere metalen worden in drie hoofdgroepen onderscheiden: de edelmetalen, de ferro-metalen en de non-ferrometalen.

#### Edelmetalen

Tot deze groep behoren het bekende goud, platina en zilver, maar ook minder bekende metalen als palladium, rhodium en ruthenium. Kenmerkend voor edelmetalen is, dat ze nauwelijks of niet reactief zijn. Vandaar dat ze in de natuur ook vaak in hun zuivere vorm te vinden zijn.

Het feit dat ze niet of nauwelijks reageren met andere stoffen is ook de reden dat ze in kleine hoeveelheden voor heel speciale doelen gebruikt worden. Elektrodes zijn nogal eens van edelmetalen gemaakt, sommige computeronderdelen bestaan eruit, maar ook in de katalysator van auto's kun je ze vinden.

Omdat de handelsprijs ervan zeer hoog is, worden ze in de regel snel uit een afvalstroom verwijderd.

#### Ferrometalen

Dit zijn de ijzerhoudende metalen. Zeg maar blik en staal. IJzer wordt gewonnen uit ijzerertsen. Bekende ertsen zijn magneetijzersteen (ijzeroxide), pyriet (ijzersulfide) en ijzeroer (ijzerhydroxide). IJzer is makkelijk te bewerken. Een nadeel van ijzer is dat het onbehandeld niet lang meegaat als gevolg van roestvorming.

IJzer wordt vooral veel gebruikt als constructiemateriaal (van bruggen tot auto's) en voor verpakkingen (blikjes, kroonkurken). Dit gebeurt veel in de vorm van *staal*. Staal is een vorm van ijzer waarvan de stevigheid en de levensduur verhoogd is door bijmenging van kleine hoeveelheden andere metalen en koolstof. Er zijn heel veel soorten staal. Aan roestvrij staal is metallisch chroom toegevoegd. Het bestaat voor 10-20% uit chroom.

Soms worden ferrometalen gecoat (letterlijk: van een jasje voorzien) met non-ferrometalen. Dit gebeurt om roestvorming tegen te gaan of vanwege het uiterlijk. Alles wat moet blinken wordt verchromd. Blik is gemaakt van plaatstaal voorzien van een laagje tin. Bij drankblikjes wordt dit materiaal steeds meer verdrongen door aluminium 'blikjes'.

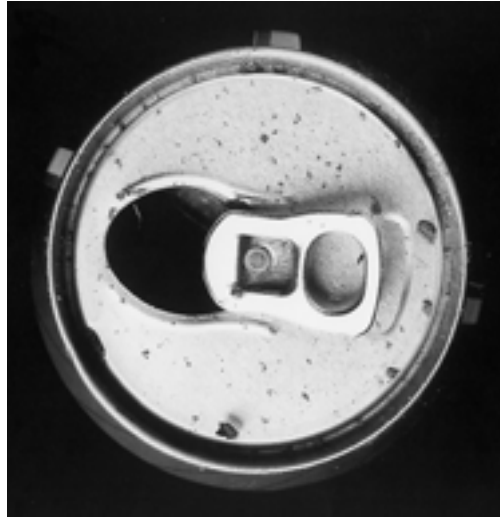
De waarde van ferro-metalen in de afvalhandel is geringer dan die van de beide andere groepen: hooguit een paar dubbeltjes per kilogram.

### **Non-ferrometalen**

Dit zijn de niet-ijzerhoudende metalen met uitzondering van de edelmetalen. Dit zijn dus alle andere metalen behalve de ijzerhoudende. Voorbeelden zijn koper, aluminium, lood, nikkel, chroom, tin en zink. De reactie met zuurstof is er wel, maar beperkt zich meestal tot een dun oppervlaktelaagje. Ook de non-ferrometalen komen in de natuur vrijwel uitsluitend als erts voor, dus als verbinding. Bekend is vooral het aluminiumerts, het bauxiet. Het vrijmaken van het zuivere metaal uit een erts kost vaak veel energie. Aluminium zuiveren uit bauxiet spant wat dit betreft de kroon.

**Fig. 3.2**

*Steeds meer blikjes worden van aluminium gemaakt.*



De toepassingen van al deze metalen zijn vrijwel onbeperkt. Zo dient een groot aantal ervan als basismateriaal voor gebruiksvoorwerpen (pannen, bakken en potten), voor lichte constructies (regengoten, vliegtuigplaatwerk en trappen) of voor elektrische geleiding (koperdraad).

Deze metalen zijn in het algemeen waardevoller dan ijzer. In de afvalhandel zijn ze beduidend meer waard dan de ferrometalen: enkele guldens per kilo komt voor. Dit is de reden bijvoorbeeld dat kabelbranden, afgezien van de enorme vervuiling, een lucratieve bezigheid is.

#### **Zware metalen - giftig, schaars en zwaar**

Veel metaalsoorten behoren tot de groep van zware metalen. Onder andere kwik, koper, cadmium, lood, zink, chroom worden er toe gerekend. De meeste van deze stoffen zijn schadelijk voor de gezondheid, sommige zijn uiterst giftig. In vaste vorm, kunnen ze weinig kwaad, maar door verwerking lossen ze op en komen ze beetje bij beetje vrij. Bijkomend probleem is dat deze stoffen zich gemakkelijk ophopen in voedselketens. Een lage concentratie aan het begin van de voedselketen kan leiden tot hoge concentraties aan het eind ervan.

Zo spoelt er al met al per jaar bijna duizend ton zink via de zinken goten van onze daken in het oppervlaktewater. Andere voorbeelden: kwik gebruikt bij amalgaamvullingen door tandartsen kwam bij verwerking ervan in de riolering, lood toegevoegd aan benzine verspreidde zich via uitlaatgassen, koper in varkensvoer kwam met de mest in de bodem, cadmium uit batterijen belandde via de vuilnisbelt in het grondwater. Om deze vormen van vervuiling te voorkomen zijn inmiddels allerlei maatregelen genomen.



---

## **Herkenning**

Metalen onderscheiden zich van elkaar door hun fysische en chemische eigenschappen. Ieder metaal vertoont net als iedere kunststof specifieke eigenschappen bij een serie testproeven.

Denk bijvoorbeeld aan :

- geleiding van stroom;
- geleiding van warmte;
- dichtheid en soortelijke massa;
- reactiviteit respectievelijk edelheid;
- magnetisme;
- vervormbaarheid;
- kleur;
- glans.

De meest toegepaste proeven om te achterhalen met welk metaal we te maken hebben, zijn hieronder vermeld. Je hebt er natuurlijk wel een tabel bij nodig waarin staat aangegeven op welke wijze de verschillende metalen op de proeven reageren.

### ***Magnetisme***

De meest simpele manier om ferrometalen te onderscheiden van edelmetalen en non-ferrometalen is door gebruik te maken van een magneet.

### ***Oxidatie***

Veel metalen reageren met zuurstof uit de lucht, er ontstaat dan een oxide. Bij ijzer noemen we dat roest. Bij non-ferrometalen spreken we van corrosie. De oxidatie van metalen wordt versneld door de aanwezigheid van water. Koper krijgt als gevolg van oxidatie een groene kleur. Hoe minder een metaal corrodeert, hoe edeler we dit metaal noemen. Denk aan de edelmetalen goud en zilver.

### ***Reactie met zuur***

Veel metalen reageren met zuren. Het metaal lost op en er ontstaat een gas: waterstofgas. De zeer onedele metalen reageren al met erg zwakke zuren. De onedele metalen reageren pas snel met sterke zuren. De edele metalen daarentegen reageren niet of nauwelijks met sterke zuren.

### ***Kleur***

Metalen zijn vaak herkenbaar aan hun kleur. Zeker in verbinding met andere stoffen geven veel metalen zeer herkenbare kleuren. Zo is kopersulfaat blauw, maar kopersulfide zwart; loodoxide (= loodmenie) is oranje, maar koperoxide weer blauwgroen. Soms zijn er zelfs verschillende typen oxiden van hetzelfde metaal met ieder hun eigen kleur. Het bekendste voorbeeld hiervan zijn de manganaten:  $\text{MnO}_2$  is zwart,  $(\text{MnO}_4)^{2-}$  is groen en  $(\text{MnO}_4)^-$  is paars.

### **Afvalfase**

Metalen zijn niet brandbaar of composteerbaar. De enige twee verwerkingsmogelijkheden die overblijven zijn storten of hergebruiken. De laatste toepassing is vanwege de metaalprijzen en het beleid van de overheid de meest logische weg.

Het scheiden van metalen uit afvalmengsels berust op een combinatie van magnetisme en soortelijke massa. Het bij de bron scheiden van ijzer is in tegenstelling tot de meeste andere afvalsoorten niet nuttig. Je kunt het achteraf met behulp van magneten op simpele wijze scheiden van het overig afval.

Een nuttige eigenschap van metalen bij het hergebruik is de smeltbaarheid. In zuivere vorm kan het weer opnieuw ingezet worden. Blik moet eerst naar een ontinningsfabriek, hier worden ijzer en tin weer gescheiden.



**Fig. 3.3** In een kabelsloperij wordt koper teruggewonnen.

### Schoolopdracht 3.1



#### Vragen

- Noem twee redenen waarom ferrometalen vaak gecoat worden met non-ferrometalen? Geef van elke toepassing een voorbeeld.
- Op welke manier zullen in de praktijk de ferro en non-ferrometalen van elkaar worden gescheiden?
- Wat is het verschil tussen een legering en een coating? Geef van beide een voorbeeld.
- Wat zal het probleem zijn bij het smelten van voorwerpen die samengesteld zijn uit verschillende metalen?
- Welke 5 metalen voorwerpen zullen het meeste in huishoudelijk afval voorkomen?
- Welke maatregelen zijn genomen om de verspreiding van zware metalen te voorkomen in de onderstaande gevallen:
  - lood uit benzine;
  - koper uit varkensvoer;
  - cadmium uit batterijen;
  - kwiklozing door tandartsen.
- Bedenk mogelijkheden om de verspreiding van zink door zinken goten te voorkomen.

---

### Schoolopdracht 3.2



#### Practicum: Eigenschappen van metalen - Magnetisme

Eén van de simpelste methoden om metalen van elkaar te onderscheiden is het bekijken van hun magnetische eigenschappen. In de praktijk wordt dit veel gedaan als scheidingsmethode. Met dit practicum onderzoek je de magnetische eigenschappen van verschillende soorten metalen.

##### Benodigheden

- tiental verschillende soorten metaalsoorten (staal, gietijzer, aluminium, zink, gegalvaniseerd ijzer, verchroomd ijzer, magnesium, lood, koper, messing, soldeer, tin, nikkel, vanadium-chroom, letterzetsel enzovoorts);
- magneet.

##### Werkwijze

- 1 Bepaal met behulp van een magneet of ze ook worden aangetrokken door een magneet.
- 2 Geef een waarderingscijfer voor het magnetisch vermogen.  
Cijfer 1 wordt goed aangetrokken door een magneet.  
Cijfer 10 wordt geheel niet aantrokken door een magneet.

##### Verwerking

- a Rangschik de onderzochte materialen van sterk magnetisch (1) tot niet-magnetisch.
- b Welke materialen worden geheel niet aangetrokken door de magneet?
- c Leg uit waarom ze niet aangetrokken worden.
- d Welke materialen worden zwak aangetrokken door de magneet?
- e Geef een verklaring waarom sommige metalen zwak worden aangetrokken door de magneet.

### Schoolopdracht 3.3



#### Practicum: Eigenschappen van metalen - Warmtegeleiding

Metalen zijn goede warmtegeleiders. Dit houdt in dat metalen snel warmte van de omgeving opnemen maar ook weer snel aan de omgeving afgeven.

Voor bepaalde toepassingen moet je daarom metalen gebruiken. Zo komt in een transformator en in veel elektronica warmte vrij die snel afgevoerd moet worden. Koper doet dat uitstekend. Het gebruik van koperen warmwaterleidingen ligt eigenlijk minder voor de hand. Waarom eigenlijk?

##### Benodigheden

- lood-, zink-, ijzer-, aluminium-, koper- en tinstaaftjes;
- bekersglas 300 ml;
- bunsenbrander;
- driepoot + gaasje;
- uurwerk / horloge;
- was.

##### Werkwijze

- 1 Vul bekersglas met 250 ml water.
- 2 Verwarm het water tot het kookpunt.
- 3 Zet de staafjes metaal in een @geperforeerde@ plaat.
- 4 Doe op ieder staafje een druppel was.
- 5 Zet de geperforeerde plaat met metaalstaafjes op het bekersglas met heet water.

- 6 Druk de stopwatch in.
- 7 Noteer de tijd die nodig is om de was te doen smelten.

### **Verwerking**

Verwerk je gegevens in een tabel.

Rangschik de metalen in oplopende reeks van slecht warmtegeleidend tot goed warmtegeleidend.

## **Schoolopdracht 3.4**



### **Practicum: Eigenschappen van metalen - Oxidatie**

Veel metalen reageren met luchtzuurstof; er ontstaat dan een oxide. Bij ijzer noemen we dat roesten en ijzerroest is dan ook de stof ijzeroxide. Bij de non-ferrometalen spreken we liever van corrosie in plaats van roesten. De oxidatie van metalen wordt versneld door de aanwezigheid van water.

### **Benodigdheden**

- een ijzeren spijker, koperen spijker (of draadje), een aluminium spijker (of draadje), een magnesiumlintje, een zinklintje en een platinadraadje;
- 6 bekeerglazen 50 ml.

### **Werkwijze**

- 1 Noteer de kleur en glans van de metalen.
- 2 Vul bekeerglazen met een laagje water zodat de helft van de spijker boven het water uitsteekt.
- 3 Laat dit een week staan.
- 4 Noteer je wat er is gebeurd met de kleur en glans van het metaal en wat je ziet in het water.
- 5 Krab met een mesje wat van het metaal af. Wat zie je daaronder?

### **Verwerking**

Beantwoord de volgende vragen.

- a Welk metaal corrodeert het snelst?
- b Waarom noemen we dat metaal onedel?
- c Welk metaal corrodeert het minst snel?
- d Waarom noemen we dat metaal een "edelmetaal"?
- e Hoe heet het doffe laagje op het zink?
- f Wat zit er onder dit laagje?
- g Hoe herken je dat?
- h Maak een volgorde van het minst edele metaal naar het edelste metaal.
- i Hoe verklaar je dat ijzer veel sneller doorroest dan een metaal als zink?

## **Schoolopdracht 3.5**



### **Practicum: Eigenschappen van metalen - Zuurbestendigheid**

Veel metalen reageren met zuren; het metaal 'lost op' en er ontstaat een gas (waterstofgas). De zeer onedele metalen reageren al met erg zwakke zuren. De onedele metalen reageren snel met sterke zuren. De edele metalen reageren niet of nauwelijks met sterke zuren.

### **Benodigheden**

- een ijzeren spijker, een koperen spijker (of draadje), een aluminium spijker (of draadje), een magnesiumlintje, een zinklintje en een platinadraadje van ongeveer dezelfde massa (let op: voor gebruik deze metalen eerst ontvetten met een hete oplossing van een afwasmiddel);
- 6 reageerbuizen in een rekje;
- zoutzuur (4 N).

### **Werkwijze**

- 1 Vul de reageerbuizen met een laagje (+ 3 cm ) zoutzuur.
- 2 Merk de reageerbuizen (viltstift / plakkertje).
- 3 Doe in elke buis een ander stukje metaal en druk stopwatch in.
- 4 Noteer de tijden die ieder metaal nodig heeft om 'volledig te verdwijnen'.
- 5 Noteer de kleur van de oplossing.

### **Verwerking**

- a Welk metaal reageert het snelst?
- b Waarom noemen we dat metaal onedel?
- c Welk metaal reageert het minst snel?
- d Waarom noemen we dat metaal een 'edelmetaal'?
- e Hoe heet de oplossing van het metaal magnesium?
- f Welke kleur heeft die (opgeloste) stof?
- g Maak een volgorde van het minst edele metaal naar het edelste metaal.
- h Als we het hebben over kopergroen of koperblauw; over welke vorm van het koper hebben we het dan?

