

Milieuaspecten van het productieproces

Milieuaspecten van het productieproces Theorie

F. Hermans

eerste druk, 2001



Artikelcode: 25041-2

Colofon

Auteurs team	F. Hermans, J. de Jong, P. de Jongh, C. Schils, P. Veenstra
Resonans	H. van de Wetering
Onderwijskundige	A. Oosterhoff
Illustraties	Verbaal - bureau voor visuele communicatie
Redactie	Studio Maan, A. Breemhaar en J. van Oijen

© 2001 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

Deze uitgave bevat de onderwijseenheid Milieuaspecten van het productieproces van de deelkwalificatie Uitvoeren bedrijfsmilieuzorg. Voor de onderwijseenheid is er een uitgave met opdrachten en bronnen en een uitgave met theorie.

Opdrachten

Aan het begin van elk hoofdstuk staan de leerdoelen. Daar staat wat je aan het einde van het hoofdstuk moet kunnen. De opdrachten bevorderen de zelfwerkzaamheid. Met de opdrachten kun je je kennis in de praktijk toetsen of bepaalde vaardigheden trainen. Als je alle opdrachten met voldoende resultaat hebt uitgevoerd, beheers je de stof.

Bronnenoverzicht

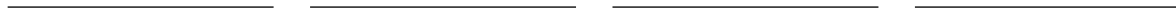
Om de opdrachten uit te voeren heb je informatie nodig. Hiervoor kun je het bijbehorende theorieboek gebruiken. Maar je kunt ook andere bronnen raadplegen. In het bronnenoverzicht staat waar je allemaal informatie kunt vinden over milieuaspecten van het productieproces. Dit kunnen boeken zijn, maar ook vakbladen, folders, video's, het internet, et cetera.

Theorie

Het theorieboek bevat de theorie die je het meest nodig hebt en die niet gauw verandert. Om het bestuderen en verwerken van de tekst gemakkelijker te maken kun je aan het einde van elke paragraaf verwerkingsvragen maken.

Namens het auteursteam wens ik je veel succes bij het werken met deze uitgave.

De auteur,
François Hermans
Projectgroep Milieutoezicht

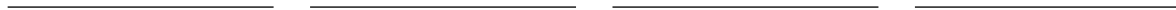


Inleiding

Om te kunnen produceren heb je grond- en hulpstoffen nodig. Voor de opslag en aanvoer daarvan zijn er voorzieningen nodig. Deze voorzieningen moeten net als de procesapparaten aangepast zijn aan de aard en eigenschappen van de grond- en hulpstoffen. Bovendien moet de kwaliteit bewaard blijven en de (milieu)veiligheid gegarandeerd zijn. Ook voor de afvoer van afval- en reststoffen zijn voorzieningen nodig. In hoofdstuk 1 leer je hoe je om moet gaan met zowel de grond- en hulpstoffen als de afval- en reststoffen.

In productieprocessen ondergaan stof- en materiaalstromen allerlei veranderingen en bewerkingen. Het is economisch noodzakelijk om zo goedkoop en zo rendabel mogelijk te werken en toch producten van de vereiste kwaliteit te maken. In hoofdstuk 2 leer je hoe je kunt controleren dat efficiëntie en kwaliteit in productieprocessen bewaard blijven.

Waar geleefd en gewerkt wordt, ontstaan per definitie afvalstoffen. Afvalstoffen moeten worden afgevoerd om te voorkomen dat de leef- en werkomgeving bevuild worden. Je kunt echter niet meer - vroeger gebeurde dat wel - onbeperkt afvalstoffen lozen in oppervlaktewater, in de lucht of op vuilstortplaatsen. Strenge milieuwetgeving heeft hier een einde aan gemaakt. Met behulp van allerlei technieken zijn we nu in staat het grootste deel van de milieubelastende elementen uit een afvalstroom te vangen of onschadelijk te maken. In hoofdstuk 3 maak je kennis met verschillende lucht-, water en afvalzuiveringsapparatuur die in bedrijfsprocessen wordt ingezet. Ook leer je over het zo schoon mogelijk uitvoeren van de productieprocessen zélf.



Inhoud

Voorwoord 5

Inleiding 7

1 De inputstromen geanalyseerd 11

- 1.1 Opslagvoorzieningen en het toezicht erop 11
- 1.2 Energie in productieprocessen 26
- 1.3 Apparaten voor energievoorziening 34
- 1.4 Registreren van verbruiksgegevens 49
- 1.5 Afsluiting 55

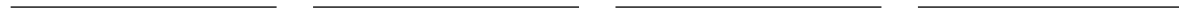
2 Stofstromen efficiënter maken 56

- 2.1 Stofstromen in bewerking 56
- 2.2 De begrippen massabalans, rendement en kengetallen 59
- 2.3 Afsluiting 62

3 De inzet van zuiveringstechnologie 63

- 3.1 Wie vuilmaakt moet poetsen 64
- 3.2 Luchtreinigingsapparatuur 69
- 3.3 Waterzuiveringsapparatuur 77
- 3.4 Afvalscheidingsapparatuur 84
- 3.5 Afsluiting 87

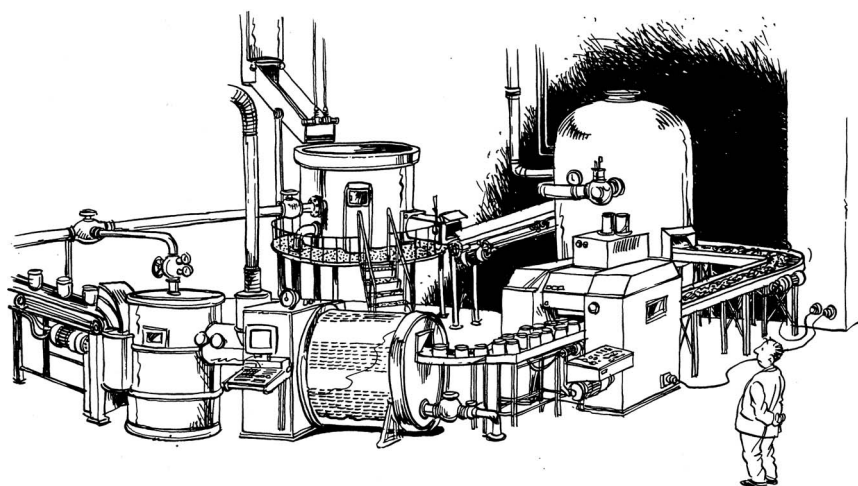
Trefwoordenlijst 89



1 De inputstromen geanalyseerd

Oriëntatie

Fig. 1.1



De directeur uit figuur 1.1 heeft overduidelijk een probleem. Ondanks de draaiende apparatuur worden er geen producten gemaakt. De inpakafdeling staat duimen te draaien. Om het probleem van de directeur op te lossen moeten voorraden grond- en hulpstoffen het proces gaan 'voeden'. Pas dan kan de fabriek producten maken en kan de inpakafdeling aan het werk.

Voor de opslag en aanvoer van grond- en hulpstoffen en de afvoer van afval- en reststoffen zijn voorzieningen nodig. Deze voorzieningen moeten net als de procesapparaten aangepast zijn aan de aard en eigenschappen van de grond-, hulp-, afval- en reststoffen. Het is belangrijk dat de kwaliteit van de ingezette grondstoffen bewaard blijft en de (milieu)veiligheid gegarandeerd is. Ook tijdens het proces moet je hiermee rekening houden. Vloeistoffen, gassen en vaste stoffen vereisen zo elk een eigen manier om mee om te gaan.

1.1 Opslagvoorzieningen en het toezicht erop

Als je stilstaat bij de kenmerken van de verschillende verschijningsvormen van stoffen, zie je hoe je in eerste instantie met die stoffen om moet gaan in het productieproces. Je hebt voorzieningen nodig om alle stoffen en producten te kunnen bewaren en af te voeren. Het (eind)product in dozen in de opslagloods, kapotte glazen potten in een glasbak en afvalwater in het riool of een opslagtank. De opslag- en

afvoervoorzieningen moeten zijn afgestemd op de aard en eigenschappen van de opgeslagen stoffen en producten. Alleen dan kun je ze 'gevangen' houden in de opslag en binnen het proces.

Stoffen kunnen in drie verschijningsvormen voorkomen:

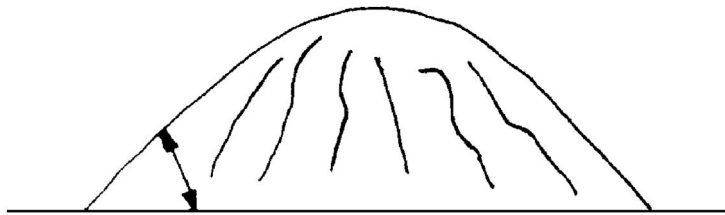
- gas;
- vloeibaar;
- vast.