## **Schoolopdracht 3.6**



### **Practicum: Eigenschappen van metalen - Kleuren**

Veel metalen zijn herkenbaar aan hun kleur. Dagelijks worden ook bepaalde kleuren naar een metaal genoemd. We kennen uitdrukkingen als: goudkleurig, loodgrijs enzovoorts.

Metalen ondergaan in verbinding met andere stoffen (als oxide of als zout) vaak kleurverandering. Zo heeft loodoxide (menie) een aparte kleur ('meniekleurig'). Koperchloride is groen ('kopergroen') en kopersulfaat blauw ('koperblauw'). Veel kleurstoffen bevatten dan ook het een of andere metaal.

### **Benodigheden**

- een aantal metalen (ijzer, koper, messing, aluminium, zink, lood, tin, platina, staal, chroom);
- een aantal metaalverbindingen (ijzer(III)oxide, ijzer(III)chloride, ijzer(II)sulfide, kopersulfaat, koperchloride, chroom(III)oxide of een ander chroom(III)verbinding, (Wollmanzout), chroom(VI)oxide, ammoniumbichromaat of een ander chroom(VI)verbinding, kwik(1)chloride, kwik(II)chloride, kaliumpermanganaat, zilveroxide, cadmiumsulfaat enzovoorts). Alle metaalverbindingen zijn goed, mits ze maar niet allemaal wit zijn.

### **Werkwijze**

Omschrijf de kleuren van de metalen en de metaalverbindingen.

---

### **Verwerking**

- a Maak een tabel met twee kolommen. Zet boven kolom 1 naam van de stof en boven kolom 2 kleur.
- b Verwerk je waarnemingen in de tabel.

## **3.2 Glas**

In 1995 werd in ons land de 20.000-ste glasbak neergezet. In Madurodam, de miniatuurstad van Nederland. Zou dit ook een miniatuurglasbak geweest zijn? Met al die glasbakken levert Nederland een prestatie van formaat. We zijn wereldkampioen glasbakwerpen. Van het eenmalig verpakkingsglas (455.000 ton) wordt 74% hergebruikt.

### **Productie**

Glas is een amorfe stof die wordt verkregen door onder hoge temperaturen een mengsel van soda (= natriumcarbonaat), kalksteen (= calciumcarbonaat) en zand (= silicaat) te laten versmelten. Door het vervangen van één van de hierboven genoemde bestanddelen of het toevoegen van allerlei andere stoffen kan men glas met heel specifieke eigenschappen krijgen.

Laboratoriumglas heeft een hoger smeltpunt, doordat de soda vervangen is door kaliumcarbonaat. In geval van kristalglas is er loodoxide aan het smeltmengsel toegevoegd, waardoor glas ontstaat met een grote brekingsindex. Dit maakt kristal geschikt voor optisch doeleinden, maar ook, vanwege de kleureffecten, voor sierglaswerk.

Andere metaaloxiden toegevoegd aan het glasmengsel zorgen voor de meest uiteenlopende glaskleuren. De basiskleur van glas is groen vanwege de ijzerverontreiniging van het zand. Overigens zorgden diezelfde metaaloxiden vanwege hun giftige dampen ervoor, dat glasblazers vroeger niet echt oud werden.



**Fig. 3.4** Wit, groen en bruin: scheiding op kleur

### **Gebruik**

*verpakken* Het overgrote deel van het glasgebruik hangt samen met het *verpakken* van levensmiddelen. Glas is goed afwasbaar, niet luchtdoorlatend, relatief stevig en kan tegen de hogere temperaturen die nodig zijn bij de hittebehandeling van levensmiddelen. Nadeel is de hoge soortelijke massa. Van al het verpakkingsglas wordt een kwart eenmalig gebruikt (wegwerpglas); driekwart bestaat uit statiegeldflessen. Het is de bedoeling om te bereiken dat in het jaar 2000 90% van het eenmalig verpakkingsglas wordt hergebruikt.

### **Afval**

*glasbakken* Het glas wordt ingezameld via de *glasbakken*. Deze worden door glaszamelaars aan gemeentes verhuurd. Ze zamelen wekelijks het glas in. Het glas wordt op het bedrijf van de inzamelaar van verontreiniging ontdaan en aan glasfabrieken doorverkocht. De prijs is concurrerend ten opzichte van verse grondstoffen.

Indien alle kleuren glas door elkaar heen terecht komen, kan dat alleen gebruikt worden voor de productie van gekleurd glas. Wil je het zogeheten 'wit' glas maken, dan is alleen ongekleurd glas geschikt als grondstof. Een paar groene flessen maken de partij al ongeschikt. Sinds begin jaren negentig kun je bij steeds meer glasbakken kun je op kleur sorteren.

In de glasbak belanden ook stoffen die er niet thuishoren zoals doppen en deksels. Bij elkaar zo'n 9,5%. Het scheiden van glas uit een afvalmengsel gebeurt op basis van de hoge soortelijke massa. Omdat grind en steenmateriaal een vergelijkbare soortelijke massa hebben, vormen die een probleem bij het hergebruik van glas. Hergebruik dat door de goede smeltbaarheid van glas in beginsel gemakkelijk toepasbaar is.

Als er te veel steenachtig materiaal tussen het glas zit, levert dit een voor de glasproductie onbruikbare grondstof op. Om op voorhand problemen te voorkomen mengt men 'verse' glasgrondstoffen voor ten hoogste 35% met oud glas (inclusief de stenen).

*statiegeldroute*

De meest voor de hand liggende hergebruikmethode blijft echter de *statiegeldroute*. Zowel de bedrijfseconomische als de milieuhygiënische consequenties hiervan vormen echter onderwerp van discussie (zie schoolopdracht 3.8).

### Schoolopdracht 3.7



#### Vragen

- Waarom wordt nieuw glas nooit voor de volle honderd procent uit oud glas gemaakt?
- Noem, naast het verpakkingsglas uit huishoudens, vijf andere bronnen van hergebruik van glas.
- Op welke drie kleuren wordt glas tegenwoordig gescheiden?
- Wat is vervelender: een groene fles vermengd met wit glas of een witte fles vermengd met bruin glas? Waarom?

### Schoolopdracht 3.8



#### Product- of materiaalhergebruik?

Vaak is het moeilijk om vast te stellen welke oplossing vanuit milieu-oogpunt het beste is. Zo is het gebruik van wegwerpglas of statiegeldglas jarenlang een punt van hevige discussie geweest. Is het gebruik van wegwerpglas altijd milieu-onvriendelijker dan dat van statiegeldflessen? Met deze opdracht onderzoek je op welke manier je op een feest het milieuvriendelijkst 100 liter bier kunt uitschenken.

#### Benodigheden

- een lege bierfles van wegwerpglas;
- een lege bierfles met statiegeld;
- weegschaal.

#### Werkwijze

- Noteer van elk flesje de inhoud.
- Noteer van elk flesje het leeg-gewicht.

#### Verwerking

- Bereken het aantal flesjes, van elk merk, om 100 liter bier te consumeren.
- Hoeveel kg glasafval ontstaat er in beide gevallen na consumptie van 100 liter bier?
- Stel dat het wegwerpglas wordt omgesmolten tot nieuwe flesjes die weer gevuld worden. De statiegeldflesjes worden na reiniging gevuld. Welke stappen zijn in beide gevallen vanaf het inzamelpunt nodig om dat te bereiken? Maak van beide glastypen een schema met daarin die stappen.
- Geef per stap de mogelijke milieubelasting aan.



- e Over welke gegevens zou je nog meer moeten beschikken om een conclusie te trekken welk soort glas het milieuvriendelijkst is?
- f Waarom is het moeilijk om een eindconclusie te trekken?
- g Welke andere mogelijkheden zijn er om 100 liter bier uit te schenken?

### 3.3 GFT-afval

Zowat de helft van het huishoudelijk afval bestaat uit GFT. Een nieuwe afko. De acteur van GTST had de rol van hoofd AGF bij AH. Hij werd uit de serie geschreven en belandde bij het GFT. GLKKG!

*composteren* Groente-, fruit- en tuinafval (GFT) bestaat uit water en een droge-stoffractie met veel organische stof. Het wordt gemakkelijk door micro-organismen afgebroken zoals dat ook in de natuur gebeurt. Dat proces nabootsen konden de mensen vroeger ook al, want het composteren van afval is al honderden jaren praktisch. Een composthoop was vroeger een vast onderdeel van een tuin. Als we dit afbraakproces gecontroleerd laten verlopen, in aanwezigheid van zuurstof (aërobe afbraak), spreken we van *composteren*. Dit proces kan zowel in de open lucht (extensieve compostering) als in een gesloten inrichting met geforceerde beluchting (intensieve compostering) gebeuren.

*vergisting* Er zijn ook technieken om organisch afval in afwezigheid van zuurstof (anaëroob) af te breken. We spreken dan van *vergisting*.

**Fig. 3.5**

*Loshal voor GFT voor gesloten containers*

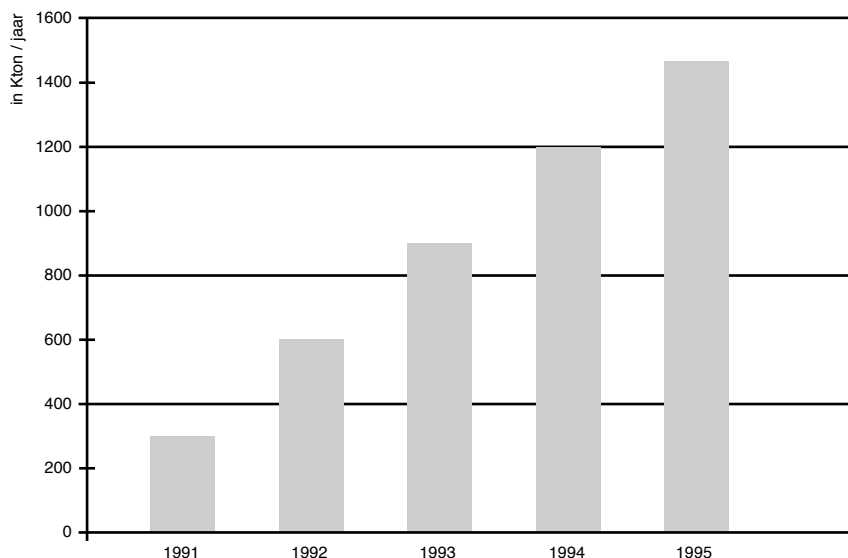


Compost heeft een aantal nuttige eigenschappen. Het heeft, ook na afbraak, nog een hoog gehalte aan organische stoffen (humusstoffen). Deze stoffen verbeteren de structuur van de grond en houden het water langer vast. Verder zitten er veel voedingsstoffen (anorganische stoffen) in, die door planten kunnen worden opgenomen.

#### Afval

*gescheiden* Sinds 1994 zijn gemeenten verplicht om GFT-afval *gescheiden* in te zamelen. In figuur 3.6 zie je de toename van de verwerking ervan afgebeeld. In 1995 werd 1.450.000 ton ingezameld. Dit leverde 500.000 ton compost op. Het verwerken van compost gebeurt in 22 inrichtingen verspreid over ons land.

**Fig. 3.6**  
Gecomposteerd GFT-afval sinds 1991 in Kton per jaar



*biobak* De gescheiden inzameling gebeurt via de zogenaamde *biobak*. Belangrijkste probleem bij de verwerking van GFT is de vervuiling met niet-afbreekbare afvalstoffen, als gevolg van het niet goed scheiden. Deze stoffen kunnen het composteerproces verstoren en het composteerbedrijf blijft, na het zeven, zitten met een restfractie die niet verwerkt kan worden en vervolgens moet worden verbrand.

*acceptatienormen* De composteerbedrijven hanteren *acceptatienormen*. Worden deze overschreden dan wordt een partij niet geaccepteerd. De hele partij gaat vervolgens rechtstreeks naar de verbrandingsinstallatie. De kosten zijn dan aanzienlijk hoger. Het tarief voor de verwerking van een ton GFT bedroeg in 1995 f 90,- (exclusief BTW), verbranding kostte f 200,- (exclusief BTW).

Gemeenten waar slecht gescheiden wordt, worden zo opgezadeld met hogere kosten, die ze moeten doorberekenen in de afvalstoffenheffing. Acties die ze ondernemen om de kosten te beperken zijn het verbeteren van de voorlichting, het aanbieden van composteervaten en het controleren van de inhoud van aangeboden biobakken.

### Schoolopdracht 3.9



#### GFT of niet-GFT?

Geef aan of de volgende fracties tot het GFT behoren. Motiveer je antwoord als je nee invult.

Afvalfractie	GFT ja of nee?	Nee, omdat
grasmaaisel		
hout		
aardappelschillen		
vis- en vleesresten		
asresten		
oasis		
koffiedik		
mosselschelpen		
gestold vet		
luiers		

### Schoolopdracht 3.10



#### Practicum: Eigenschappen van compost

Alle organische materialen van dierlijke of plantaardige herkomst bestaan uit drie verschillende fracties: organische stof, anorganische stof en water. Door organisch materiaal te drogen, verdampst al het water. We houden dan de droge stof over. Deze droge stof bestaat nog uit twee fracties: organische en anorganische stof. Door het vervolgens te verbranden bij hoge temperatuur, verbrandt de organische stof en hou je as (anorganische stof) over.

Met behulp van dit practicum bepaal je van verschillende materialen die drie fracties. Je probeert onderlinge verschillen te verklaren.

#### Benodigheden

- een aantal verschillende soorten genummerde organische materialen (fruit, schillen, etensresten, papier, hout, takken, bladeren, GFT, compost enzovoorts);
- een bovenweger;
- porseleinen kroesjes;
- stoof (voorverwarmd op 125°C);
- pottenbakkersoven (800°C).

#### Werkwijze

- 1 Kies in onderling overleg een monster.
- 2 Merk het kroesje.
- 3 Weeg het kroesje nauwkeurig.
- 4 Doe ongeveer 10 gram materiaal in het kroesje.
- 5 Weeg het geheel nauwkeurig.
- 6 Droog het materiaal gedurende 1 uur bij 125°C.

- 7 Laat het kroesje met inhoud afkoelen.
- 8 Weeg na een uur het kroesje met inhoud.
- 9 Zet het bakje met inhoud in een verassingsoven gedurende 15 minuten bij 800°C.
- 10 Laat het kroesje met inhoud afkoelen en weeg het opnieuw.

### **Verwerking**

- a Noteer je gegevens in een overzichtelijke tabel.
- b Bereken met behulp van je gegevens het watergehalte en het droge stof gehalte.
- c Bereken van het droge stofgehalte het % organische en het % anorganische stof.
- d Verzamel de gegevens van vier andere monsters bij je klasgenoten. Maak een tabel zoals onderstaand voorbeeld en verwerk de gegevens in de tabel.

Soort monster	Watergehalte (%)	Organische stof (%)	Anorganische stof (%)

- e Verklaar de verschillen in de tabel.

## **Praktijkopdracht 3.11**



### **Enquête GFT-inzameling**

Voor een goede verwerking van GFT is het belangrijk dat deze fractie met zo min mogelijk vervuiling wordt aangeboden. Met deze opdracht ga je na hoe GFT in jouw woonplaats wordt aangeboden, welke problemen er zijn rondom de inzameling en hoe de gemeente een goede scheiding stimuleert. Dat doe je met behulp van een enquête. Dit is een lijst met vragen over een bepaald onderwerp, met de bedoeling om uit de verkregen informatie conclusies te trekken.

Tijdsduur

Aanpassen vragen: 1 lesuur

Afnemen van enquête: 2 uur

Verwerking van gegevens: 2 lesuur

### **Benodigheden**

Vragenlijst.

### **Werkwijze**

- 1 Bespreek in een groep van 3-4 deelnemers de hieronder opgestelde enquêtevragen. Beoordeel de vragen en pas ze eventueel aan of voeg vragen toe.
- 2 Werk het geheel uit tot een enquêteformulier.