Elke verschijningsvorm heeft van nature kenmerkende eigenschappen. Zo laat een gas zich niet zo makkelijk 'vangen' als een vloeistof en zal een vaste stof geen damp afgeven zoals een vloeistof dat kan.

Opslag van vaste stoffen

- open opslag* Vaste stoffen zoals zand, grind en ertsen, kun je in een *open opslag* opslaan. De weersinvloeden zullen geen afbreuk doen aan de kwaliteit van de stoffen. Bij harde wind moet je er wel voor zorgen dat bijvoorbeeld zand niet gaat stuiven! Stoffen als zout en meel kun je niet in de buitenlucht opslaan. Eén regenbuitje zou ze al onbruikbaar maken. Deze stoffen moet je dus overdekt opslaan. Bij al dit soort stoffen hebben we te maken met los materiaal. In de praktijk spreek je van een bulkproduct.
- bulkproduct* *Bulkproduct* kun je gewoon op een hoop storten en opslaan. Bij het storten van bulkproduct moet je met een aantal zaken rekening houden: met de hellingshoek, met inklinking en met segregatie.

Fig. 1.2
Hellingshoek van los gestort bulkproduct



- hellingshoek* Bij het storten van bulkproduct treedt altijd een *hellingshoek* op. De grootte daarvan is afhankelijk van het materiaal dat je stort. De hellingshoek die ontstaat als je stort vanaf een centraal punt, noem je het *natuurlijke talud*. Bij het storten van zeer grote hoeveelheden, zoals bij de zand- en grindwinning, houd je een kleinere hoek aan dan het natuurlijke talud. Dit voorkomt dat er afschuiving plaatsvindt: liever geen lawinegevaar! Afschuiving treedt zonder meer op bij een hellingshoek groter dan het natuurlijke talud. Op basis van de hellingshoek en het aantal m³ materiaal dat je moet opslaan, kun je de benodigde m² ruimte voor opslag berekenen.

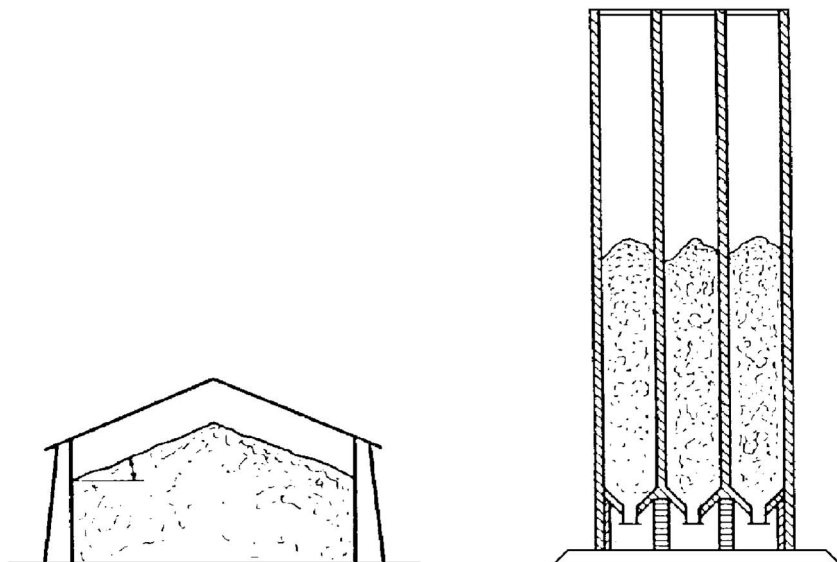
- inklinken* Bij het storten van fijnkorrelige stoffen is het van belang te weten dat er zich lucht ophoopt tussen de stofdeeltjes. Door trillingen of door het uitoefenen van druk op de bovenzijde verdrijft je de lucht. Dit noem je *inklinken* van de stof. Je kunt dit thuis zelf waarnemen als je de suikerpot bijvult met losse suiker. Klop een paar keer rustig met de bijgevulde pot op de tafel. Door het inklinken ontstaat er lege ruimte onder de rand van de suikerpot. Door inklinken neemt de dichtheid van het gestorte materiaal toe.

Wanneer de deeltjes van een bulkproduct verschillen in grootte of dichtheid, zorgen trillingen ervoor dat bepaalde deeltjes naar beneden zakken. Zo ontstaat er een zekere scheiding van deeltjes in de vaste stof, bijvoorbeeld in kleine en grote deeltjes of deeltjes met een grotere en kleinere dichtheid. Dit noem je *segregatie*.

Overdekte opslag

Overdekte opslag van bulkproduct vindt plaats in een opslagloods of -hal of in een silo. De opslag van sommige bulkproducten in een afgesloten ruimte kan gevaarlijke situaties opleveren. Bij verkeerde opslagcondities is namelijk explosiegevaar aanwezig. Zo kunnen 'onschuldige' meelsilo's ontploffen als gevolg van het ontstaan van broei in het meel. Ook tijdens transport is het van belang dat de opslagcondities goed zijn. In het voorjaar van 1999 heeft er een verschrikkelijk verkeersongeluk plaatsgevonden in de Mont Blanc tunnel als gevolg van een brandende vrachtauto. Deze vrachtauto vervoerde meel waarin broei was ontstaan...

Fig. 1.3
Loods en silo



Verpakte of gebundelde opslag

Losse vaste stoffen kun je ook verpakt of gebundeld opslaan. De verpakking kan bestaan uit vaten, zakken, dozen en dergelijke. Deze 'kleinverpakkingen' sla je vaak op pallets zodat je ze efficiënt kunt transporteren. Pallets met (eind)product stapel je op hun beurt weer of plaats je in grote rekken in een *magazijn*.

Het kan zijn dat je de klimaatomstandigheden in een magazijn moet regelen, bijvoorbeeld de temperatuur in een vriespakhuis of de luchtvochtigheid in een opslag met zakken meel.

Opslag van vloeistoffen

Vloeistoffen sla je op in een bassin, bak, tank of can. Welke opslagvorm je kiest, hangt af van de hoeveelheid en van de (gevaarlijke) eigenschappen van de vloeistof. Water kun je gerust in een emmer opslaan: als het verdamppt, is dat niet erg. Bij benzine ligt dat al heel anders. Die sla je niet op in een open vat alleen al vanwege het brandgevaar. Eén vonkje is genoeg om het hele vat uit te laten branden. Daarnaast is benzinedamp

schadelijk voor de mens en voor het milieu. Benzine moet je dus in een dichte verpakking bewaren. Maar daarmee ben je er nog niet. Benzine verdampt namelijk gemakkelijk. De damp oefent een druk uit op de verpakking. De verpakking moet sterk genoeg zijn om deze druk te weerstaan. Een opslagvoorziening voor benzine moet dus aan speciale eisen voldoen. Zo zijn er meer vloeistoffen die speciale opslagvoorzieningen vereisen.

Opslag in open bassins

Vloeistoffen die je in een open bassin opslaat, moeten aan een aantal voorwaarden voldoen. Zo'n vloeistof mag niet:

- snel verdampen onder normale weersomstandigheden;
- oxiderend, bijtend of giftig zijn;
- brandbaar zijn;
- stinken;
- radioactief zijn.

Heeft een vloeistof wel één van deze eigenschappen, dan is opslag in een gesloten opslagvoorziening noodzakelijk. Bijvoorbeeld in een tank.

Tanks

Bij de opslag van vloeistoffen in een tank spelen diverse zaken een rol. De belangrijkste daarvan zijn de materialen waarvan de tank is gemaakt en de noodzakelijke (veiligheids)voorzieningen.

De gebruikte materialen moeten in ieder geval voldoende stevigheid hebben en moeten bestand zijn tegen de opgeslagen stof. Er zijn tanks van metaal voor bijvoorbeeld opslag van gassen of van kunststof voor bijvoorbeeld opslag van olie. Houten tanks komen nog voor in opslagplaatsen voor wijn en hebben ook als doel de wijn op smaak te laten komen.

Fig. 1.4
Houten tanks



Elke tank kent voorzieningen om te vullen en om af te tappen. Soms is dit één en dezelfde opening. Deze openingen zijn voorzien van flenzen waardoor je er leidingen of andere hulpstukken aan kunt koppelen. Tijdens het vullen van een tank moet je de tank altijd ontlichten. De tank raakt immers voller. Als de lucht boven de vloeistof dan niet weg kan, bouw je in die ruimte een druk op. Dat is niet wenselijk. Tijdens het legen moet je daarentegen lucht aanvullen boven het vloeistofniveau omdat er anders een onderdruk ontstaat. Dit is ook niet wenselijk. Afhankelijk van de eigenschappen van de opgeslagen vloeistof vinden ontlichting en beluchting rechtstreeks plaats via een opening op de buitenlucht. Bij brandgevaarlijke stoffen moet op deze opening een *vlamdover* zijn aangebracht. Dit is een rooster van gaas dat voorkomt dat een vlam naar 'binnen slaat' en de damp boven de vloeistof in brand zet.

vlamdover

Tanks waarin je vloeibare gassen opslaat, hebben een heel scala aan voorzieningen om de veiligheid te garanderen. Je kunt dit bijvoorbeeld zien bij een LPG-tank op een tankstation.

mangat

Grotere tanks hebben een *mangat*. Dit is een opening in de tankwand die is afgesloten met een deksel. De opening is groot genoeg om iemand door te laten zodat de tank van binnenuit gecontroleerd kan worden. Tanks hebben ook voorzieningen om het vloeistofniveau in de tank te bepalen. Dit kunnen eenvoudige voorzieningen zijn zoals een peilstok of kijkglas, maar ook complexere die op elektronica gebaseerd zijn. Het

vloeistofniveau

resultaat zie je dan op een klokmeter of display, zoals de benzinstand in de tank van een auto.

Het kan zijn dat de vloeistoffen die in een tank zijn opgeslagen nog om andere voorzieningen vragen. Bijvoorbeeld een hogere of lagere opslagtemperatuur dan de omgeving. In dat geval zijn verwarmingselementen of koelelementen voor of in de tank aanwezig. Er zijn ook vloeistoffen die je met roerders in beweging moet houden omdat de vloeistofdeeltjes zich anders scheiden.

Soms is het om proceshygiënische redenen nodig dat je een tank van binnen regelmatig schoonmaakt. Je kunt daarvoor een reinigingsinstallatie laten inbouwen.

Er zijn liggende en staande tankmodellen. Figuur 1.5 laat liggende tanks zien. In figuur 1.6 zie je doorsneden van staande tankmodellen.

Fig. 1.5
Opslagtanks

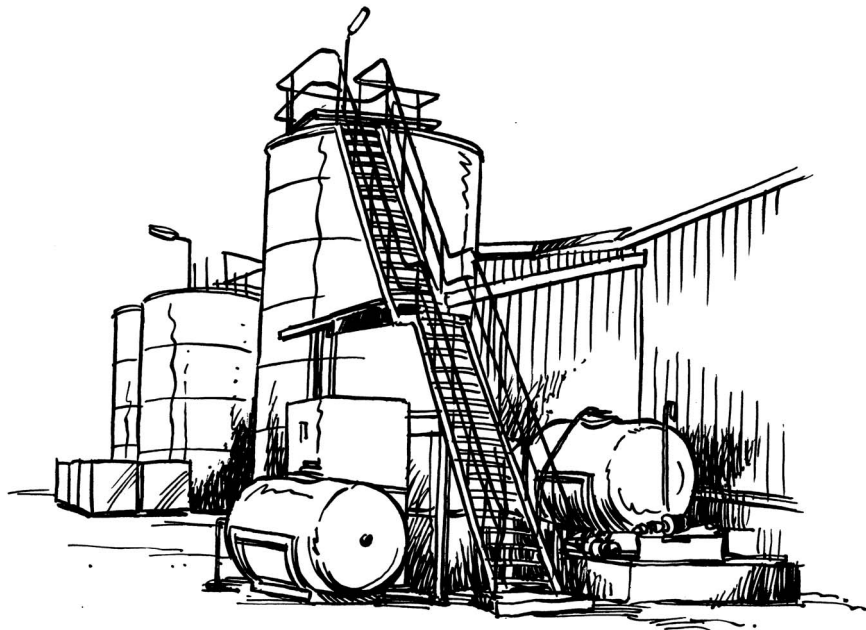
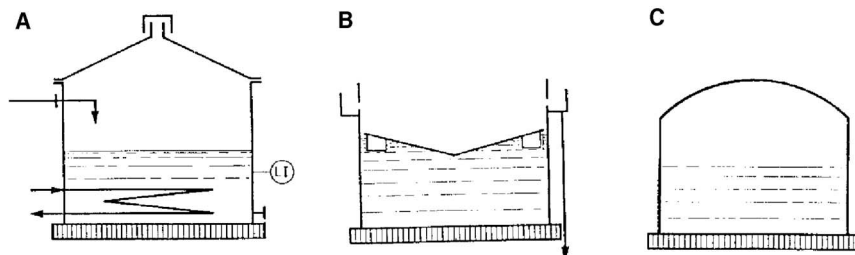


Fig. 1.6
Staande tanks



Opslag van gassen

Een stof reken je tot de gassen als deze bij kamertemperatuur en bij atmosferische druk in gasvorm voorkomt. Gassen kun je samenpersen zoals lucht in een fietsband. Gassen kun je onder omstandigheden ook vloeibaar maken. Vloeibaar gas zit bijvoorbeeld in de gasaansteker, in een blikje campinggas en in de gastank van de auto.

kritische temperatuur

Bij het vloeibaar maken van een gas speelt de *kritische temperatuur* een belangrijke rol. Een gas moet je tot onder de kritische temperatuur laten afkoelen voordat het in de vloeistoffase kan overgaan. In figuur 1.7 is een tabel met de kritische temperaturen van enkele gassen weergegeven.

Fig. 1.7
Gassen en hun kritische temperatuur

gas	kritische temperatuur (°C)
helium	-268
waterstof	-240
stikstof	-147
fluor	-129
argon	-122
zuurstof	-119
methaan	- 82
koolstofdioxide	- 31
ethaan	- 32
propaan	- 97
butaan	-135
chloor	-144

drukhouders

Gas sla je op in *drukhouders*. Dit kan op drie manieren:

- samenpersen;
- vloeibaar maken door koeling;
- onder druk oplossen in een vloeistof.

Voorbeelden van vloeibaar gemaakte gassen door sterke koeling zijn LPG, zuurstof en stikstof. Acetyleen is een voorbeeld van een gas dat onder druk in aceton is opgelost.

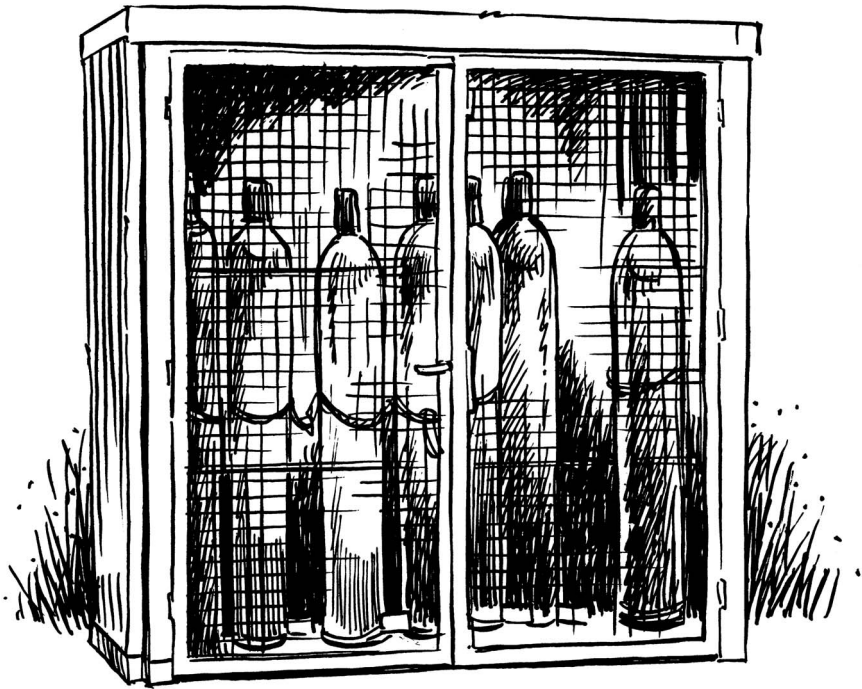
Er zijn verschillende typen drухouders. Afhankelijk van het opslagvolume zijn er:

- stalen gasflessen;
- gastanks;
- grote stationaire drухouders.

Afhankelijk van de eigenschappen van een gas - brandbaar, toxisch of explosief - zijn passende voorzieningen op de drухouders aanwezig zoals drukmeters en drukregelaars. Een drukregelaar zorgt ervoor dat het gas niet met een druk van bijvoorbeeld 200 bar uit de fles komt maar met een druk die geschikt is voor gebruik.