### **Vragenlijst**

Algemene gegevens:

Man /vrouw

Leeftijd

Woonplaats

---

Vragen:

- 1 Wat vindt u van de gescheiden inzameling?  
Een goede zaak, want .....
- Een slechte zaak, want .....
- 2 Denkt u dat u goed op de hoogte bent van welk afval waar in moet?
- 3 Kunt u 5 soorten GFT afval noemen?
- 4 Kunt u vijf soorten restafval noemen?
- 5 Wat vindt u van de duobak als inzamelmiddel?  
Goed, want .....
- Slecht, want .....
- 6 Wat vindt u van de box voor klein chemisch afval (KCA) als inzamelmiddel?  
Goed, want .....
- Slecht, want .....
- 7 Kunt u vijf soorten KCA (klein chemisch afval) noemen?
- 8 Wat vindt u van de papiercontainer als inzamelmiddel?  
Goed, want .....
- Slecht, want .....
- 9 Zou u de onderstaande componenten in de goede container willen doen?

	glas	GFT	papier	textiel	KCA	rest
jus, vet						
gordijnen						
porselein						
kranten						
plastic						
tl-lampen						
vensteren- velop						
vleesrestan- ten						
stenen kruik						
schoeisel						
behang						
eierdoos karton						
kattenbak- korrels						
batterijen						

10 Overige opmerkingen: ...

### ***Afnemen van de enquête***

Spreek in de groep en met je docent af hoeveel enquêtes jullie af gaan nemen en wie en waar er geïnterviewd wordt.

De afname kan ieder voor zich doen, bijvoorbeeld in zijn/haar woonplaats.

### ***Verwerking***

- a Verzamel alle enquêtes. Maak een verdeling in groepen waarbij elke groep een aantal vragen verwerkt.
- b Trek conclusies uit de enquête en bedenk voorstellen hoe de GFT inzameling verbeterd kan worden.
- c Presenteer de uitkomst van je enquête in de vorm van een krantenartikel.

---

## 3.4 Papier, karton en textiel

We eten geen papier. Toch spreekt men van papierconsumptie. In Nederland is deze 200 kg per hoofd van de bevolking per jaar. Bij elkaar 3 miljoen ton. Gelukkig is 75 % van de grondstof oud papier. De rest is verse houtvezel. Alles bij elkaar toch nog een heel bos.

### Productie

*cellulosevezels*

Papier is een product, dat, afhankelijk van de gewenste kwaliteit, gemaakt wordt van hout-, vlas- of katoenvezels. Via een serie scheikundige en mechanische processtappen wordt uit het ruwe materiaal een pulp verkregen. Deze pulp is in feite een pap van *cellulosevezels*. De vezels vormen de papiermassa, waaruit op verschillende industriële manieren een dunne vezelfilm 'geschept' wordt. Na droging ontstaat dan het eigenlijke papier.

Laagwaardige papiersorten, zoals krantenpapier, worden vooral uit houtpulp gemaakt, terwijl hoogwaardige papiersorten, zoals schrijfpapier, voor een belangrijk deel ook uit ander vezelmateriaal bestaan. De pulp waar deze hoogwaardige soorten uit geproduceerd worden heet kraftpulp. Om papier ook echt bruikbaar te maken als schrijfpapier of bedrukbaar te maken moet de vezelfilm uiteindelijk nog voorzien worden van een lijmlaag.

### Inzameling

*aparte inzameling*

Al sinds jaar en dag vormt de handel in oud papier een bron van inkomsten voor sportverenigingen en scholen. De *aparte inzameling* van papier heeft in Nederland een hoge vlucht genomen. In 1995 werd 53% gescheiden ingezameld voor hergebruik. Zowel in huishoudens als bedrijven verdwijnt nog veel papier via het restafval. 100 kg huishoudelijk afval bevatte in 1995 zo ongeveer 20 kg herbruikbaar papier. De overheid wil bereiken dat in het jaar 2000 85% wordt hergebruikt. De prijzen van oud papier schommelen sterk. In periodes met lage prijzen is het voor verenigingen en scholen niet lonend om in te zamelen en verdwijnt een groot deel van het oud papier in de verkeerde container.

Om de continuïteit te waarborgen zijn steeds meer gemeenten ertoe over gegaan om het papier zelf in te zamelen. Gemeenten verzorgen en betalen de inzameling, de industrie betaalt de verwerkingskosten. Voor de aanlevering krijgen de gemeenten afhankelijk van de marktprijs een vergoeding. In andere gemeenten zijn verenigingen en dergelijke blijven inzamelen. Vaak bestaat er dan een subsidieregeling, om ook in periodes van lage prijzen de aanvoer hoog te houden. De gemeenten hebben er baat bij dat er zo weinig mogelijk papier bij het overig afval beland. Dit moet immers tegen hoge kosten verbrand worden.

Uit onderzoek is gebleken dat de hoogste inzamelrespons bereikt wordt als er ingezameld wordt via mono-inzameling (alleen papier en karton), via een haalsysteem en met een frequentie van 4 weken.

---

## Verwerking

*verbrand* Vanwege zijn hoge calorische waarde is papier in beginsel geschikt om *verbrand* te worden. Geperst tot pellets is dit zeker voor de zeer laagwaardige soorten een nuttige bestemming. Het meeste oud papier wordt echter *hergebruikt* door er opnieuw papier of karton van te maken. De bruikbaarheid voor dit doel is overigens erg afhankelijk van de kwaliteit van het oud papier. Men onderscheidt in het algemeen zo'n 50 papierafvalsoorten, verdeeld in vier hoofdgroepen. Dit zijn in oplopende kwaliteit: de ondersoorten, de middelsoorten, de betere soorten en de kraftafvallen. De laatste vindt men vooral op kantoren.

Als oud papier gemengd wordt aangeboden, dient het vaak met de hand uitgesorteerd in de verschillende kwaliteiten te worden.

Een apart probleem bij het weer geschikt maken van de hoogwaardiger oud papiersoorten voor nieuw papier is de aanwezige inkt. Het bekende grauwwkleurige kringlooppapier, het symbool bij uitstek van de kringloopgedachte, dankt zijn grauwhheid aan de inktverontreinigingen.

Overigens kan oud papier niet eindeloos hergebruikt worden zonder aan kwaliteit in te boeten. De reden is dat de vezellengte bij elke nieuwe recyclestep minder wordt. WC- en keukenrolpapier bestaan uit gerecycled laagwaardig oud papier en zijn niet geschikt om weer papier van te maken. Voor gebruikt WC-papier zit men daar ook niet echt op te wachten.

Voor andere laagwaardige papiersoorten is men driftig op zoek naar tal van niet-papier toepassingen. De brandbare pellets zijn al genoemd. Andere mogelijkheden zijn toepassing als isolatie- en licht constructiemateriaal.

### Schoolopdracht 3.12



#### Puzzel

Je krijgt negen vragen. Als je uit ieder antwoord de juiste letter pakt en deze letters achter elkaar zet, dan krijg je een woord. Dit woord is het thema van één van de volgende paragrafen. Achter iedere vraag staat aangegeven uit hoeveel letters de oplossing bestaat en welke letter je nodig hebt.

- Pulp voor productie van hoogwaardig papier (vijf letters, neem de eerste letter).
- Scheikundige benaming van belangrijkste bestanddeel van papiervezels (negen letters, de vijfde letter).
- Aparte inzameling van één afvalfractie. (vijftien letters, inclusief het liggende streepje, de zevende letter).
- Papier geperst tot korrels, geschikt voor verbranding (zeven letters, de zevende letter).
- Nu de belangrijkste inzamelaar van oud papier (acht letters, de zevende letter).
- Geldelijke tegemoetkoming voor verenigingen om oud papier in te zamelen in periode met lage ijzen (acht letters, de vierde letter).
- Mogelijke alternatieve toepassing van oud papier (acht letters, de zesde letter).
- Hoort ook bij oud papier (zes letters, de vijfde letter).
- Hoort niet bij oud papier (drie letters, de tweede letter).
- Zet alle letters achter elkaar. Welk woord staat er nu?



---

## 3.5 Kunststoffen

Het stenen tijdperk dankt zijn naam onder andere aan de vondsten van stenen werktuigen en voorwerpen bij opgravingen van skeletten uit de oudheid. Archeologen noemen deze periode het Palaeolithicum. Deze periode werd gevolgd door het bronzen en ijzeren tijdperk. Wat zouden de archeologen over honderden jaren vinden bij skeletten uit onze periode? In ieder geval plastics, die breken nauwelijks af! We kunnen ons tijdperk wel Palaeoplasticum noemen.

### Geschiedenis

De eerste kunststof, celluloid, werd in 1837 ontdekt. Een jaar later volgde PVC. Het gebruik bleef beperkt. Rond de eeuwwisseling was de totale wereldproductie van kunststoffen 20.000 ton. Voor de tweede wereldoorlog bleef de massale toepassing van kunststof beperkt tot bakeliet, een product dat nu in onbruik is geraakt. Sindsdien zijn er nog een dertigtal soorten kunststoffen uitgevonden. Vooral de stofeigenschappen en het feit dat ze relatief goedkoop zijn verklaart de enorme toepassingsmogelijkheden. Als een constructeur een product moet maken dat licht in gewicht is, corrosiebestendig is en een lange levensduur heeft, kiest hij voor kunststof. Berekeningen van het CBS wijzen op een 'kunststofconsumptie' van 120 kg per hoofd van de wereldbevolking in het jaar 2000. Dat betekent zijn zo'n 5 miljard hoofden maal 120 kg!

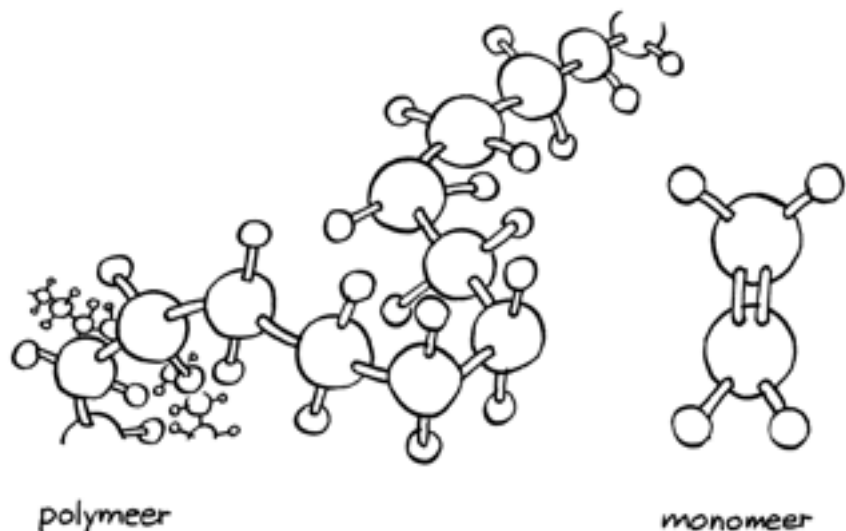
### Productie

Kunststoffen heten zo omdat ze langs kunstmatige weg verkregen worden. In de natuur komen ze niet voor. Wel worden de grondstoffen uit de natuur geput, meestal fossiele brandstoffen zoals aardolie en aardgas.

*monomeren*  
*polymeren*

Door kraak- en destillatieprocessen worden uit de fossiele brandstoffen kleine moleculen verkregen. Deze moleculen heten *monomeren*. Vervolgens worden die monomeren aaneengeregen tot grote moleculen, *polymeren*. Vaak bestaan ze uit duizenden moleculen.

**Fig. 3.7**  
Van monomeer naar  
polymeer



---

## Soorten kunststof

Je kunt kunststoffen in drie groepen verdelen:

- thermoplasten;
- thermoharders;
- elastomeren.

### ***Thermoplasten***

Deze bestaan uit lange onvertakte polymeerketens, die langs elkaar schuiven. Je kunt er aan trekken. Als je aan een plastic zak trekt, wordt deze langer en komt niet in zijn oorspronkelijke vorm terug. Thermoplasten kun je vervormen door ze te verwarmen. De binding tussen de moleculen wordt zwakker, je kunt er draden van trekken. Chemisch ondergaan ze geen verandering. In principe kun je ze onbeperkt van vorm veranderen. Voorbeelden van toepassingen zijn: draagtassen, koffiebekertjes, nylonkleding.

### ***Thermoharders***

Deze bestaan uit lange vertakte moleculen, die dwarsverbindingen vormen, waardoor er een soort netwerk ontstaat. Ze kunnen niet langs elkaar schuiven. Pas bij hoge temperaturen breken de bindingen, waardoor de stof uit elkaar valt. Als een thermoharder eenmaal is afgekoeld, kan hij niet meer worden vervormd. Voorbeelden zijn elektrische contactdozen, tennisrackets, de behuizing van walkman's.

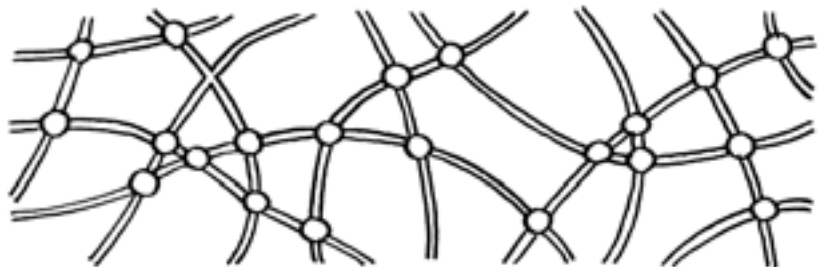
### ***Elastomeren***

Dit zijn elastische, veerkrachtige stoffen. Tussen de lange ketens ontstaan verbindingen. Er ontstaat een netwerk dat veel minder vertakt is dan bij thermoplasten. Dit kun je in figuur 3.8 zien. Elastomeren zijn niet meer warm te vervormen, ze blijven wel elastisch. Voorbeelden van toepassingen zijn matrassen en tennisballen.

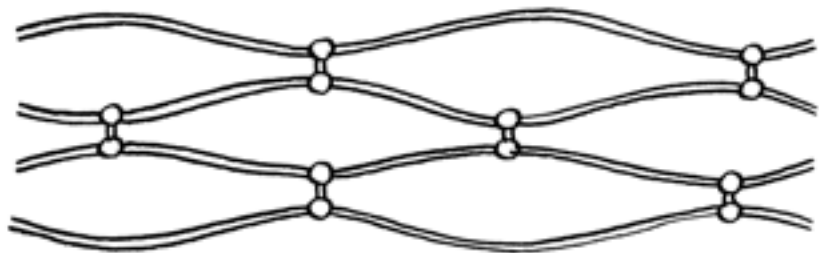
**Fig. 3.8**  
Thermoplast,  
thermoharder,  
elastomeer



thermoplast



thermoharder



elastomeer

In figuur 3.9 vind je de meest toegepaste kunststoffen, hun afkorting en de producten waarin ze zijn verwerkt. Steeds vaker worden kunststofproducten met behulp van afkortingen in hoofdletters herkenbaar gemaakt. De afkorting is afgeleid van de naam van de kunststof.

**Fig. 3.9**  
De belangrijkste kunststoffen en hun toepassing

De belangrijkste kunststoffen en hun toepassingen	
<b>Thermoplasten</b>	
polyetheen (PE)	speelgoed, draagtassen
polypropeen (PP)	tuinmeubelen, bloempotten
polystyreen (PS)	video- en muziekcassette- doosjes, modeltreinen
polyvinylchloride (PVC)	afvoerbuizen, creditcards
polyacrylaat (PMMA, perspex)	contactlenzen
polyetheentereftalaat (PET)	frisdrankflessen
polyamide (nylon) (PA)	tandwielen, kleding
<b>Thermoharders</b>	
epoxyharsen (EP)	lijmen, vliegtuigen, tennisrackets
fenolharsen (PF)	stopcontacten, schakelaars
polyurethaanharsen (PUR)	matrassen, auto-interieur
polyesterharsen (UP)	zeilboten, surfplanken
<b>Elastomeren</b>	
siliconen	voegspecie, impregneer- middel, siliconenkit
butadieen (kunstrubber)	banden

Fabrikanten blijven driftig op zoek naar nieuwe toepassingen van kunststoffen. Veel wordt verwacht van de kunststofblends en kunststofcomposieten.