Op de werkvloer gebruiken we meestal losse gasflessen. Om ongelukken te voorkomen moet je deze zo opstellen dat ze niet kunnen omvallen. Niet dat de fles kapot zal gaan maar het gewicht van de drухouder kan wel leidingen kapot trekken! In bedrijfsprocessen waar veel gassen gebruikt worden, is vaak een speciale gassenopslag. Vanuit die opslag gaan de verschillende gassen via leidingen naar de plaats van bestemming.

Fig. 1.8
Container voor opslag
van gascilinders



Opslag van gevaarlijke stoffen

In heel wat bedrijfsprocessen worden gevaarlijke stoffen toegepast. Zo moet een metalen werkstuk voor het gelakt kan worden, eerst ontroest en ontvet worden. De hulpstoffen die je hierbij gebruikt, bezitten bijvoorbeeld corrosieve, oxiderende of brandgevaarlijke eigenschappen. Wees daarom altijd op je hoede als je te maken hebt met gevaarlijke stoffen. Je kunt ze herkennen aan het oranje veiligheidsetiket op de verpakking.

Fig. 1.9
Veiligheidsetiket op
verpakking voor een
gevaarlijke stof



Bedrijven kunnen behoorlijk grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen in voorraad hebben. De opslag ervan vereist speciale aandacht.

Brand is de meest gevreesde calamiteit voor een bedrijf, immers als een bedrijf in vlammen opgaat, ligt de productie geheel stil. Bedrijven die met gevaarlijke stoffen werken, moeten extra voorzichtig zijn. Opslagplaatsen voor gevaarlijke stoffen zijn risicoplacsen bij brand. Brand kan onder andere ontstaan als gevolg van het met elkaar reageren van opgeslagen gevaarlijke stoffen. Dus niet enkel het gebruik van gevaarlijke stoffen vraagt om maatregelen. Passende maatregelen op opslagplaatsen van gevaarlijke stoffen zijn even zeer noodzakelijk.

Als een bedrijf meer dan 25 kg gevaarlijke stoffen of afvalstoffen op één plaats opslaat dan moet het bedrijf voor deze opslagplaats een aantal maatregelen nemen. Gevaarlijke afvalstoffen zijn in alle opzichten namelijk net zo bedreigend als gevaarlijke grondstoffen. Bij opslag zijn daarom dezelfde maatregelen van toepassing.

- Het bedrijf moet voorkomen dat er vanuit zo'n opslagplaats ook maar iets naar de omgeving weglekt.
- De opslagplaats zelf moet goed bestand zijn tegen brand van buitenaf en van binnenuit.
- Het bedrijf moet voorkomen dat de opgeslagen stoffen met elkaar kunnen reageren waardoor brand of andere gevaarlijke situaties kunnen ontstaan.

De maatregelen die van toepassing zijn op een opslagplaats met gevaarlijke stoffen worden onderverdeeld in organisatorische en bouwtechnische maatregelen.

Organisatorische maatregelen

Deze maatregelen bouw je in de werkwijze van de bedrijfsvoering in. Medewerkers die verantwoordelijk zijn voor het reilen en zeilen van de opslagplaats, moeten op de hoogte zijn van de gevaren. Overige medewerkers in het bedrijf, maar ook bezoekers moet je waarschuwen als zij in de omgeving van een opslagplaats met gevaarlijke stoffen komen. In de omgeving en op de deur van een opslagplaats moet je daarom een of meerdere *pictogrammen* aanbrengen. Voorbeelden daarvan vind je in figuur 1.10. Deze veiligheidssignalering brengt de lezer op de hoogte van de gevaren en geeft aan welke voorzorgsmaatregelen hij moet nemen.

pictogrammen

Fig. 1.10
Voorbeelden van
veiligheidssignalering



absorptiekorrels

Het kan gebeuren dat er gemorst wordt in een opslagplaats. Er ontstaat dan een risicosituatie. Opruimen is dan natuurlijk het eerste wat je moet doen. Vaste gevaarlijke stoffen kun je eenvoudig opvegen. Met vloeibare stoffen ligt dat anders. Opdweilen is meestal geen optie. Daarom zet je *absorptiekorrels* in. Deze korrels zijn gemaakt van materiaal dat als een spons vele verschillende typen vloeistoffen kan opzuigen. Is de geknoeide vloeistof eenmaal in de korrels getrokken dan kun je deze opvegen.

Fig. 1.11
Absorptiekorrels zijn noodzakelijk bij ongelukjes met vloeistoffen.



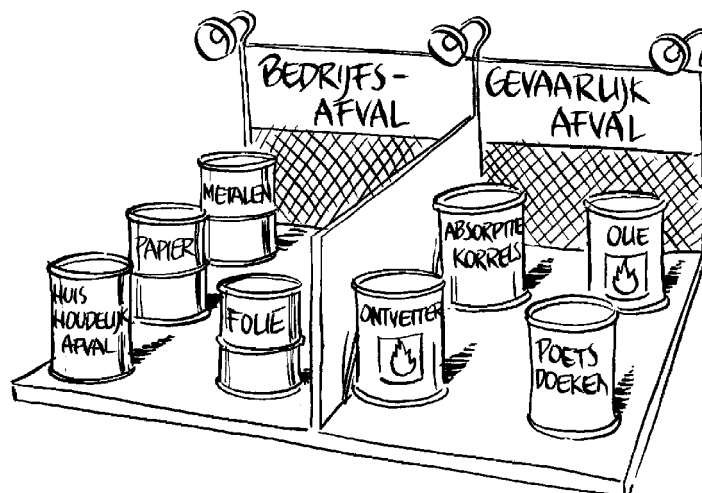
De gebruikte absorptiekorrels zijn gevaarlijk afval geworden, ze bevatten immers de geknoeide gevaarlijke vloeibare stof. Gevaarlijk afval moet je gescheiden van niet-gevaarlijk afval bewaren en afvoeren om te voorkomen dat twee (afval)stoffen met elkaar reageren. Voor een bedrijf gelden wat dat betreft dezelfde regels als voor de consument. De consument levert zijn gevaarlijk afval ook apart in bij chemokar of milieustraat.

Fig. 1.12
Een dergelijke situatie
kun je als bedrijf maar
beter voorkomen.



Omdat het bij bedrijven vaak om veel grotere partijen gevaarlijk afval gaat dan in een huishouden, zijn meerdere 'milieuboxen' noodzakelijk. Elke soort gevaarlijk afval heeft een eigen bak nodig. De verschillende bakken moeten natuurlijk goed herkenbaar zijn voor de gebruikers. Zo wordt uitgesloten dat er vreemde reacties tussen de afvalstoffen onderling ontstaan.

Fig. 1.13
Afvalstoffen moeten
gescheiden worden
opgeslagen en afgevoerd.



In de opslagplaats voorkom je reacties tussen partijen gevaarlijke (grond)stoffen op twee manieren:

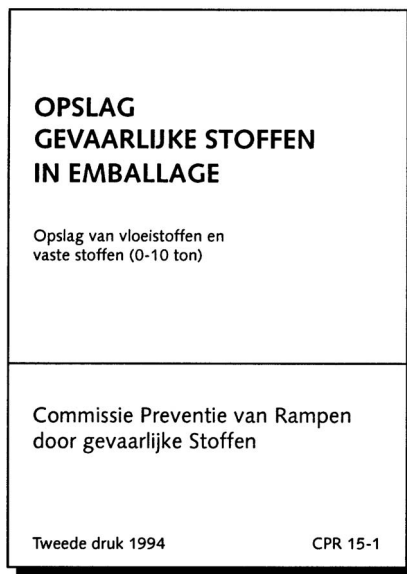
- door partijen op twee meter afstand van elkaar op te slaan;
- door een scheidingsmuur tussen de partijen te plaatsen.

Het is wettelijk verplicht om in een speciaal logboek de in- en uitgaande partijen gevaarlijke stoffen van een opslagplaats bij te houden. Bij calamiteiten kunnen hulpdiensten dan aan de hand van dit logboek een inschatting van het gevaar maken. In of dichtbij een opslag is een brandblusapparaat verplicht om beginnende brand snel te kunnen doven.

Bouwtechnische maatregelen

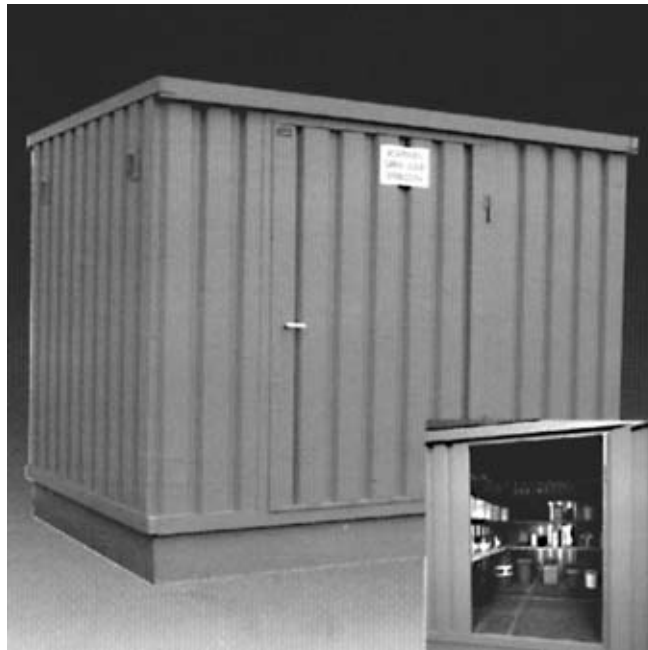
De bouwkundige uitvoering van een opslagvoorziening voor gevaarlijke stoffen is sterk afhankelijk van de hoeveelheden die erin worden opgeslagen. Hoeveelheden tot 150 kg mag je opslaan in een speciale brandwerende kast die voorzien is van een lekbak. Boven de 150 kg krijgt de opslagvoorziening het karakter van een kluis. Ook deze moet voldoende *brandwerend* zijn en de vloer moet *vloeistofdicht* zijn. Daarnaast kunnen lekbakken onder de opgeslagen vloeistoffen geplaatst worden. Deze en andere eisen staan vermeld in een boekje dat alle regels bevat waaraan een opslagplaats voor gevaarlijke stoffen moet voldoen: de *richtlijn CPR 15-1*. De omslag van dit boekje is afgebeeld in figuur 1.14.

Fig. 1.14
Omslag van de CPR 15-1



Tegenwoordig kunnen bedrijven die gevaarlijke stoffen opslaan, kant en klare opslagvoorzieningen kopen die voldoen aan alle regels uit de CPR 15-1. De koper moet alleen de organisatorische maatregelen nog toepassen.

Fig. 1.15
Voorbeeld van een CPR-
kluis.



Beheer en toezicht

Een proces is een dynamisch geheel. Dit wil zeggen dat processen constant veranderingen veroorzaken in bedrijfssituaties. Tijdens het produceren raken opslagplaatsen van grondstoffen leger en raken opslagplaatsen voor gereed product en afval voller. Een productieproces vraagt om een regelmatige aanvoer van grond- en hulpstoffen en afvoer van rest- en afvalstoffen en van gereed product. Om dit ordelijk te laten verlopen is een goed beheer noodzakelijk van (grond)stoffen en producten. Voor zover er wordt gewerkt met stoffen of producten die milieubelasting kunnen veroorzaken of anderszins gevaarlijke situaties kunnen opleveren, moet de beheerder ook hier toezicht op houden.

Vaste stoffen

los gestort Vaste stoffen kun je als bulkproduct in de open lucht of in loodsen *los gestort* opslaan. Opslag in loodsen gebeurt meestal als het product zo fijnkorrelig is dat het makkelijk met de wind kan verwaaien. Dit zou dan luchtvervuiling veroorzaken in de vorm van *stofoverlast* voor de omgeving. Bovendien zou het bedrijf zo grondstoffen verliezen die bedoeld zijn voor een proces. Dus zowel uit economisch oogpunt als uit milieuhygiënisch oogpunt is *verwaaiing* niet gewenst.

Het kan in de praktijk voorkomen dat je onder normale weersomstandigheden een bulkgrondstof zonder problemen in de open lucht kunt storten. Is het echter langere tijd droog en warm dan kan alsnog verwaaiing optreden. Met een simpele sproei-installatie die het stortgoed nat houdt, kun je dit tegengaan. Afdekken met zeil of plastic kan ook.

Het spreekt voor zich dat je ook tijdens het transport en de verwerking stofoverlast zo veel mogelijk voorkomt.

Bulkproduct stort je meestal op een verharde werkvloer. Dit werkt beter dan op de kale bodem. Denk maar eens aan de sporen die een bulldozer maakt in natte grond. Voor bulkgoed dat het milieu kan schaden als het in de bodem of het oppervlakte- of grondwater komt, zijn vloeistofdichte vloeren noodzakelijk. Deze vloeren zijn ondoordringbaar voor de opgeslagen stoffen. Er mogen dan ook geen open of kapotte naden en scheuren in de vloer zitten. Zo wordt bijvoorbeeld groenafval tot compost verwerkt op een vloeistofdichte vloer. De stoffen die uit het groenafval druppelen, zouden anders op de lange duur de bodem en het grondwater onder de composteerplaats ongewenst beïnvloeden. Het uitlopende vocht kan eenvoudig worden opgevangen en hergebruikt in het composteringsproces.

Vloeistoffen

lekvloeistof Er zijn talloze voorzieningen om vloeistoffen in op te slaan. Hoofdkenmerk van elke opslagvoorziening voor vloeistoffen is natuurlijk dat deze niet lekt. Naast verlies van grond- of afvalstoffen kan de *lekvloeistof* in de bodem of in grond- en oppervlaktewater terecht komen of verdampen. Hierdoor ontstaat milieuvervuiling. Het beheer van opslagvoorzieningen voor vloeistoffen is daarom in eerste instantie gericht op het voorkomen van lekke 'verpakkingen'.

Cans zijn over het algemeen stevige verpakkingen die kleine ongelukjes kunnen overleven. Als je dus vloeistoffen in cans opslaat, loop je weinig risico op lekkage. Bij het op elkaar stapelen van pallets met cans moet je natuurlijk wel oppassen dat de onderste niet onder het gewicht van de andere pallets bezwijken. Naarmate een vloeistof meer gevaren met zich mee kan brengen, zijn de technische eisen die aan een opslagplaats gesteld worden, hoger. Als er een groot ongeluk in zo'n opslag zou gebeuren dan moet het opslaggebouw zelf als tweede verpakking werken om zo milieuschade te voorkomen. Opslagplaatsen voor gevaarlijke vloeistoffen hebben daarom vloeistofdichte vloeren, lekbakken en voorzieningen om brand te voorkomen.

Ook aan grote verpakkingen zoals tanks en bassins, worden specifieke eisen gesteld. Zo moeten zowel boven- als ondergrondse tanks voor opslag van vloeibare (brand)stoffen gekeurd zijn op lekdichtheid door een officiële keuringsinstantie. De beheerder moet dit keuringsrapport bewaren. De milieucontroleur van de gemeente kan er naar vragen bij een bedrijfscontrole. Als je vast wilt stellen of een ondergrondse tank lekt, plaats je er een peilbuis bij. Jaarlijks wordt een grondwatermonster uit de peilbuis op de in opslag zijnde stof geanalyseerd. Ook het analyserapport moet de beheerder bewaren als bewijs dat de tank lekdicht is.

lekbak De overheid heeft een brochure gemaakt die geheel gewijd is aan ondergrondse tanks en leidingen. In deze brochure wordt het Besluit opslag in ondergrondse tanks (BOOT) toegelicht. Doel van dit besluit is om lekkages en dus bodemvervuiling te voorkomen. Staat een tank met een (gevaarlijke) vloeistof bovengronds opgesteld dan moet deze in een lekbak staan. De inhoud van de *lekbak* moet minstens zo groot zijn als de inhoud van de tank. Op deze wijze wordt voorkomen dat als de tank lekt, de vloeistof het milieu schaadt. De lekbak moet op zijn beurt natuurlijk voldoende stevigheid hebben en lekdicht zijn! Staat zo'n tank buiten opgesteld dan mag er geen regenwater in de lekbak komen. Met een afdakje of zeil kun je de lekbak tegen inregenen beschermen. De dubbelwandige tanks zijn in opkomst. Een *lekdetector* signaleert de lekkage als de binnenste tank lekt. De buitenste wand fungeert als lekbak.

Gassen

Gassen zijn in diverse verpakkingen (drukhouders) verkrijgbaar. Kleine hoeveelheden in handzame campinggasblikken, grotere hoeveelheden in gasflessen en gastanks. Omdat verkeerd gebruik en onjuiste opslag van gassen snel tot gevaarlijke situaties leidt, zijn er nogal wat regels waaraan de drukkouders zelf en de opslag moeten voldoen.

Het beheer van gassen is nog meer dan bij vloeistoffen gericht op het voorkomen van lekkages. Lekkages kunnen, zeker in gesloten ruimtes, tot zeer gevaarlijke situaties leiden. Zo kan verstikking of vergiftiging optreden bij de mensen in die ruimte of er kan een explosie ontstaan. Het spreekt dus voor zich dat je een opslaglocatie voor gassen ruim voldoende ventileert.