*blends*  
*composieten*

*Blends* bestaan uit twee of meer al bestaande kunststoffen die goed door elkaar worden gekneed. Dit gemengde materiaal heeft dan betere eigenschappen voor bepaalde toepassingen. *Composieten* zijn extra sterke kunststoffen die zijn opgebouwd uit een kunststof en een versterkingsmateriaal, zoals glasvezels, keramiek of metalen.

### Kokkerellen met kunststof

*additieven*

Om kunststoffen betere gebruikseigenschappen te geven worden bij het productieproces toevoegingen of *additieven* bijgemengd. Fabrikanten 'kruiden' hun kunststoffen met verschillende soorten en hoeveelheden additieven.

In figuur 3.10 staan de categorieën toevoegingen of additieven opgesomd die aan kunststoffen worden toegevoegd om de speciale eigenschappen te verkrijgen. In de tabel staat ook vermeld welke functie de toevoegingen hebben.

Met name deze toevoegingen kunnen bij de verwerking van afval van kunststoffen nogal eens problemen geven. Bijvoorbeeld het vrijkomen van giftige stoffen als cadmium en dioxines bij de verbranding van bepaalde kunststoffen

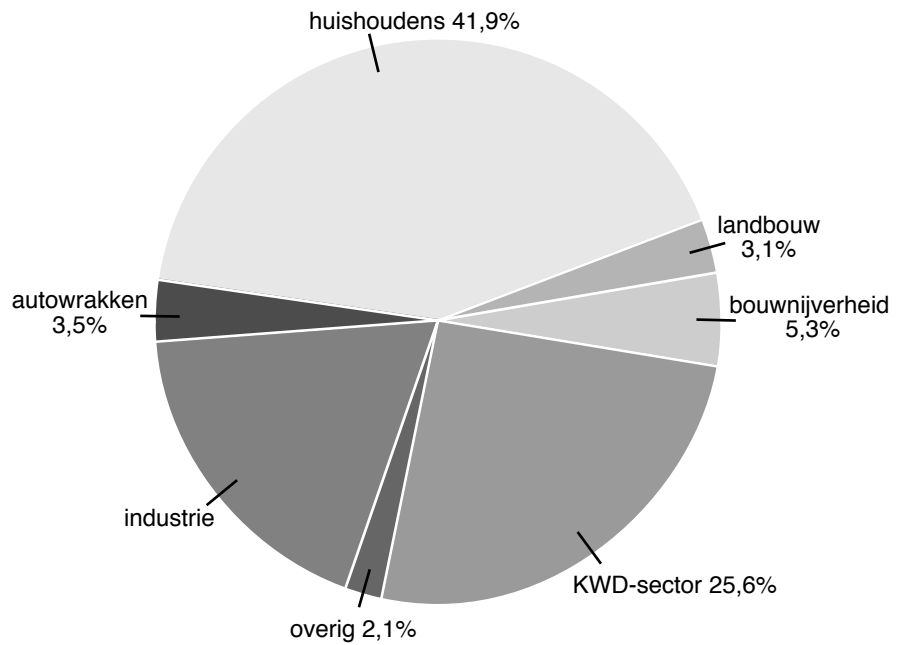
**Fig. 3.10**  
Kunststofadditieven

Soort Additief	Functie	Belangrijke voorbeelden
anti-oxidanten	tegengaan van kunststof-afbraak die optreedt door inwerking van zuurstof	gebutyleerd hydroxytolueen fosfieten
antistatica	tegengaan van ophoping van elektrische lading aan de oppervlakte van een kunststof	amines, quaternaire ammoniumverbindingen
smeermiddelen	om de verwerking van kunststoffen te vergemakkelijken	
UV-stabilisatoren	tegengaan van kunststofafbraak die optreedt door inwerking van ultraviolet (UV)-straling	benzofenonen, benzotriazolen, amines
hitte-stabilisatoren	in PVC om zoutzuurafplitsing onder invloed van warmte tegen te gaan	barium/cadmium, organolin, lood- verbindingen
kleurstoffen	kleur geven aan een kunststof	(zware) metaal- pigmenten (titanium, ijzer, cadmium, loodchromaat) organische pigmenten
vulmiddelen	om productiekosten te verlagen; soms ook verbetering van bepaalde eigenschappen	calciumcarbonaat, klei, mica
brandvertragers	om brandbaarheid van kunststoffen te verlagen	organobroomver- bindingen, antimoon, aluminiumtrihydraat, organochloorver- bindingen
weekmakers	om kunststof flexibel te maken (vooral toegepast in PVC)	ftalaten, adipaten
vezels	ter versterking van het kunststofmateriaal	glasvezel, koolstofvezel, aramidevezel
compatibilisatoren	om onmengbare polymeren tot één materiaal te verenigen (voor blends)	met maleïnezuur- anhydride aangepaste polymeren
hechtmiddelen	om binding tussen kunststoffen en vezels of vulmiddelen te verbeteren	silanen, titaalnanen
blaasmiddelen	om PUR en PS op te schuimen	CFK's, pentaan, water (voor PUR)

### Afvalfase

Jaarlijks komt er in ons land zo'n miljoen ton kunststofafval vrij. De belangrijkste bronnen zie je afgebeeld in figuur 3.11. Op dit moment wordt daarvan slecht een klein deel (15%) gerecycled. Dit is vooral procesafval uit de industrie.

**Fig. 3.11**  
 Herkomst van kunststofafval in 1995



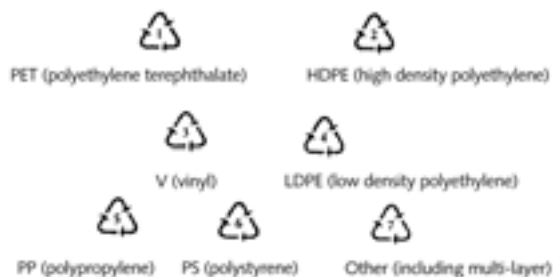
### Recycling

Alleen thermoplasten kunnen goed gerecycled worden door ze om te smelten en opnieuw te vormen.

*mechanisch recylen*

Bij *mechanisch recylen* worden de kunststoffen versneden of gegranuleerd, om vervolgens te worden gesmolten en opnieuw gevormd. Voorwaarde hierbij is wel dat ze op soort gesorteerd worden. Om ze goed te kunnen herkennen worden kunststoffen voorzien van een teken. Deze staan in figuur 3.12. Hoe zuiverder de fractie hoe beter de mogelijkheden voor hergebruik. Mengsels van kunststoffen kunnen alleen gebruikt worden voor laagwaardige toepassingen. Het levert een zwart geaderd materiaal op wat toegepast wordt als bermpaaltjes en plantenpotjes.

**Fig. 3.12**  
 Symbolen voor plastics die recyclebaar zijn



*chemische recycling*

Bij *chemische recycling* worden de kunststoffen chemisch afgebroken en de oorspronkelijke monomeer wordt teruggewonnen. Deze techniek is op dit moment nog niet in bedrijf. In 1999 wordt in ons land de eerste vergassingsinstallatie geopend. Voordeel is dat de grondstof opnieuw verwerkt kan worden tot een kunststof van dezelfde kwaliteit. Ook minder homogene stromen kunnen verwerkt worden.

---

## Verbranden

De meeste kunststoffen zijn prima te verbranden en hoeven dus niet gestort te worden. De energie die erbij vrijkomt kan worden gebruikt voor de winning van elektriciteit. Het verbranden moet echter met grote voorzichtigheid plaatsvinden, vooral als er veel toevoegingen inzitten. Deze schadelijke toevoegingen komen vaak vrij bij het verbranden van de plastic. Zo ontstaat bij het verbranden van PVC, dat veel chloor bevat, het uiterst giftige dioxine. Afvalverbrandingsinstallaties moeten dan ook aan strenge eisen voldoen om hun rookgassen te reinigen. Ook is de overheid strengere regels aan het maken voor de toepassing van schadelijke hulpstoffen bij plastics en andere kunststoffen.

### Afbreekbare plastics

Kunststoffen zijn meestal onbeperkt houdbaar. Om kunststofafval te bewaren heb je geen speciale voorzieningen nodig. Ze worden namelijk niet of heel slecht afgebroken door natuurlijke processen. Om het afvalprobleem van plastics op te lossen lijkt een afbreekbare plastic dé oplossing.

Inmiddels zijn volledig afbreekbare plastics in het laboratorium ontwikkeld. Deze afbreekbare plastics worden gemaakt uit aardappelzetmeel. Dit zetmeel wordt door speciale processen bewerkt tot een afbreekbare kunststof. Er worden volop testen gedaan waarbij de toepasbaarheid van deze *bio-plastics* onderzocht worden. Op dit moment is de toepassing nog beperkt tot zakken van bioplastic welke worden gebruikt om afval in een GFT-afvalbakje bijeen te houden. Het afval kan met zak en al op de composthoop.

## Schoolopdracht 3.13

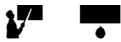


### Vragen

- Kunststoffen worden in drie typen ingedeeld. Noem deze.
- Welk van deze drie typen leent zich goed voor mechanische recycling en welke voor chemische recycling?
- Soorten kunststoffen worden steeds vaker met afkortingen aangeduid. Geef de volledige naam die hoort bij de volgende afkortingen:
  - PE;
  - HDPE;
  - LDPE;
  - PS;
  - PVC;
  - PP.
- Waarom maakt het veel uit om welke soort kunststofafval het gaat, als deze in brand vliegt?
- Om bepaalde eigenschappen te krijgen worden aan kunststoffen additieven toegevoegd. Welke term gebruikt men voor de volgende eigenschappen?
  - Tegengaan van ophoping van elektrische lading aan oppervlakte van kunststof.
  - Tegengaan van afbraak van kunststof door UV-staling.
  - Tegengaan van afbraak van kunststof door inwerking van zuurstof.
  - Flexibeler maken van kunststoffen.
  - Versteving van kunststof.

---

### Schoolopdracht 3.14



#### Practicum: Eigenschappen van kunststoffen - Dichtheid

Tegenwoordig worden metalen in toenemende mate vervangen door lichtere kunststoffen. Denk hierbij aan auto's, waarvan een derde uit kunststoffen bestaat. Dit verlaagt het gewicht van een auto aanzienlijk. In dit practicum bepaal je van verschillende kunststoffen de dichtheid.

##### Benodigheden

- vijf kunststofstaafjes of -korrels (HDPE, LDPE, PVC, PTFE, PET, PS, PMMA, PUR, PF, MF, PVA, SBR, NR, PP, CN, nylon die ontvet zijn);
- bekersglas 500 ml;
- afwasmiddel en keukenzout;
- roerstaafjes.

##### Werkwijze

- 1 Vul het bekersglas met 300 ml water.
- 2 Doe er een klein scheutje afwasmiddel bij.
- 3 Leg dan de 6 proefstaafjes in het bekersglas.
- 4 Bepaal vervolgens welke staafjes gaan drijven.
- 5 Doe dan voorzichtig keukenzout in het water en laat het oplossen (door het toevoegen van het zout stijgt de dichtheid van water). Voeg wat meer zout toe totdat alle staafjes gaan drijven.
- 6 Bepaal in welke volgorde de staafjes gaan drijven.

##### Vragen

- a Welke kunststof heeft de hoogste dichtheid?
- b Hoe kun je dat zien?
- c Welke kunststof heeft de laagste dichtheid?
- d Hoe kun je dat zien?
- e Wat kun je zeggen over de dichtheid van tempex (een PS-schuim)?
- f Hoe verklaar je dat?

### Schoolopdracht 3.15



#### Practicum: Eigenschappen van kunststoffen - Brandbaarheid

Vele kunststoffen zijn brandbaar. De kleur en vorm van de vlammen, maar ook de geur van het materiaal na het doven zijn belangrijke kenmerken voor het herkennen van kunststoffen.

##### Benodigheden

- vijf kunststofstaafjes of -korrels (HDPE, LDPE, PVC, PTFE, PET, PS, PMMA, PUR, PF, MF, PVA, SBR, NR, PP, CN, nylon);
- bunsenbrander;
- kroezentang;
- vuurvast plaatje;
- veiligheidsbril.

##### Werkwijze

- 1 Neem een staafje en geef een oordeel over:
  - hardheid;
  - vettigheid;
  - krasbestendigheid;



---

buigzaamheid;  
stevigheid;  
glans.

- 2 Zet de bril op en een steek de bunsenbrander aan.
- 3 Houd een proefstaafje met de kroezentang in het puntje van de vlam.
- 4 Neem het staafje direct uit het vlam van de bunsenbrander als het vlam vat en houd het boven het vuurvaste plaatje.
- 5 Bepaal de kleur van de vlam en blaas de vlam van het staafje voorzichtig uit.
- 6 Waai rooksierten voorzichtig naar je toe en bepaal de geur.
- 7 Doe hetzelfde met de andere staafjes.
- 8 Noteer je waarnemingen.

### **Verwerking**

Maak een kort verslagje van de gegevens van je waarnemingen.

## **3.6 Speciale gevallen**

Er zijn materialen die op het eerste gezicht eenvoudig te verwerken lijken, maar bij nader inzien toch tamelijk gecompliceerd blijken. Twee voorbeelden hiervan zijn laminaten en gecoate materialen.

### **Laminaten**

*samengesteld uit lagen  
verschillende materialen*

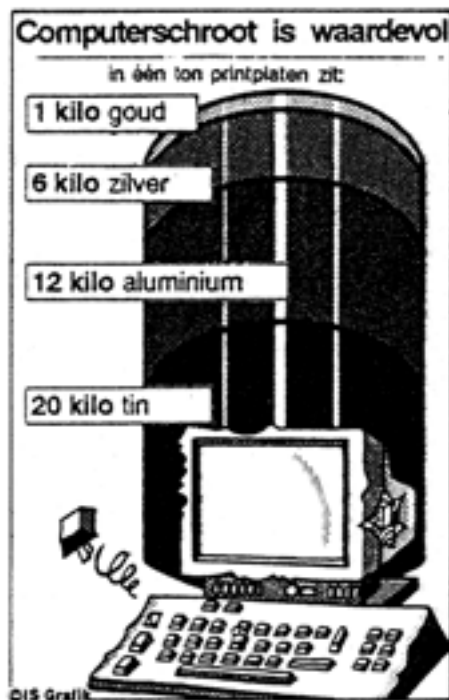
Lamineren betekent: vervaardigen in lagen, van tussenlagen voorzien. Tot de laminaten worden alle producten gerekend die zijn *samengesteld uit lagen*, waarbij *verschillende materialen* worden toegepast. Door de verschillende eigenschappen van deze materialen kan het product aan specifieke eisen voldoen.

Een product dat tot de laminaten wordt gerekend, is de kartonnen melk- en frisdrankverpakking. Bij melkverpakkingen is een kunststoffolie (PE) aan de oppervlakte van de binnenkant van de kartonnen doos aangebracht. Bij drankkartons is dit vaak een laagje aluminiumfolie. De buitenkant is dikwijls gearaffineerd.

Een ander type verpakking is de doos waarin je een afhaalpizza mee naar huis krijgt. Veelal bestaat deze verpakking uit een kartonnen doos die aan de binnenzijde is voorzien van een aluminiumfolie. De gelaagde opbouw van een pizzadoos zou gebaseerd kunnen zijn op de materialen die in het schema van figuur 3.13 genoemd worden.

Een steeds grotere wordende groep producten die tot de laminaten gerekend wordt, zijn de printplaten in bijvoorbeeld computers en tv's. Verschillende elektrische circuits, gemaakt uit metaalverbindingen, worden van elkaar gescheiden door een niet geleidende kunststoflaag.

**Fig. 3.13**  
Computerprintplaten  
kun je beter sparen.



In de woning worden steeds vaker laminaatvloeren toegepast, bijvoorbeeld laminaatparket. Dit product bestaat uit een onderlaag die veelal van geperst hout is, met daarop gelijmd een heel dun laagje parkethout. Laminaatvloeren voor keukens hebben vaak een kunststof toplaag.

Het toepassen van laminaten heeft praktische en economische voordelen. Neem bijvoorbeeld de talloze verschillende verpakkingen die er in omloop zijn. De samenstelling van de verpakking uit verschillende lagen is sterk afhankelijk van de eisen die eraan worden gesteld.

### **Afvalfase van laminaten**

Bij de inzameling van laminaten hoeft geen rekening te worden gehouden met speciale eigenschappen.

Bij de verwerking van dit type materialen zijn de problemen echter des te groter. Door de combinatie van verschillende materialen spelen bij de afvalverwerking ervan ook verschillende eigenschappen door elkaar heen. De ene laag van een dergelijk materiaal kan bijvoorbeeld brandbaar zijn, de andere niet (pizzadoos). Soms zijn alle lagen brandbaar (melkpak). Een eenduidige verwerking, behalve storten, is er dus niet.

### **Coatings**

Coaten betekent letterlijk: van een deklaag voorzien. Een coating is dus niets anders dan een *deklaag*.

---

Coatings worden toegepast om aan producten speciale eigenschappen te geven. Bijvoorbeeld om het product te beschermen tegen invloeden van buitenaf. IJzer kan worden gelakt of verchromd om het tegen roesten te beschermen. Een dergelijke coating verfraait tevens het product.

Het kenmerk van coatings is dat ze zich altijd bevinden aan de oppervlakte van een product. De coating is vaak niet meer of moeilijk van een product te verwijderen. Bij het scheiden van materialen voor hergebruik moeten hiermee rekening houden. Zo wordt de buitenkant van een kelder muur vaak gecoat met een teerlaag om de muur waterdicht te maken. Zowel een echte parketvloer als een laminaat-parketvloer zal worden voorzien van een coating om hem te beschermen tegen het indringen van vuil.

### **Afvalfase van coatings**

Voor de afvalfase van gecoate materialen geldt min of meer dezelfde problematiek als bij de laminaten. Ze hebben dus geen speciale eigenschappen die de inzameling beïnvloeden, maar door de uiteenlopende materialen die meedoen des te meer eigenschappen die de verwerking bemoeilijken.

### **Schoolopdracht 3.16**



#### **Vragen**

- Wat is het verschil tussen laminaten en coatings?
- Een ijzeren voorwerp kan worden gecoat door middel van verf, verzinken of toepassen van kunststof. Wat zal er met de verschillende coatings gebeuren als het voorwerp wordt verbrand?
- Welke functie heeft de toepassing van aluminium in drankkartons en in pizzadozen?

## **3.7 Afsluiting**

In dit hoofdstuk heb je geleerd over de eigenschappen van de meest voorkomende materialen die in afval voorkomen. Ook heb je je verdiept in de mogelijkheden voor hergebruik.

Voor de meeste materialen geldt: hoe zuiverder de fractie, hoe gemakkelijker het kan worden hergebruikt of hoe hoogwaardiger de toepassingsmogelijkheden zijn. Een goede scheiding bij de bron kan daaraan bijdragen. In ons land zijn met de inzameling van oud papier en glas grote successen geboekt.

Wel eist dit meer opslagmogelijkheden in de vorm van verschillende containers, afvalbakken enzovoorts. Ook neemt het aantal vervoersbewegingen toe, naarmate er meer stoffen gescheiden worden ingezameld.

Behalve van goede opslagvoorzieningen zijn deze systemen ook afhankelijk van de discipline van degene die het afval moet scheiden. Met name de inzameling van GFT levert vooral in grote steden zulke problemen op dat een aanzienlijk deel vanwege de vervuiling niet kan worden hergebruikt. In het artikel in figuur 3.14 kun je lezen dat technieken voor recycling niet per definitie milieuvriendelijk zijn.

**Fig. 3.14**  
Inzameling GFT  
Rotterdam gestaakt  
(bron: Volkskrant)



Je hebt geleerd dat de meeste materialen goed kunnen worden hergebruikt zolang ze in zuivere vorm vrijkomen. Sommige materialen worden bij de productie al zo vermengd dat ze vrijwel niet meer te scheiden zijn, zoals laminaten.

In veel producten zijn verschillende soorten materialen toegepast. Ze moeten gedemonteerd moeten worden om de bruikbare stoffen eruit te halen. In de schaduw van de productie-industrie is zich de laatste jaren een demontage-industrie aan het ontwikkelen. Enkele voorbeelden daarvan worden in hoofdstuk 4 behandeld.

---

## 4 Producten op hun laatste benen

### Oriëntatie

Je hebt geleerd welke de belangrijkste materiaalstromen zijn die in het afval voorkomen en welke mogelijkheden er zijn voor hergebruik (hoofdstuk 3). Je hebt ook gezien dat hoe zuiverder een materiaalsoort is, hoe gemakkelijker hij hergebruikt kan worden en des te waardevoller het eindproduct vaak is. De meeste materiaalsoorten komen echter niet als mono-materiaal vrij. In heel veel producten zijn veel verschillende soorten materialen toegepast. Het is een hele kunst om uit die afvalproducten weer de verschillende materialen vrij te maken. In dit hoofdstuk maak je kennis met drie soorten producten: namelijk autowrakken, huishoudelijke apparatuur en sloophuizen. Bij elkaar vormen ze een heel groot deel van het afval dat jaarlijks vrijkomt. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste materiaalsoorten die erin verwerkt zijn behandeld en gaan we in op de manier waarop de verwerking ervan is georganiseerd.

### Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- de belangrijkste componenten benoemen van gebruiksproducten die veel worden aangeboden;
- aangeven hoe voor deze producten de inzamelingsstructuur is opgezet.

### 4.1 Autowrakken

Weet jij wat de volgende beschrijving is?

Een motorrijtuig op meer dan twee wielen dat rijtechnisch in onvoldoende staat van onderhoud is en in een kennelijk verwaarloosde toestand verkeert, niet is voorzien van een bij dit motorrijtuig behorend kenteken of een geldig kentekenbewijs als bedoeld in de wegenverkeerswet 1994.

Precies, een autowrak!

Al heel lang bestaat er in ons land een omvangrijk circuit van bedrijven die zich richten op hergebruik en recycling van auto's. Kortom de tweedehands autohandel en autosloperijen.

In 1996 kwamen er in ons land 265.000 autowrakken vrij. Het grootste deel, 80% van het verwerkte materiaal, werd hergebruikt. Als je in figuur 4.1 de samenstelling van een auto bekijkt, kun je nagaan waar het grootste deel voor wordt hergebruikt.

**Fig. 4.1**  
Samenstelling van een  
auto in procenten

metalen	74
rubber	5
kunststoffen	11
glas	3
vloeistoffen / overige	7

In het verleden ging de verwerking van autowrakken met nogal wat milieuproblemen gepaard. Denk maar aan het wegglopen van vloeistoffen als rem- en smeeroil uit roestende wrakken. Men wil dit voorkomen en er ook voor zorgen dat een groter deel hergebruikt wordt.

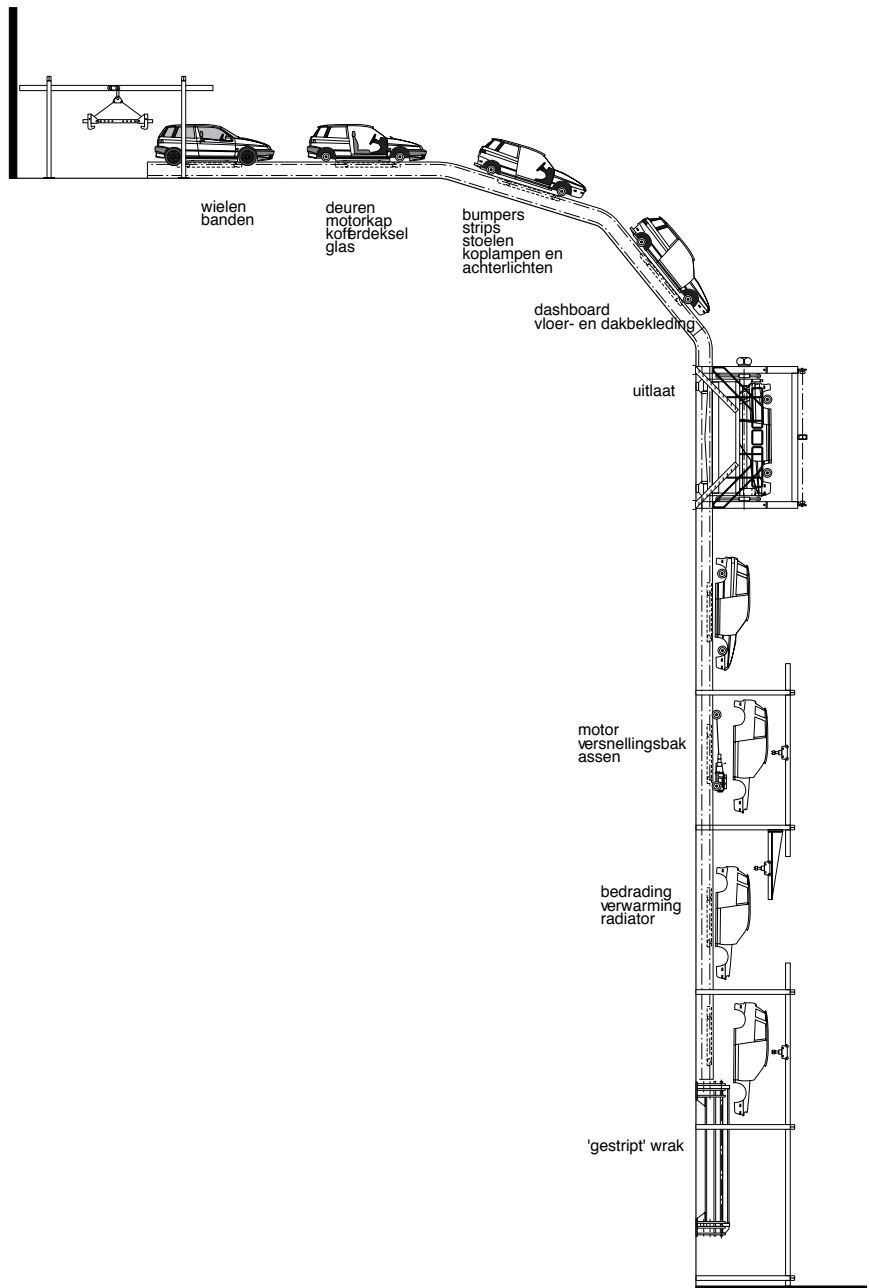
*Auto Recycling  
Nederland*

In 1992 is de stichting ARN (*Auto Recycling Nederland*) opgericht. Hierin zijn onder andere de garagebedrijven, herstelbedrijven en verwerkingsbedrijven verenigd.

Deze stichting sluit contracten af met autodemontagebedrijven die gecertificeerd zijn. Hiermee voldoen ze aan bepaalde milieu-eisen. In deze bedrijven worden allerlei materialen zoals rubber, glas, vloeistoffen, schuim uit stoelen en kunststoffen uit de wrakken verwijderd voor hergebruik. Schadelijke stoffen worden op verantwoorde wijze afgevoerd en verwerkt.

In 1995 hadden 179 bedrijven dit certificaat. Samen demonteerden ze ruim 210.000 auto's. In geavanceerde bedrijven is een soort lopende band ontwikkeld, een omgekeerde productielijn, waar de auto stap voor stap gestript wordt.

**Fig. 4.2**  
Stapsgewijze  
ontmanteling van een  
autowrak



De kosten van de verwerking worden betaald uit een verwijderingsbijdrage van  $f$  250,- die de eerste eigenaar betaalt bij de aanschaf. Gevolgen van deze maatregelen zijn dat in de toekomst de verwijdering op een meer verantwoorde wijze gebeurt en een grote deel (in 2000: 86%) zal worden hergebruikt.

#### Schoolopdracht 4.1



#### Vragen

- In figuur 4.2 zie je de stapsgewijze ontmanteling van een auto afgebeeld. Per stap staat aangegeven welke onderdelen worden verwijderd. Met deze opdracht ga je na welke materialen er vrijkomen per stap.

Maak een tabel met drie kolommen. Benoem ze achtereenvolgens:

- nummer processtap;
- verwijderde onderdelen;
- vrijkomende materialen.

Vul met behulp van de figuur de tabel in.

- b Noem minstens drie onderdelen uit een autowrak die tot gevaarlijk afval kunnen worden gerekend.

## 4.2 Wit- en bruingoed

Deze paragraaf gaat niet over kleren, maar over elektrische apparaten. Hoeveel heb jij er intussen afgedankt? Begon het met 'your first Sony'? Hoeveel 'walkmans' heb jij intussen versleten? Ga eens na welke elektronische apparatuur je zelf allemaal gebruikt hebt en wat er mee is gebeurd. In totaal worden er 9 miljoen huishoudelijke apparaten per jaar in ons land afgedankt.

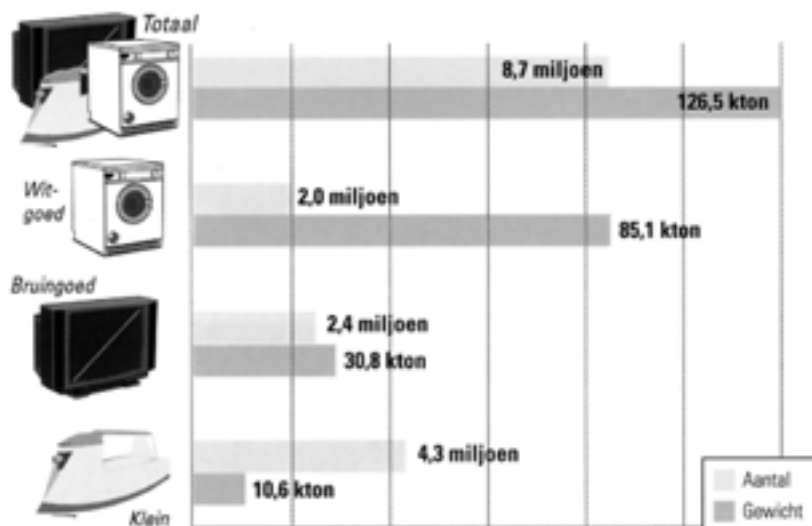
Wit- en bruingoed is een verzamelnaam voor alle elektrische en elektronische apparatuur die uit huishoudens, kantoren en winkels vrijkomen. Het belangrijkste deel komt terecht bij het grof huishoudelijk afval.

*witgoed* Tot het *witgoed* worden apparaten gerekend als koel- en vriesapparatuur, verwarmingsapparatuur (geisers en boilers), wasmachines en wasdrogers.

*bruingoed* Bij het *bruingoed* komen apparaten als geluids- en videoapparatuur, tv's, computers, rekenmachines, printers en telefoons terecht. Een derde categorie die wordt onderscheiden is die van de *kleine huishoudelijke apparaten* zoals koffiezetters, strijkijzers, broodroosters, hobbygereedschap enzovoorts. In figuur 4.3 zie je een schatting van de hoeveelheden die jaarlijks vrijkomen.