Sla je meerdere gassoorten bij elkaar op dan moet je de brandbare gassen scheiden van de niet-brandbare door een (onbrandbare) tussenwand of door 0,5 meter tussenruimte. Onbevoegden mogen niet bij de gasflessen komen, dus moet je de gasflessen onder toezicht of in een afsluitbare ruimte opstellen. Gasflessen mogen bij gebruik en bij opslag niet kunnen omvallen. Ze mogen ook niet op een vochtige bodem staan in verband met roestvorming.

De gasflessen zelf moet je regelmatig laten keuren. Bij goedkeuring krijgt de gasfles een datum ingeponst. Een nieuwe keuring van de fles moet uiterlijk op die datum plaatsvinden. Gasflessen moet je altijd zodanig opstellen dat je makkelijk bij de afsluiters kunt komen. Gebruik je de gasflessen niet dan moeten de afsluiters dichtgedraaid zijn.

tanklogboek

stempelplaat

Gastanks voor brandbare gassen zoals propaan of LPG, moeten aan zeer strenge keuringseisen voldoen. Deze tanks moet je met regelmaat laten controleren op hun goede en veilige werking door een door de overheid erkende keuringsinstantie. De beheerder bewaart alle inspectie-, reparatie- en keuringsrapporten in het *tanklogboek*. Deze moet je op verzoek aan de milieucontroleur tonen. Aan de buitenzijde van de tank is een *stempelplaat* aangebracht met daarop gegevens van de tank zoals: registratienummer van de keuringsinstantie (Stoomwezen), productnaam, (vul)inhoud in m³, toelaatbaar vulpercentage, werkdruk, datum eerstvolgende keuring en het goedkeuringsmerk. Grote gasreservoirs moet je altijd buiten opstellen.

Vragen 1.1

In figuur 1.9 zie je een etiket afgebeeld. Dit etiket is afkomstig van een fles brandspiritus. Het wordt als ontvettingsmiddel of als brandervloeistof in het huishouden gebruikt. Brandspiritus is een van de vele stoffen die het predikaat 'gevaarlijke stof' draagt. Op het etiket staan daarom belangrijke zaken voor de gebruiker aangegeven.

- Wat denk je dat de betekenis is van de symbolen die op het etiket staan aangegeven?
- Wat is de scheikundige naam van het hoofdbestanddeel van brandspiritus?
- Welk gevaar is aan het gebruik van brandspiritus verbonden?
- Hoe luiden de gebruiksinstructies?
- Wat moet je doen als je per ongeluk wat van deze stof hebt binnengekregen?
- Zoek in het Chemiekaartenboek op hoe de S-zinnen (safety) luiden waarnaar op het etiket wordt verwezen.
- Voor welke zaken moet je in een opslagplaats voor gevaarlijke stoffen maatregelen nemen?

-
- h Geef tenminste drie voorbeelden van maatregelen voor een veilige opslag van gevaarlijke stoffen.
 - i Waarom moet je rond de opslag van gevaarlijke grondstoffen en gevaarlijke afvalstoffen dezelfde maatregelen nemen?
 - j Waarom ontstaat er bij het morsen van gevaarlijke stoffen een risicosituatie?
 - k Wat betekent de afkorting CPR?

Vragen 1.2

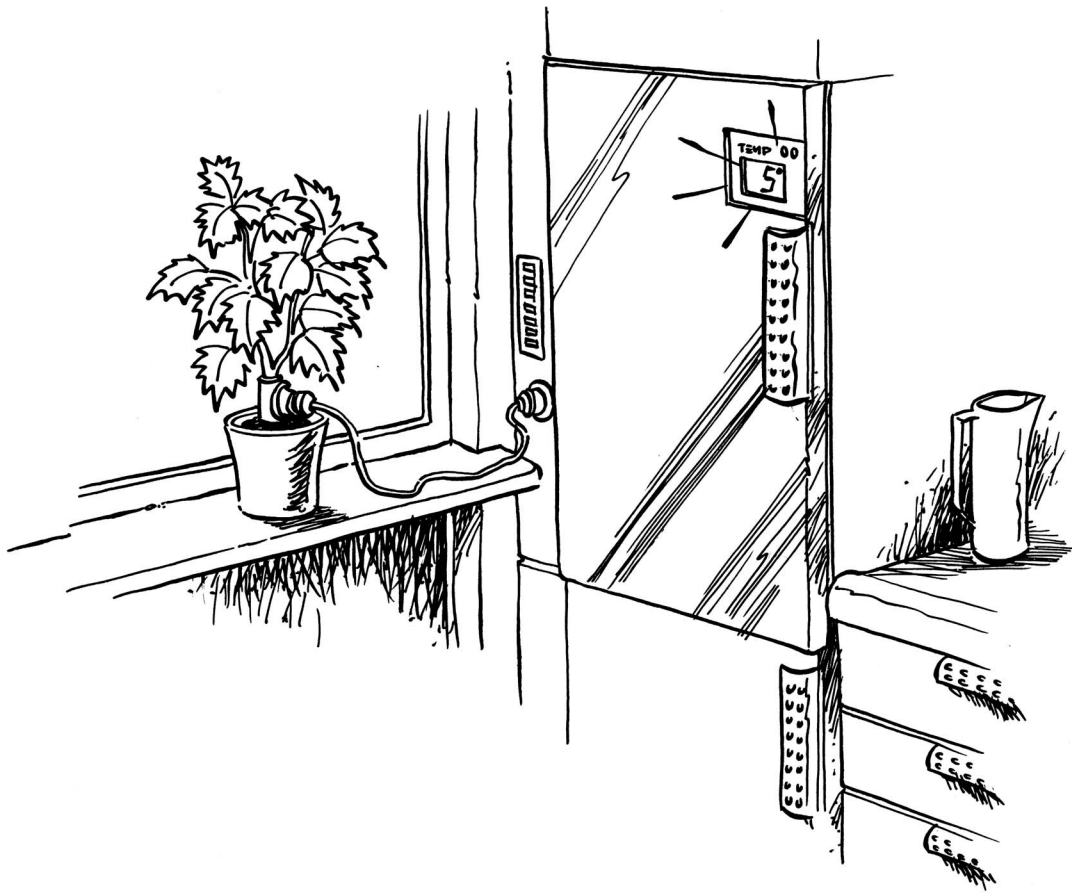
- a Welke eisen worden er gesteld aan een opslagplaats voor meerdere verschillende gassen in drukhouders?
- b Welke maatregelen kun je nemen tegen verwaaiing van bulkproduct?
- c Op welke manieren zijn milieugevolgen te voorkomen bij een lekkende tank?
- d Wanneer is een vloeistofdichte vloer noodzakelijk onder los gestort bulkproduct?
- e Welke gegevens moeten op een stempelplaat van een stationair gasreservoir zijn aangebracht?

1.2 Energie in productieprocessen

Geen enkel proces kan verlopen zonder dat daar op de een of andere manier energie aan te pas komt. Lichaamsprocessen hebben voeding nodig, zonder elektriciteit werken elektrische apparaten niet en een verwarmingsketel heeft olie of gas nodig om warmte te kunnen maken.

De grootste en goedkoopste energiebron op aarde is de zon. Deze geeft de aarde dagelijks een enorme hoeveelheid gratis energie in de vorm van licht en warmte. De hoeveelheid die per 24 uur de aarde bereikt, is een veelvoud van wat we per dag wereldwijd verbruiken. Er wordt hard aan technieken gesleuteld om efficiënter gebruik te maken van zonne- en windenergie. Tot nu toe lukt dat echter maar moeizaam. De techniek die planten toepassen om zeer doelmatig gebruik te maken van zonlicht, is door de mens nog lang niet geëvenaard. De situatie zoals figuur 1.16 laat zien, zal dus nog wel even op zich laten wachten.

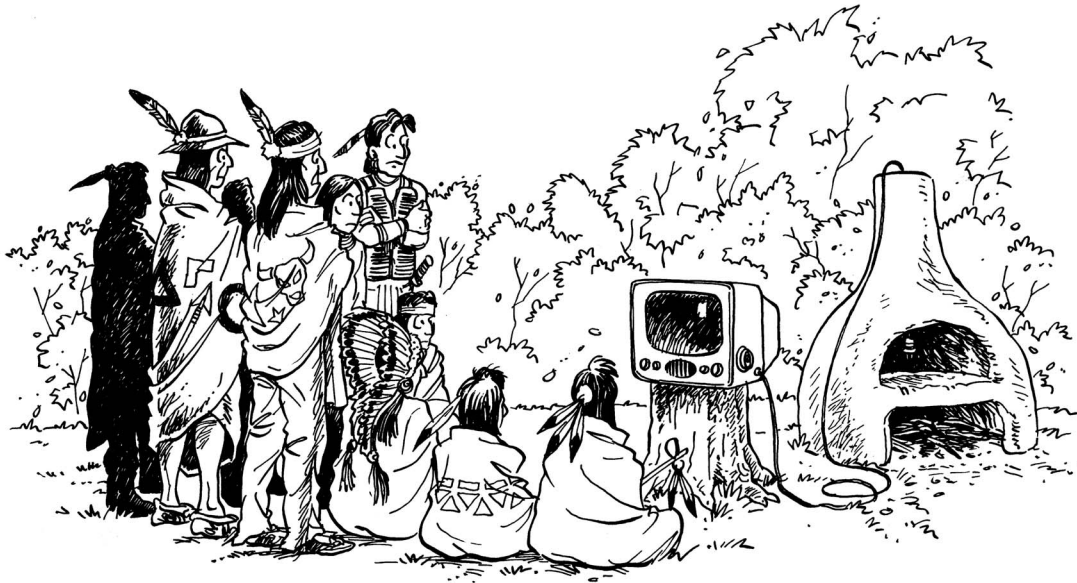
Fig. 1.16



fossiele brandstoffen

De mens is voor haar energiebehoefte op andere energiebronnen aangewezen. Gelukkig heeft de aarde in het verleden zonne-energie geconserveerd in de vorm van kolen, gas en olie. Dit zijn de zogenoemde *fossiele brandstoffen*. Onder invloed van allerlei processen zijn ze in het verre verleden uit plantaardig materiaal ontstaan. Vandaag de dag maken we nog steeds dankbaar gebruik van deze energiebronnen. Door verbranding komt de energie die is opgeslagen in kolen, olie en gas, vrij in de vorm van warmte. Deze warmte kun je direct inzetten in processen die warmte nodig hebben. Voor processen die geen warmte nodig hebben maar wél energie, moet de warmte omgezet worden in een andere vorm van energie die voor het proces wel bruikbaar is. Denk hierbij aan bijvoorbeeld elektriciteit of stoom. Voor die omzetting heb je een systeem of apparaat nodig.

Fig. 1.17 Zou je ook zo naar de tv kunnen kijken?



Stel je eens voor dat de moderne mens niet de beschikking zou hebben over geconserveerde energiebronnen zoals olie en gas. We zouden dan hout kunnen gebruiken om te verbranden en warmte op te wekken. De energiebehoefte van de moderne mens en de moderne maatschappij is echter zo groot dat we waarschijnlijk gauw door onze bossen heen zouden zijn. Maar ook de voorraden olie, gas of kolen zijn eindig. Daarom is zuinigheid in het gebruik van deze energiebronnen dus op zijn plaats. Hoe kun je het energieverbruik van een bedrijfsproces onder controle houden?

Fig. 1.18



Bedrijfsprocessen kunnen niet zonder energie. Energie is het vermogen om arbeid te leveren. Arbeid is te omschrijven als de uitwerking van een kracht.

Omdat er verschillende soorten krachten nodig zijn in een bedrijf - verwarming, beweging, verlichting, drukopbouw - heb je verschillende soorten energie nodig. Bijna altijd staat de inzet van fossiele brandstoffen aan de basis van een energiebron. Verbranding van fossiele brandstoffen levert warmte op die rechtstreeks ingezet kan worden als je in een proces warmte nodig hebt. Warmte kan ook gebruikt worden om elektriciteit op te wekken, een andere vorm van energie. En elektriciteit kan weer omgezet worden in bijvoorbeeld bewegingsenergie in het geval van een transportband. In bedrijfsprocessen vinden deze omzettingen van energie op tal van locaties plaats. Voor jou is het van belang dat je in een proces de locaties kunt aangeven waar arbeid wordt verricht, want daar wordt energie verbruikt.

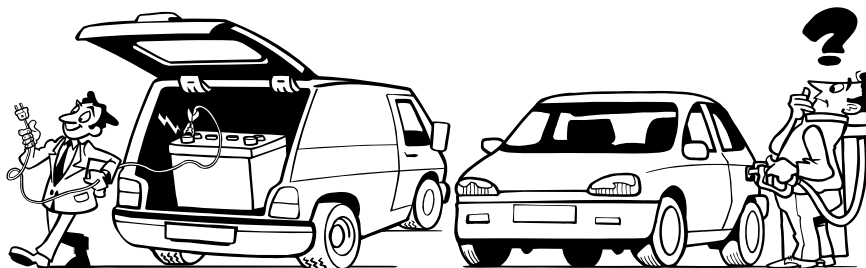
Proces en energiegebruik

Zoals we gezien hebben, wordt in de energiebehoefte van bedrijfsprocessen voornamelijk voorzien door gebruik te maken van de energie uit fossiele brandstoffen. Een bedrijfsproces kan hiervan op twee manieren gebruik maken:

- door directe aanwending;
- door indirecte aanwending.

<p><i>chemische energie</i> <i>warmte-energie</i></p>	<p>Directe aanwending Fossiele brandstoffen bevatten <i>chemische energie</i>. Deze wordt in een verbrandingsproces omgezet in <i>warmte-energie</i>. De warmte-energie kan in processen die warmte nodig hebben, direct worden gebruikt, bijvoorbeeld in een bakoven. Verbranding van fossiele brandstoffen in een verbrandingsmotor levert naast warmte-energie ook <i>mechanische energie</i> op. Deze energie kan in beweging worden omgezet, waardoor een auto gaat rijden of een pomp gaat werken. Dit gebruik van fossiele brandstof wordt directe aanwending van fossiele brandstof genoemd.</p>
<p><i>mechanische energie</i></p>	
<p><i>elektrische energie</i></p>	<p>Indirecte aanwending Veel processen hebben echter geen warmte nodig of zijn niet voorzien van een verbrandingsmotor maar hebben andere vormen van energie nodig om hun 'arbeid' te kunnen verrichten. Een hele belangrijke vorm is <i>elektrische energie</i>. Elektrische energie kent vele toepassingsmogelijkheden. Je kunt er elektromotoren mee aan het werk zetten die druk opwekken of er een lamp mee laten branden. Door de weerstand van de metaaldraad in een lamp wordt elektrische energie in <i>lichtenergie</i> omgezet. De chemische energie wordt op deze manier dus pas na één of meerdere omzettingen toegepast. Bij deze inzet van fossiele brandstof spreek je daarom van indirecte aanwending. Helaas treedt bij elke omzetting verlies op. Het deel van de energie dat je effectief kunt gebruiken, is na elke omzetting kleiner. Het verschil is vaak in de vorm van warmte weggelekt naar de omgeving.</p>
<p><i>lichtenergie</i></p>	

Fig. 1.19
Directe en indirecte
aanwending van energie
uit fossiele brandstof



Proces en energievoorziening

De meeste bedrijfsprocessen maken voor hun werking gebruik van warmte- of elektrische energie.

Warmte-energie

Verwarmingsapparaten werken meestal op gas of olie en in steeds mindere mate op kolen. In Nederland is er de unieke situatie dat er zo veel gas voorradig is, dat de overheid het lonend vond om in het hele land een netwerk van gasleidingen aan te leggen. Een huis verwarmen is slechts een kwestie van plug en play van het verbrandingsapparaat (de cv-ketel). Een leidingen systeem brengt de warmte op de plaats van bestemming. Voor apparaten die op olie of kolen werken, moet een buffervoorraad worden aangelegd om de voortgang van een proces te kunnen waarborgen.

Elektrische energie

In verreweg de meeste gevallen zal procesapparatuur niet op warmte maar op elektriciteit 'lopen'. Afhankelijk van het type apparaat kan elektrische energie op haar