**Fig. 4.3**

Afgedankte hoeveelheid wit- en bruingoed in Nederland in 1992



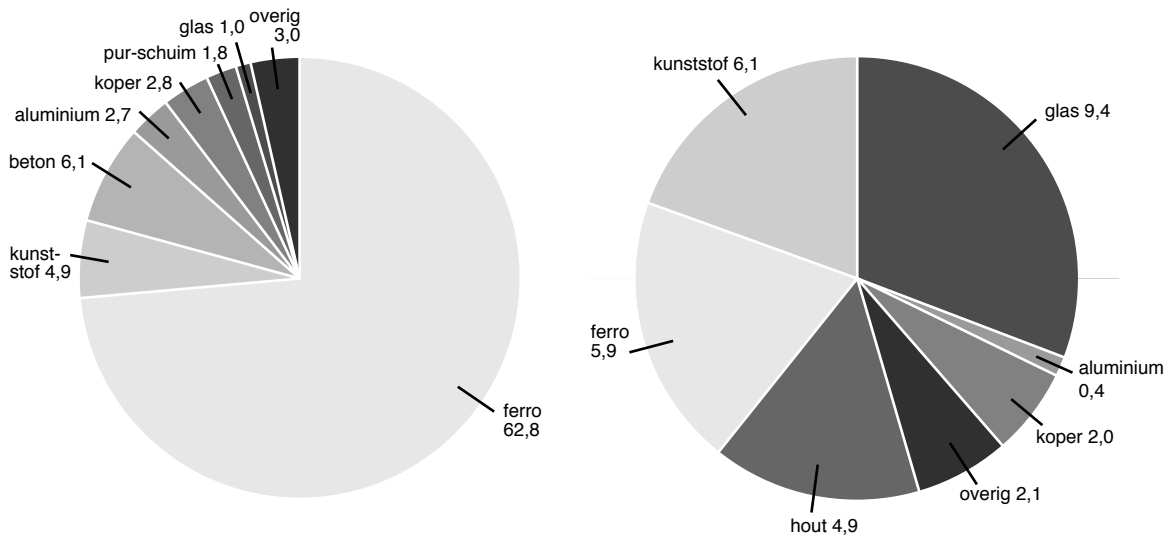
Een belangrijk deel van dit afval werd tot voor kort afgevoerd naar verbrandingsinstallaties of stortplaatsen. Er zijn verschillende redenen om deze stroom apart te houden van het overig afval. We noemen de drie belangrijkste.

- Het volume is groot.



- Bij de verwerking komen milieubelastende stoffen vrij. Voorbeelden zijn CFK's uit koelkasten, die bijdragen aan de aantasting van de ozonlaag. Bij verbranding van dit soort apparatuur komen er zware metalen terecht in verbrandingslakken. De aanwezigheid ervan bemoeilijkt het hergebruik van deze slakken als wegfunderingsmateriaal.
- Veel onderdelen of materialen kunnen worden hergebruikt.

In figuur 4.4 zie je uit welke materialen de stromen wit- en bruingoed bestaan.



**Fig. 4.4** Materialen verwerkt in witgoed (A) en bruingoed (B)

Om deze afvalstroom in te dammen kun je verschillende maatregelen nemen. Al eerder is behandeld dat je dan vooral aan preventie en hergebruik moet denken.

De belangrijkste mogelijkheid voor preventie is het stimuleren van een langere levensduur. Onderdelen kunnen beter worden hergebruikt als:

- de verbindingen demonteerbaar zijn (klik-verbindingen in plaats van lijmverbindingen);
- minder verschillende materialen worden gebruikt;
- beter scheidbare materialen en minder milieubelastende materialen worden toegepast.

Op al deze maatregelen heeft de consument weinig directe invloed. Deze eigenschappen worden immers al op de ontwerptafel vastgelegd. Wordt er bij de ontwerpfase al sterk rekening gehouden met de verwerking van het apparaat in de afvalfase, maar ook met factoren als energieverbruik en levensduur, dan spreken we van *ecodesign*.

*ecodesign*

## Inzameling

Om het hergebruik te stimuleren is er vanaf 1999 een nieuwe wettelijke regeling van kracht. Deze regeling heet: Besluit Verwijdering wit- en bruingoed.

Dit zijn de belangrijkste regels hierin.

- Elke gemeente moet, voor zover nog niet aanwezig, een systeem opzetten voor de gescheiden inzameling van wit- en bruingoed.

- 
- De detailhandel dient, als de consument dit wil, bij verkoop van een product een soortgelijk oud product, gratis in te nemen.
  - De producenten en importeurs zijn verantwoordelijk voor de organisatie en financiering van de verdere verwerking. Zij moeten de door gemeenten en detaillisten aangeboden apparatuur gratis innemen en ook de kosten voor het transport naar de verwerkingsinstallatie betalen.
  - Er geldt een verbod op storten en verbranden van gescheiden ingezameld wit- en bruingoed.

In de uitwerking betekent dit dat de kosten van de verwerking doorberekend worden bij de aanschaf van het product in de vorm van een 'verwijderingsbijdrage'. Het belangrijkste inzamelpunt voor wit- en bruingoed is de gemeentelijke milieustraat. Daarnaast spelen kringloopbedrijven een belangrijke rol bij hergebruik van het product. De industrie heeft gezamenlijk verwerkingsbedrijven opgezet die de apparaten demonteren en fracties voor hergebruik geschikt maken.

## Verwerking

Bij de demontage kun je de volgende stappen onderscheiden:

- selectieve demontage van onderdelen die of geschikt voor hergebruik (bijvoorbeeld geheugenchips), of schadelijk zijn (bijvoorbeeld CFK's);
- verwijdering van herbruikbare materialen (omkasting van metaal of kunststof);
- verkleining van de rest door middel van shredders;
- afscheiding van materialen met verschillende technieken.

## Schoolopdracht 4.2



### Vragen

- a Deel de volgende partij apparaten in naar witgoed, bruingoed en kleine huishoudelijke apparatuur.
  - broodrooster;
  - verwarmingsketel;
  - stofzuiger;
  - boormachine;
  - centrifuge;
  - gasfornuis;
  - klokradio;
  - faxapparatuur;
  - cd-speler;
  - pc-toetsenbord.
- b Noem de verantwoordelijkheden van de volgende organisaties bij de invoer en verwerking van wit- en bruingoed.
  - kringloopwinkel;
  - gemeente;
  - detailhandel;
  - producent;
  - importeur;
  - verwerkingbedrijf.

---

## Schoolopdracht 4.3



### Practicum: Demontage - 'Slopen maar'

In kleine huishoudelijke producten worden vele soorten materialen toegepast.

Doel van dit practicum is om na te gaan welke materialen er in een apparaat zoal verwerkt zijn en te onderzoeken of het product gemakkelijk kan worden gedemonteerd. Bij de herkenning van materialen pas je de kennis uit het vorige hoofdstuk toe.

#### Benodigheden

- een klein afgedankt huishoudelijk apparaat dat jezelf meebrengt;
- techniekhal waar demontagegereedschap voor handen is;
- weegapparatuur diverse typen (kg, gram);
- materialen om eenvoudige proeven te doen zoals magneten en branders.

#### Werkwijze

- 1 Weeg het apparaat en noteer het gewicht.
- 2 Demonteer het apparaat voor zover mogelijk.
- 3 Scheid de materialen in zoveel fracties als mogelijk en probeer ze te benoemen.
- 4 Geef aan of een fractie uit één materiaalsoort of meerdere soorten bestaat.
- 5 Weeg elke fractie afzonderlijk.

#### Verwerking

- a Verwijder de fracties volgens de regels die op je school gehanteerd worden.
- b Maak van je bevindingen een verslag, waarin in ieder geval de volgende onderwerpen aan bod komen:
  - beschrijving van het type apparaat;
  - fracties en hoeveelheden die je aantrof;
  - problemen die je ondervond met demontage;
  - aanwezigheid van milieuschadelijke stoffen.

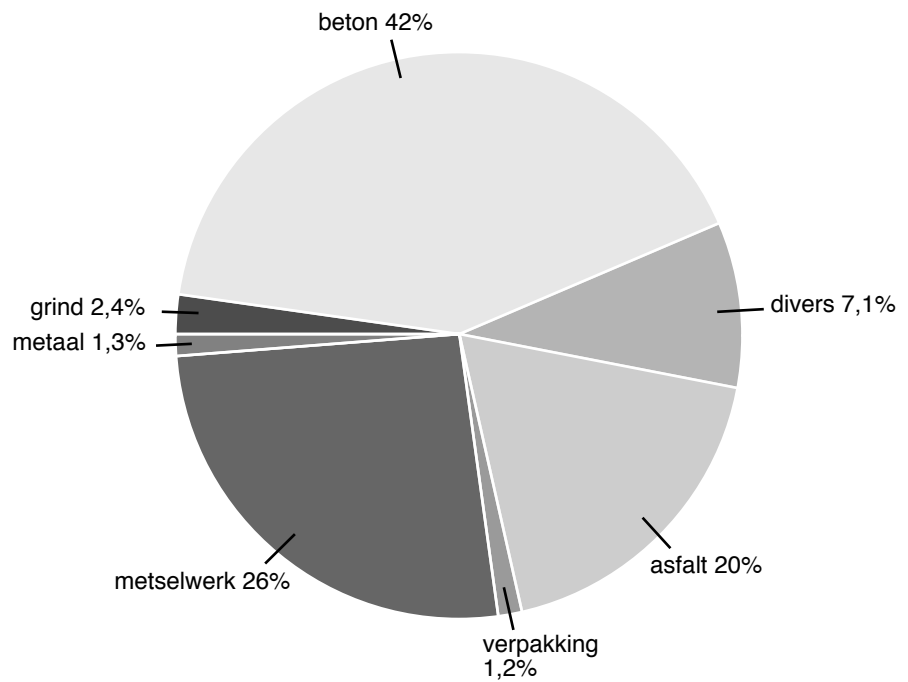
## 4.3 Bouw- en sloopafval

Het gezegde 'dat staat als een huis' gebruiken we voor iets dat in feite niet meer kapot kan. Voor huizen geldt dit echter steeds minder. Op grote schaal worden wijken uit de jaren 50 en 60 gesloopt of gerenoveerd. Deze huizen zijn vaak van slechte kwaliteit of voldoen niet meer aan de huidige woonwensen.

### *bouw- en sloopafval*

Al het afval dat vrijkomt bij het bouwen, slopen en renoveren van huizen en gebouwen valt onder de term *bouw- en sloopafval*. Ook materiaal dat vrijkomt bij de sloop van viaducten en wegen valt eronder. In totaal omvat deze stroom zo'n 13 miljoen ton, waarvan 90 % wordt hergebruikt. De rest wordt gestort of verbrand.

**Fig. 4.5**  
Welke materialen zitten er in een huis verwerkt?

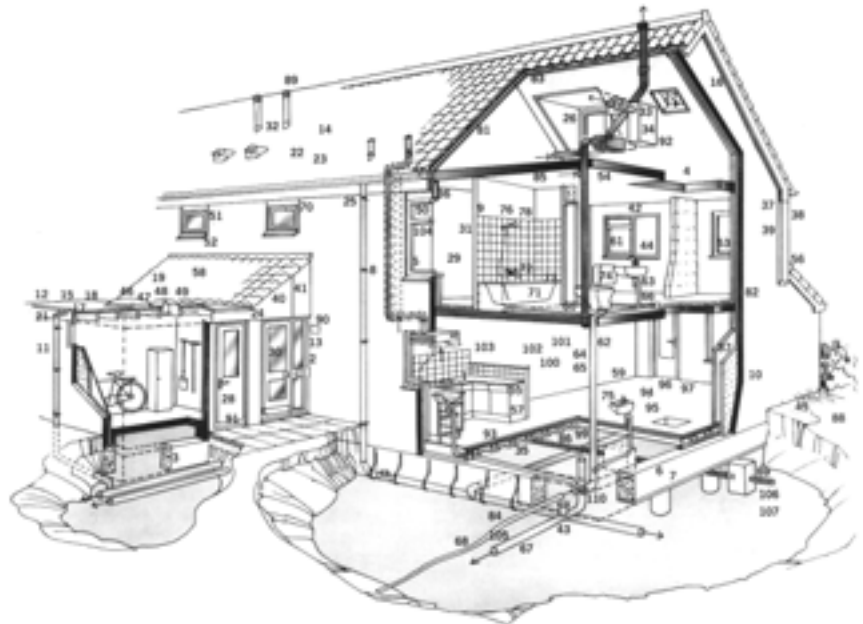


*secundaire grondstof*

In figuur 4.5 zie je de samenstelling van bouw- en sloopafval afgebeeld. Het grootste deel van het bouw- en sloopafval bestaat uit steenachtige materialen. Dit wordt verwerkt tot puingranulaat en hergebruikt als fundering in de wegenbouw. Een klein deel dient als grindvervanger in beton. Dit puingranulaat wordt een *secundaire grondstof* genoemd. Voorwaarde voor toepassing als puingranulaat is dat het materiaal vrij is van milieugevaarlijke stoffen zoals asbest, lood en teerhoudende producten.

In figuur 4.6 zie je 110 onderdelen van een huis benoemd en je kunt nagaan dat daarbij een veelheid aan materialen vrij komt.

**Fig. 4.6**  
110 onderdelen van een  
woonhuis



1 aangezicht/afzichts (gedeelte)	23 dak (geprefabriceerd)	45 kunstgras	67 isolering, buiten	89 ventilatiekleppen
2 afblijven	24 afblijven, buiten	46 lichtkapels	68 ledingsystemen	90 ventilatiekasten
3 afsluiters	25 dakgoot, hermetisatiestrook	47 kroonplanken	69 dakwaterbuisen	91 vert. dakgoot
4 bevestigings	26 dakzappen	48 lichtdoorlatende elementen	70 rolluiken	92 verwaringsinstallatie
5 bevestiging: profiel	27 dakwoning	49 lichtschermen	71 randen (kunststof)	93 vloer-/vloerwering
6 bevestigingsmaterialen	28 draag	50 lijnen	72 accessoires	94 vloerweringen, kasten
7 bevestigingsparabell	29 lamendekken	51 muurafdekkingen	73 installatiemateriaal	95 vloerbedekkingen
8 bevestigingspunt, middel	30 - buitendekken	52 - dorpels/waterdijken	74 doos/afdekkings	96 vloerwering
9 binnenwanden	31 - lamendekkenlijnen	53 windstanken	75 luiken	97 trappen
10 buitenwanden	32 steenvoeringen	54 platendekking	76 douche/waadbakken (kunstst.)	98 sportvloeren *
11 binnen & buiten	33 elektrische installatie	55 platen	77 schoorsteen-elementen *	99 vloerwanden
12 dakafdekkingen	34 isolatiemateriaal	56 geprofileerd	78 vloerbedekking *	100 wandafwerking
13 afsluiters	35 luik- en ledingsystemen	57 - dak	79 vloerbedekking *	101 vloerwering
14 dakbedekkingen	36 luiken, velden	58 lichtdoorlatend	80 vloerwanden *	102 - profielen
15 dakwanden	37 grotbedekkingen	59 profielplaten	81 thermische geluidsoverdracht	103 - profiel platen
16 dakwanden	38 geprofileerde platen	60 platen (materiaal)	82 buitenwanden/luiken	104 zonnepanelen
17 dakbedekkingen	39 - schichten	61 ramen, raampartijen	83 - dak	105 gas/waterdicht/buizenbedekkingen
18 vloerwanden	40 vloerplaat	62 vloering, binnen	84 ledings	106 draagconstructies
19 geprofileerde platen	41 grotwanden	63 beschermingsplaten	85 vloerbedekking	107 funderingen (EPS)
20 herbruikbaar *	42 grotvloeren	64 - luiken	86 vloer	108 isolatie voor weg & waterbouw *
21 dakwanden	43 ventilatie	65 ledingsystemen	87 profiel binnenplaten	109 gevelisolatie *
22 dakwanden - platen	44 vloer	66 - vloerwanden	88 tuinaanlegmaterialen	110 membranen

## Afvalverwerking

Tot eind jaren tachtig was het heel goedkoop om sloopmateriaal te storten. Het kostte een tientje per ton. Inmiddels zijn de kosten opgelopen tot f 200,- per ton. Dit is een belangrijke prikkel geweest om een veel groter deel ervan te hergebruiken. Sinds 1997 is het verboden om herbruikbaar bouw- en sloopafval te storten. In grote lijnen komt het erop neer dat alleen asbesthoudend materiaal en sloopafval dat voor meer dan 90% uit niet-herbruikbare materialen bestaat nog gestort mag worden.

Op bouw- en sloopplaatsen heeft dit tot grote veranderingen geleid. In toenemende mate wordt er gescheiden bij de bron. Zo'n bouwplaats kenmerkt zich door een veelheid aan afvalcontainers, waarin de materialen gescheiden worden opgeslagen. Omdat niet elke bouwlocatie daarvoor geschikt is, is er een nieuw type bedrijven ontstaan: sorteerinrichtingen. Op deze bedrijven worden bruikbare fracties als schoon puin, hout en ijzer gesorteerd.

Dat dit werk niet zonder gevaar is, blijkt uit het volgende fragment.

"Vooral op asbest is men bijzonder gespist. Van iedere wagen die binnenkomt, wordt het kenteken genoteerd. Je kunt bij de poort niet altijd zien wat er in de lading zit. Ontdekken we dat er asbest in zit, dan bekijken we of het er gemengd in zit of makkelijk uit te halen is. In het laatste geval gaan de 'maanpakken' aan en krijgt de klant een rekening die een stuk hoger is."  
 (Bron: J. Penning in Sloop en recycling 4/95)

#### Schoolopdracht 4.4



#### Vragen

In huizen wordt een veelheid aan materialen toegepast. Bekijk figuur 4.6 aandachtig. Je hebt zeven containers tot je beschikking:

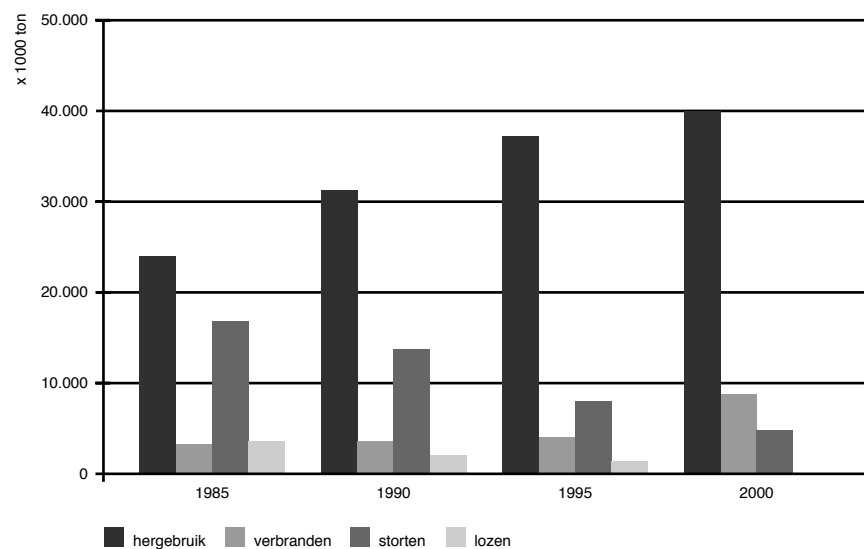
- 1 steenachtige materialen;
- 2 ijzer en metalen;
- 3 kunststoffen;
- 4 glas;
- 5 hout;
- 6 gevaarlijke stoffen;
- 7 overig.

Bepaal willekeurig 20 nummers uit de lijst van 110. Geef het nummer van het onderdeel, de naam ervan en bepaal in welke container het hoort.

## 4.4 Afsluiting

In figuur 4.7 zie je dat er in de afgelopen 15 jaar een gigantische verschuiving heeft plaatsgevonden in de manier waarop we met afval omgaan. Hoewel de hoeveelheid afval nog steeds groeit, is het percentage hergebruik enorm gestegen.

**Fig. 4.7**  
 Veranderingen in de afvalverwerking in 15 jaar



---

De bedrijfstak die zich richt op hergebruik is sterk gegroeid er zijn nieuwe bedrijfstypen ontstaan zoals sorteerinrichtingen en demontagestraten. De stortplaatsen zijn in hoog tempo gesloten en de verbrandingsinstallaties voldoen aan scherpe milieu-eisen. Je kunt zeggen dat we het afvalprobleem voor een groot deel onder controle gekregen hebben.

*Ladder van Lansink*

De eerste stap uit de *Ladder van Lansink* (preventie) krijgen we echter moeilijk onder controle. Uit figuur 4.7 kun je opmaken dat de hoeveelheid afval nog steeds groeit!

## **Praktijkopdracht 4.5**



### **Excursie**

Doel van deze opdracht is om kennis te maken een bedrijf dat zich bezighoudt met recycling van afvalstoffen.

#### ***Benodigheden***

- lijst met adressen in de regio, bijvoorbeeld de Gouden Gids (overleg met je docent over bedrijven die daarvoor in aanmerking komen);
- fototoestel.

#### ***Werkwijze***

- 1 Maak een afspraak met een bedrijf voor een bedrijfsbezoek. Vraag vooraf toestemming om te fotograferen.
- 2 Maak een lijst met vragen die je wilt stellen. Deze vragen moeten betrekking hebben op de volgende onderwerpen:
  - soort bedrijf, omvang enzovoorts;
  - inkomende afvalstromen;
  - bewerkingen die op het bedrijf plaatsvinden;
  - uitgaande stromen, toepassing;
  - milieu-technische voorzieningen.

#### ***Verwerking***

Verwerk je gegevens samen met de foto's tot een collage die je in de klas presenteert.

---

## 5 Pas op: gevaarlijk!

### Oriëntatie

Afvalstoffen kunnen gevaarlijk zijn. Gevaarlijk voor je gezondheid of gevaarlijk als ze in het milieu terechtkomen. Als je gevaarlijke afvalstoffen moet hanteren, moet je de goede voorzorgsmaatregelen nemen, om je eigen gezondheid te beschermen. Om te voorkomen dat gevaarlijke afvalstoffen in het milieu terechtkomen moeten ze apart gehouden worden van het overige afval.

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de vraag welke stoffen er tot de categorie gevaarlijk afval behoren. Ook worden enkele practica gedaan om gevaarlijke stoffen te herkennen. De wijze van behandeling en veiligheidsmaatregelen die je moet nemen komen niet in dit hoofdstuk maar in moduul drie uitgebreid aan bod.

### Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- het verschil tussen KCA en gevaarlijk afval aangeven;
- van verschillende gevaarlijke afvalstoffen de belangrijkste fysisch-chemische eigenschappen vaststellen.

### 5.1 Gevaarlijk afval

*BAGA-besluit*

Gevaarlijk afval is één van de vijf hoofdcategorieën die door de wetgever afzonderlijk onderscheiden wordt. Welke stoffen precies als gevaarlijk afval aangemerkt worden, is te vinden in een officieel besluit van de regering, het zogenaamde *BAGA-besluit* (Besluit Aanwijzing Gevaarlijke Afvalstoffen) waarop in andere certificaten veel dieper ingegaan zal worden. In dit besluit worden stoffen en voorwerpen genoemd die tot het gevaarlijk afval behoren en er worden processen aangegeven waarbij gevaarlijk afval vrijkomt. Ook is te vinden hoe ze afgevoerd moeten worden. In ieder geval geldt dat gevaarlijk afval nooit tegelijk met ander afval vermengd afgevoerd mag worden.

Gevaarlijke afvalstoffen kun je vinden in alle andere eerder besproken groepen van afvalstoffen. Om een indruk te krijgen vind je in figuur 5.1 een lijst van veel voorkomend gevaarlijk afval.



**Fig. 5.1**  
Lijst van veel  
voorkomend afval

**Lijst veel voorkomend afval**

G = gevaarlijk afval  
N = niet-gevaarlijk afval  
H = geschikt voor hergebruik

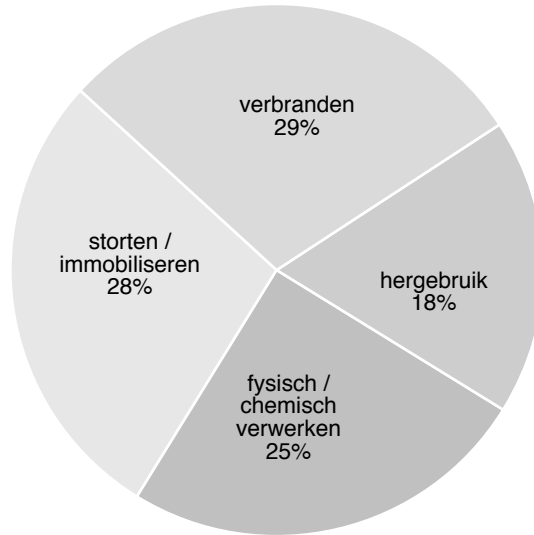
<b>A</b>		<b>H</b>			
absorptiemiddelen	G	hardingszouten	G	plastics	NH
acry's	G	harsen, niet uitgehard	G	poetsdoeken	GH
afbijtmiddelen	G	hooi- en lepmiddelen	G	polyspasta	G
afgewerkte olie		hout	NH	polyethyleen	NH
(zie toelichting)	NH	houtloogbad	G	polypropyleen	NH
alkalisch reinigingsmiddel	G	houverduurzamingszouten	G	polystyreen	NH
amalgam	G			porselein	N
ammoniakoplossing	G	<b>I</b>		puan	NH
anorganische zuren	G	industriële stookslib	G	PVC	NH
anorganische lozen	G	iektsludge/inkafval	G	<b>R</b>	
aromatische koolwaterstoffen	G	<b>K</b>		restegif	G
asbesthoudend afval	N	karton	NH	reinigingsmaterialen (wassen)	G
asbesthoudend stof	G	katalysatoren	G	remineralisatievloeistof	G
<b>B</b>		kleurstoffen/pigmenten	G	remvloeistof	G
batterijen	G	koelkasten	G	rubber	NH
beitsvloeistoffen	G	koelvloeistof (freonen)	GH	<b>S</b>	
bestrijdingsmiddelen	G	koper	NH	studeerboek	N
bijslag-olie	G	kwik	G	slib van wasplaat	G
bloedfaser	G	kwikmanometers	G	smeerolien	G
boor- en snijolie	G	<b>L</b>		spaarlampen	GH
bouw- en sloofafval	NH	laboratoriumafval	G	spothanser	GH
<b>C</b>		lakken	G	stopbad	GH
chloroform	G	lijmen en kitten	G	straalgit	GH
condensatoren	G	lood	GH	swill	N
crossosol	G	loofafval, hydrosiden	G	<b>T</b>	
<b>D</b>		<b>O</b>		tecyfrestanten	G
dakbedekkingsmateriaal	N	olie-sludge	G	terrestranten	G
destillatie residu van		oliefilters	G	textielchemicaliën	G
chemische waterrijp	GH	olie- en brandstofilters	G	thermosetters	G
druksommen	G	olie-water-slibmengels	GH	tl-buizen	GH
<b>E</b>		ono-filterslib	G	toner/vloeistof	G
etivloeistoffen	G	omschtingsmiddelen	G	transformators	G
<b>F</b>		onverftingsbakresten	G	tuinafval	NH
films, ongebruikt	GH	ontwikkelaar	GH	<b>V</b>	
filterkoecken	G	ontwikkelaar/fixer/copyproof	GH	vatenwascrijpb	G
filtermatten (pauze stop filter)	G	oplos- en ontverftingsmiddelen	GH	verfbakken (schoon)	NH
fixeer	GH	(chloroform)	GH	verftrenen	GH
fosforzuur	G	oud ijzer	NH	verftib van waterschem	G
fotocemicaliën, algemeen	GH	overpauze	G	verftverfanner	G
fotopapier, ongebruikt	GH	oxidierende stoffen, algemeen	G	verontreinigde emballage	G
<b>G</b>		<b>P</b>		vervalde oliën	G
galvanische baden	G	pallets	NH	vloeimiddelen	G
groesmiddelen	G	papier	NH	voorzand	N
glas	NH	paraffineresten	G	<b>Z</b>	
groeste/fruit/tuinafval	NH	perchloroethyleenlib (per)	GH	zink	NH
		petroleum/benzine/diesel	GH	zuren	G
		plaatsoerafval	NH		

**De verwerking van gevaarlijke afvalstoffen**

Gevaarlijk afval is een chemisch zeer gevarieerde groep. Hierom zijn de verwerkingsmogelijkheden eveneens zeer verschillend. Vergeliken bij het gewone afval zijn alle verwerkingsmethoden behalve composteren in beginsel ook bij gevaarlijk afval mogelijk. Voorzover er nog geen goede methode is, rest slechts gecontroleerde opslag (zie moduul 2).

Gevaarlijke afvalstoffen en apparaten met gevaarlijke stoffen erin moeten uit het milieu geweerd worden. We moeten ze daarom inzamelen en indien mogelijk hergebruiken. Wat niet kan worden hergebruikt, zal verbrand of gestort moeten worden. In figuur 5.2 zie je de belangrijkste verwerkingstechnieken van gevaarlijk afval afgebeeld.

**Fig. 5.2**  
Verwerking van  
gevaarlijk afval in 1995



Als je naar de lijst van veel voorkomend afval kijkt, zie je daarin ook veel gevaarlijke stoffen vermeld staan. Je zult begrijpen dat je deze stoffen niet zonder gevaar allemaal bij elkaar in één vat kunt verzamelen. Daarnaast zal in geval van mengsels een eventuele herverwerking ook stukken moeilijker zo niet onmogelijk worden. Gevaarlijke afvalstoffen moeten altijd apart worden ingezameld. Huishoudelijke gevaarlijke afvalstoffen en producten worden op basis van hun eigenschappen door de verwerker van gevaarlijk afval in een aantal categorieën ingedeeld. De indeling in categorieën heeft alles te maken met de eindverwerking van deze afvalstoffen. In het volgende voorbeeld zie je welke problemen zich voordoen met één zo'n categorie gevaarlijk afval: vluchtige organische stoffen.

### Vluchtige organische verbindingen

In het huishouden en in bedrijven worden *organische oplosmiddelen* als vlekkenwaters (ontvetten) en als verdunningsmiddelen (verf) toegepast.

*Halogeenrijke organische stoffen* zijn koolstofverbindingen waar ook halogeenatomen, zoals chloor, fluor of broom, in voorkomen. Ze worden toegepast in toiletreinigers, desinfectie- en bestrijdingsmiddelen. Ontvetters als Tri (tri-chloor ethyleen) en Per (per-chloorethyleen) worden op grote schaal gebruikt in chemische wasserijen en bij het ontvetten van metalen.

De toepassing van deze verbindingen is voor de gebruiker niet zonder gevaar. Zo is gebleken dat bij beroepsgroepen als huisschilders en parketleggers een grotere kans bestaat op vroegtijdige dementie.

De opslag van deze stoffen moet gescheiden van andere stoffen gebeuren. Als sommige van deze stoffen in aanraking komen met zuren, zoals urinezuur en azijnzuur, kan er bijvoorbeeld vrij chloorgas ontstaan. Chloorgas zelf is een desinfectiemiddel en wordt bijvoorbeeld toegepast in zwembaden. Chloor moet beschouwd worden als een voor de mens zeer giftige stof. Ook vormen ze een veiligheidsgevaar vanwege de brandbaarheid en kans op vervluchtiging.

Als halogeenrijke organische verbindingen in het geding zijn, dient deze verbranding onder nog grotere zorgvuldigheid dan anders plaats te vinden. Met de verbrandingsgassen kunnen gevaarlijke verbindingen vrijkomen zoals dioxines.

Een andere belangrijke eigenschap is hun eventuele water- of juist vetoplosbaarheid. Belangrijke vloeibare organische stoffen, zoals benzeen, toluen en oliën, zijn slechts in vet oplosbaar. Andere, zoals alcohol en aceton, lossen echter in water op. Lastig zijn water-oliemengsels, zoals je die bijvoorbeeld in metaalfabrieken tegenkomt bij booroliën. Ze kunnen immers niet verbrand worden.

## 5.2 KCA

*klein chemisch afval*

110 miljoen batterijen worden er ieder jaar in ons land verkocht. Jongeren zijn daarbij de grootverbruikers, zo'n 20-30 per persoon per jaar. Toch vormen batterijen maar één van de voorwerpen die tot het KCA behoren. Als we de term *klein chemisch afval* gebruiken betekent dit dus niet dat de omvang van de afvalstroom klein is.

Tot het KCA behoren gevaarlijke afvalstoffen die vrijkomen uit huishoudens. De regels die gelden voor de afgifte van KCA zijn anders dan die voor gevaarlijk afval. Zo hoeven huishoudens niet te registreren hoeveel gevaarlijke stoffen ze produceren, wat bedrijven wel verplicht zijn. Ook hoeven ze de afgifte niet te melden. Wel zijn huishoudens, net als bedrijven, verplicht hun KCA apart te houden van het andere huishoudelijk afval en apart in te leveren. Dit kan op twee manieren: bij een chemocar of bij een milieustraat met een KCA-depot. Is het afval eenmaal ingezameld, dus op het depot of op de chemocar, dan valt het wel onder de categorie gevaarlijk afval. De inzamelaar moet zich houden aan dezelfde regels als die gelden voor bedrijven met gevaarlijk afval.

**Fig. 5.3**  
Eenmaal ingezameld is  
KCA wel 'gevaarlijk  
afval'.



In figuur 5.1 vond je naast producten die gevaarlijk afval bevatten ook gevaarlijke stoffen opgesomd die in huishoudens worden toegepast. Om het huishoudens makkelijker te maken heeft het ministerie een lijst gepubliceerd waarin staat welke stoffen er wel en welke niet tot het KCA behoren: de *welles-nietes-lijst*. Deze *welles-nietes-lijst* vindt je in figuur 5.4 afgebeeld.

accu's (incl. accubuis)	a	1	koelkast (wijnkelder)
accubuis	b	2	medicijnen (*)
afgewekte olie	c	3	meubels
batterijen	d	4	nagellak
benzine	e	5	oefenstoel
bestrijdingsmiddelen	f	6	petroleum
correctievlies	g	7	plamuur
energiezuigende lampen (PL, SL, TL)	h	8	remolie
foto's/tafel	i	9	remover (nagellak)
foto's/middeel	j	10	smeetsel
		11	sparlampen

amateurs	a	12	portabekken
bekke	b	13	postzaden
balpen	c	14	postzaden
borstels	d	15	schoonmaakmiddelen
casertbanden	e	16	schoonmaakmiddelen
filmrolletjes	f	17	schrijfmachines
frisdrank	g	18	snijmachine
glanzmiddel	h	19	spiritus
		20	sputbusen (jeug)

# WELLES

VOORBEELDEN VAN PRODUCTEN EN STOFFEN DIE WEL APART MOET WORDEN

betonrandbuis	b	1	sputbusen met productresten
bevestigingsmiddelen	c	2	tergietine
biten	d	3	tergietijn
brei	e	4	thinner
brak	f	5	verf
brak	g	6	verf (op waterbasis)
brak	h	7	verf (op waterbasis)
brak	i	8	verf (op waterbasis)
brak	j	9	verf (op waterbasis)
brak	k	10	verf (op waterbasis)
brak	l	11	verf (op waterbasis)
brak	m	12	verf (op waterbasis)
brak	n	13	verf (op waterbasis)
brak	o	14	verf (op waterbasis)
brak	p	15	verf (op waterbasis)
brak	q	16	verf (op waterbasis)
brak	r	17	verf (op waterbasis)
brak	s	18	verf (op waterbasis)
brak	t	19	verf (op waterbasis)
brak	u	20	verf (op waterbasis)

# NIETES

VOORBEELDEN VAN PRODUCTEN EN STOFFEN DIE NIET APART MOET WORDEN

grijsverontkopper	a	1	stortbak
halogenlampen	b	2	toner (zieder)
kerperts	c	3	verf (op waterbasis)
kosmetica (behalve	d	4	verf (op waterbasis)
remover en nagellak)	e	5	verf (op waterbasis)
ontsmettingsmiddelen	f	6	verf (op waterbasis)
ontsmettingsmiddelen op waterbasis	g	7	verf (op waterbasis)
	h	8	verf (op waterbasis)
	i	9	verf (op waterbasis)
	j	10	verf (op waterbasis)
	k	11	verf (op waterbasis)
	l	12	verf (op waterbasis)
	m	13	verf (op waterbasis)
	n	14	verf (op waterbasis)
	o	15	verf (op waterbasis)
	p	16	verf (op waterbasis)
	q	17	verf (op waterbasis)
	r	18	verf (op waterbasis)
	s	19	verf (op waterbasis)
	t	20	verf (op waterbasis)

(\*) Oude medicijnen en/of andere biologische afvalstoffen. Niet in eigen huis te vernietigen.

**EEN BETER MILIEU**  
**BEGINT BIJ JIJZELF**

**Fig. 5.4** Welles-nietes-lijst

---

## Schoolopdracht 5.1



### Vragen

- Geef het verschil aan tussen gevaarlijk afval en KCA.
- Waar kun je vinden of een stof tot gevaarlijk afval hoort?
- Welke problemen kunnen zich voordoen als organische afvalstoffen niet apart van andere gevaarlijke stoffen worden opgeslagen? En bij verbranding ervan?
- Maak thuis een lijstje van 10 stoffen die in het gootsteenkastje of de werkplaats staan opgeslagen. Beoordeel met behulp van de welles-nietes lijst of deze stoffen bij het KCA behoren.

## 5.3 Afsluiting

Zowel in bedrijven als particuliere huishoudens wordt met gevaarlijke stoffen gewerkt. Deze moeten gescheiden van het overig afval worden ingezameld. Klein chemisch afval komt vrij uit huishoudens en moet worden ingeleverd bij de milieustraat of chemocar. Eenmaal ingezameld wordt het betiteld als gevaarlijk afval en de inzamelaar moet aan dezelfde regels voldoen als voor gevaarlijk afval. Deze regels gelden voor de verpakking, het gescheiden houden van verschillende stromen en voor de afgifte naar de verwerker.

## Schoolopdracht 5.2



### Practicum: Vlampuntbepaling bij brandbare stoffen

De brandgevaarlijkheid van een brandbare vloeistof is sterk afhankelijk van het vlampunt. Het vlampunt is de laagste temperatuur waarbij een vloeistof zoveel damp afgeeft dat deze damp, gemengd met lucht, door een vlam of vonk kan worden ontstoken. Op basis van hun vlampunt worden brandbare vloeistoffen in drie categorieën verdeeld:

- K1-vloeistoffen hebben een vlampunt  $< 21^{\circ}\text{C}$ ;
- K2-vloeistoffen vlampunt ligt tussen  $21^{\circ}\text{C}$  en  $55^{\circ}\text{C}$ ;
- K3-vloeistoffen vlampunt  $> 55^{\circ}\text{C}$ .

Met deze proef bepaal je van drie vloeistoffen het vlampunt.

#### Benodigdheden

- lampolie, spiritus, andere brandbare vloeistof bijvoorbeeld terpentijn, benzine;
- regelbaar elektrisch verwarmingsplaatje;
- 250 ml bekersglas;
- metalen bakje, dat in het bekersglas past, bijvoorbeeld klein conservenblikje;
- thermometer;
- lucifers;
- eventueel ijsgruis;
- chemiekaartenboek.

#### Veiligheid

Let goed op. Gebruik kleine hoeveelheden zoals aangegeven. Het gaat bij de proef om brandbaarheid van de damp en niet van de vloeistof.

#### Werkwijze

- Doe een klein scheutje vloeistof in het metalen bakje.
- Zet deze in het met leidingwater gevulde bekersglas op een koud verwarmingsplaatje.

- 3 Zet het verwarmingsplaatje op de laagste stand en zet deze langzaam in hogere stand totdat er damp van vrij komt.
- 4 Meet dan de temperatuur van het waterbad.
- 5 Probeer de damp aan te steken met een brandende lucifer. Lukt dit niet, verhoog dan langzaam de temperatuur van het verwarmingsplaatje.
- 6 Meet de temperatuur.
- 7 Probeer dan weer de damp aan te steken.
- 8 Als de damp brandt, noteer dan de temperatuur.
- 9 Stop als het water kookt en de vloeistof is niet tot ontbranding gekomen.
- 10 Laat het verwarmingsplaatje afkoelen en doe het bovenstaande weer, maar dan met twee andere vloeistoffen. Als de damp al bij koud water ontbrandt, koel dan met ijsgruis.

### **Verwerking**

- a Bepaal tot welke categorie elke vloeistof behoort. Raadpleeg het chemiekaartenboek en zoek daar het vlampunt van elke vloeistof in op en vergelijk die met je eigen gegevens.
- b Verwerk je gegevens tot een kort verslag.

## **Schoolopdracht 5.3**



*oxiderende stoffen*

### **Practicum: Brandbevorderende Stoffen**

Men spreekt naast brandbevorderende stoffen ook wel van *oxiderende stoffen*. Dit zijn stoffen waaraan zuurstof op een bepaalde manier chemisch gebonden is. Onder bijzondere omstandigheden, bijvoorbeeld in contact met brandbare stoffen en/of als de temperatuur een bepaalde waarde overschrijdt, kan een brand makkelijk ontstaan. Dit komt doordat de oxiderende stof zuurstof ter beschikking stelt.

Enige voorbeelden van oxiderende stoffen die brandbevorderende eigenschappen hebben zijn:

- chloraten;
- nitraten;
- peroxiden.

Verdund of in water opgelost zijn deze stoffen veel minder gevaarlijk.

### **Benodigheden**

- ammoniumbichromaat;
- kaliumpermanganaat;
- vuurvast plaatje;
- zuurkast;
- bunsenbrander;
- veiligheidsbril.

### **Werkwijze**

- 1 Leg een beetje ammoniumbichromaat op het vuurvaste plaatje.
- 2 Steek de bunsenbrander aan.
- 3 Richt de vlam op het hoopje ammoniumbichromaat.
- 4 Neem de weg zo snel er vuurverschijnselen ontstaan. Noteer wat er gebeurt.
- 5 Herhaal de proef met kaliumpermanganaat.

### **Verwerking**

Maak een kort verslagje van de twee proeven.

---

## Schoolopdracht 5.4



### Practicum: Herkenning van koolwaterstoffen

Koolwaterstoffen worden vaak gemaakt uit aardolie, leisteenzie, aardgas of steenkool. Minerale oliën zijn stoffen die direct bereid worden uit aardolie.

Voorbeelden van minerale oliën zijn: ruwe olie, stookolie, benzine, diesel, smeeroie, snijolie, thermische olie.

De andere koolwaterstoffen worden ook meestal gemaakt uit aardolie (of aardgas), maar zijn niet echt olie-achtig. Voorbeelden hiervan zijn paraffine, asfalt, LPG, butagas, thinner, peut en wasbenzine.

Vluchtige koolwaterstoffen zijn brand- en explosiegevaarlijk en kunnen de gezondheid ernstig bedreigen. De minerale oliën leveren een ernstige bedreiging op voor de natuur. De meeste minerale oliën zijn in de natuur slecht afbreekbaar.

Oliën en andere koolwaterstoffen zijn herkenbaar aan hun geur en gedrag in water. Deze herkenning is het doel van dit practicum.

#### Benodigheden

- een tiental soorten (genummerde) koolwaterstoffen, zoals aardolie, diesel, benzine, wasbenzine, thinner, peut, ethylacetaat, spiritus, lampolie, paraffine, ether, aceton, motorolie, thermische olie, koolzaadolie, polyester-uitharder, glansolie, zonnebrandolie;
- rekje met reageerbuisjes;
- wasmiddel (detergent).

#### Werkwijze

- 1 Beoordeel de geur van de koolwaterstoffen door voorzichtig te ruiken. Pas op: enkele koolwaterstoffen zijn giftig: benzine, thinner, aceton, polyester-uitharder.
- 2 Noteer je waarnemingen.
- 3 Doe in de reageerbuisjes  $\pm$  3 cm water en nummer de reageerbuisen.
- 4 Doe slechts 1 druppel van de stof in de reageerbuis, schud goed en laat de reageerbuis even met rust (5 minuten).
- 5 Bekijk de reageerbuis kritisch en noteer je waarnemingen.
- 6 Doe in ieder reageerbuisje een druppel afwasmiddel, schud goed en laat de reageerbuis even rustig staan.
- 7 Bekijk de reageerbuis kritisch en noteer je waarnemingen.

#### Verwerking

Beschrijf je waarnemingen in een verslag. Maak een tabel met vier kolommen: soort stof, geur, oplosbaar in water en toevoeging wasmiddel. Trek een conclusie uit je waarnemingen en beantwoord de volgende vragen.

- a Waarvoor worden de minerale oliën gebruikt?
- b Welke niet minerale oliën ken je?
- c Waarom zijn die oliën in de natuur meestal minder gevaarlijk?
- d Welke ongelukken met minerale oliën op zee leveren vooral veel schade op voor vogels en dieren?
- e Welk speciaal gevaar leveren afvaloliën op als ze in de bodem komen? (denk aan het grondwater)
- f Welk speciaal gevaar leveren afvaloliën op als ze in het riool komen? (denk aan waterzuivering)





---

# Begrippenlijst

<i>Afvalstoffen</i>	Alle stoffen, preparaten of andere producten waarvan de houder zich met het oog op de verwijdering daarvan ontdoet, voornemens is zich ervan te ontdoen of zich ervan moet ontdoen.
<i>bedrijfsafval</i>	Afvalstoffen, niet zijnde huishoudelijke afvalstoffen, afvalwater, autowrakken of gevaarlijke afvalstoffen.
<i>biosfeer</i>	Dat deel van het aardoppervlak waarin levende organismen voorkomen.
<i>consumenten</i>	Dieren die leven van voedingsstoffen, vastgelegd door producenten of andere consumenten.
<i>delfstof</i>	Mineraal, nuttige stof die uit de grond gegraven wordt.
<i>ecosysteem</i>	Samenhangend geheel van elkaar onderling beïnvloedende planten, dieren, mensen en omgeving in een bepaald gebied.
<i>Gevaarlijk afval</i>	Categorie van stoffen en producten gedefinieerd in het Besluit Aanwijzing Gevaarlijke Afvalstoffen (BAGA).
<i>grondstof</i>	Onbewerkt ruw materiaal met betrekking tot wat er uit vervaardigd wordt of kan worden.
<i>huishoudelijk afval</i>	Afvalstoffen afkomstig uit particuliere huishoudens, afvalwater en autowrakken daaronder niet inbegrepen, behoudens voor zover het afgegeven of ingezamelde bestanddelen van die afvalstoffen betreft, die zijn aangewezen als gevaarlijke afvalstoffen.
<i>KCA</i>	Klein Chemisch Afval. Gevaarlijke afvalstoffen die vrijkomen uit huishoudens, zolang ze niet zijn ingezameld.
<i>Ladder van Lansink</i>	Deze geeft een rangorde voor de verwijdering van afvalstoffen aan.
<i>producenten</i>	Groene planten die met behulp van koolzuurgas uit de lucht, water en mineralen uit de bodem, energie van de zon vastleggen in voor de plant bruikbare bouw- en voedingsstoffen.
<i>reduceren</i>	Organismen die dood organisch materiaal afbreken tot mineralen.



---

# Trefwoordenlijst

## **A**

a-biotische factoren 10  
Afval 21  
Auto Recycling Nederland 62

## **B**

BAGA-besluit 72  
bio-plastics 55  
biosfeer 10  
biotische factoren 11  
Blends 52  
bouw- en sloopafval 67  
bruingoed 64

## **C**

chemische recycling 54  
Composieten 52  
composieten 31  
composteren 41

## **D**

delfstof 26

## **E**

ecodesign 65  
ecosysteem 11

## **G**

gesloten kringloop 11  
grondstof 25

## **H**

Halogeenrijke organische stof 75  
huishoudelijk afval 26

## **K**

KCA 28  
klein chemisch afval 75  
kleine huishoudelijke apparaten 64

## **L**

Ladder van Lansink 71  
laminaten 57  
legeringen 31

## **M**

mechanisch recycelen 54  
monomeren 49

## **O**

organische oplosmiddelen 75  
organische stoffen 11  
oxiderende stoffen 78

## **P**

polymeren 49  
productkolom 16

## **S**

secundaire grondstof 68  
staal 31

## **V**

vergisting 41

## **W**

welles-nietes-lijst 76  
witgoed 64