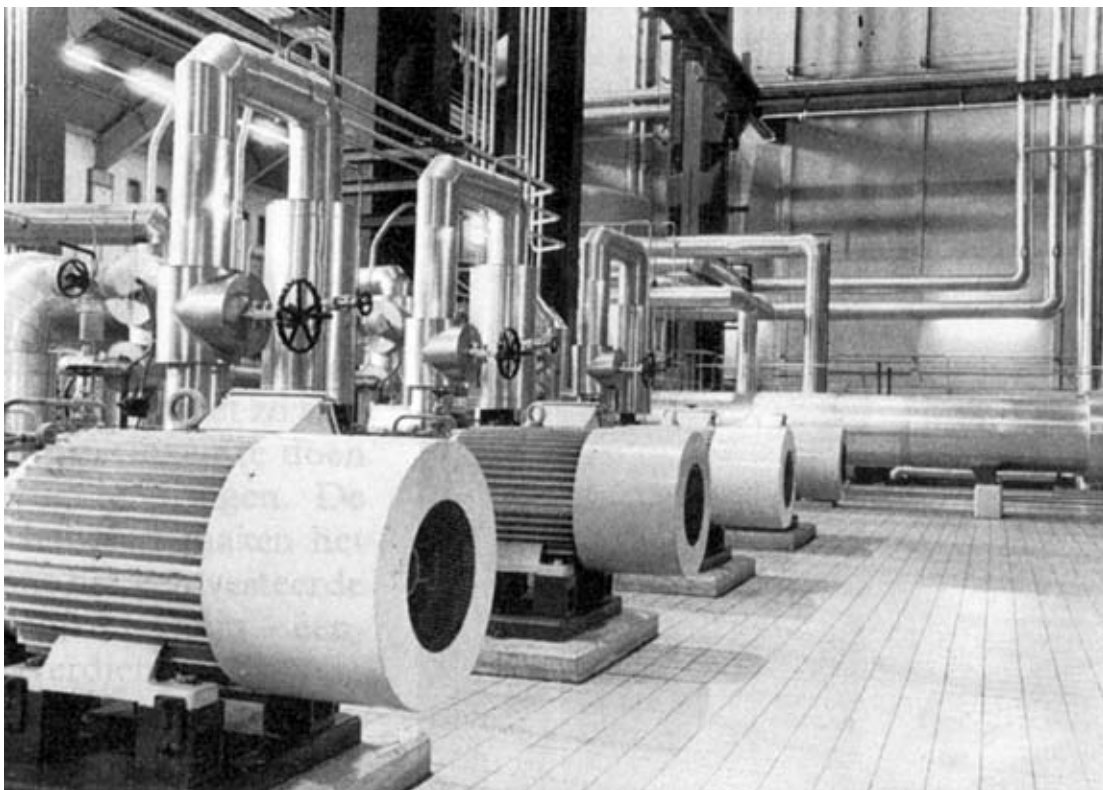
beurt weer worden omgezet in andere energievormen.

Er zijn drie manieren om elektriciteit op te wekken:

- stoom- en gasturbines en kolencentrales;
- alternatieve energiebronnen;
- kernenergie.

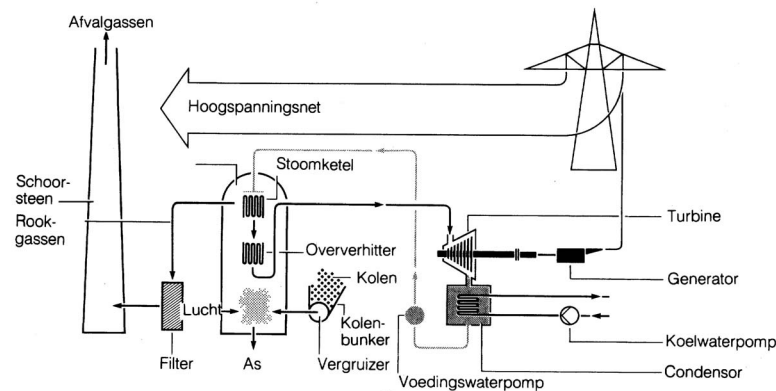
Elektriciteit is redelijk eenvoudig te maken uit warmte. Je verwarmt water tot stoom. In een afgesloten vat laat je de druk van de stoom oplopen tot deze krachtig genoeg is om het schoepenrad van een turbine in beweging te brengen. Deze beweging wekt vervolgens in een generator elektrische energie op. De werking van een generator kun je vergelijken met die van een enorme fietsdynamo.

Fig. 1.20 *Stoom- en gasturbines in een elektriciteitscentrale*



In Nederland wordt de bulk aan elektriciteit met dergelijke stoom- en gasturbines opgewekt. Kolencentrales zijn hier nog wel maar worden in verband met de milieubelasting in de toekomst tot gascentrale omgebouwd. Het werkingsprincipe blijft echter hetzelfde: fossiele brandstof wordt omgezet in elektrische energie. In figuur 1.21 is dit proces schematisch weergegeven.

Fig. 1.21
Schematische weergave
van een elektriciteitscen-
trale op kolen



*alternatieve
energiebronnen*

Elektriciteit kan ook opgewekt worden door de zogenoemde *alternatieve energiebronnen*. Dat zijn windenergie, zonne-energie en waterkracht. Deze alternatieve energiebronnen voorzien slechts in een klein deel van onze elektriciteitsbehoefte. Meestal wordt deze energie direct gebruikt op de plaats waar het opgewekt wordt. Je hebt vast wel eens een windturbine zien staan bij een boerderij of een klein paneel met zonnecellen boven een lantaarnpaal. Het deel van de energie dat niet direct ter plaatse gebruikt kan worden, verkoopt de eigenaar aan de stroomproducenten. Deze verkopen het weer door aan andere consumenten als *'groene stroom'*.

groene stroom

Elektrische energie kan ook worden opgewekt uit kernenergie. In Frankrijk wordt met behulp van kernenergie het leeuwendeel van de elektriciteit opgewekt. Het uranium wat hiervoor nodig is kun je daarom ook als fossiele brandstof beschouwen. Het gebruik van kernenergie in kerncentrales heeft als groot nadeel dat het we nog geen raad weten met het kernafval wat er door dit proces ontstaat. Er worden daardoor steeds minder kerncentrales gebouwd. De bestaande worden zelfs vroegtijdig gesloten zoals in Nederland de centrale van Borssele. Binnen deze lesstof besteden we verder geen aandacht aan kernenergie.

Proces en energietoepassing

Een elektrische pomp levert stuwkracht door omzetting van elektrische energie in mechanische energie. Een koelinstallatie zet elektrische energie om in druk met behulp van een compressor. Als gevolg van dit proces wordt warmte uit een besloten ruimte afgevoerd naar de buitenlucht en treedt koeling op. Zo wordt in bedrijfsprocessen elektrische energie op vele verschillende wijzen toegepast. De inzet van warmte-energie in verwarmingsprocessen kent zo ook vele toepassingen. Hier volgt een opsomming van processen waarbij warmte- of elektrische energie wordt toegepast:

- vormgevingsprocessen zoals extruderen persen en spuitgieten;
- verwarmingsprocessen zoals verhitten, verdampen, gloeien, indampen, drogen;
- verwarmingsprocessen zoals verhitten, verdampen, gloeien, indampen, drogen;
- koelprocessen zoals invriezen, vriesdrogen;
- scheidingsprocessen zoals indikken, centrifugeren, ontwateren;
- samenvoegingsprocessen zoals mengen, roeren, schudden;
- verkleiningsprocessen zoals malen, breken, vernevelen;
- oppervlaktebehandelingsprocessen zoals stralen, slijpen, polijsten;

-
- transporteren zoals mechanisch of pneumatisch transport en verpompen;
 - bewaarprocessen zoals verpakken en inblikken;
 - omzettingsprocessen bij chemische processen zoals hydrolyse, oxidatie en reductie.

Water in soorten

Thuis ben je gewend dat als je de kraan opendraait, er water uitkomt van een drinkbare kwaliteit. Daar zorgen de drinkwaterbedrijven voor. Zij moeten hun bereidingsprocessen afstemmen op de kwaliteit van het water dat als grondstof het proces ingaat. Schoon grondwater hoeft vaak weinig tot geen bewerkingen te ondergaan. Het proces van drinkwaterbereiding uit oppervlaktewater is heel wat uitgebreider.

Bedrijfsprocessen die water als grond- en/of hulpstof inzetten, kunnen gebruikmaken van drie soorten water.

- **Leidingwater.** Leidingwater is relatief duur maar voldoet aan hoge kwaliteitseisen. Als zodanig kan het voor bijna alle doeleinden gebruikt worden. Je kunt er in een conservenfabriek zowel de groenten mee wassen die in glas of blik worden verwerkt als de productieruimte en leidingen mee schoonspelen. Maar soms is de kwaliteit niet goed genoeg en worden hulpstoffen ingezet om het water aan de vereiste kwaliteit te laten voldoen. Zo moet het water dat in een vaatwasser wordt gebruikt nagenoeg kalkvrij zijn aangezien hard water kalksluiers achterlaat op het vaatwerk. Daarom zijn vaatwassers voorzien van een ionenwisselaar waarmee het ingelaten water wordt onthard. Deze bindt de calcium- en magnesiumionen die verantwoordelijk zijn voor de hardheid. Doordat de vaatwasser na elke spoelbeurt met regeneratiezout de ionenwisselaar naspoelt blijft de werking ervan optimaal. Daarnaast wordt aan het spoelwater zeep toegevoegd om de waskracht van het water te verhogen. Nu heeft het water pas de vereiste proceskwaliteit.
- **Grondwater.** Grondwater kan van zeer uiteenlopende kwaliteit zijn en is relatief goedkoop. Soms is de kwaliteit hoogwaardiger dan die van leidingwater en wordt er bier of frisdrank mee gemaakt. Een andere keer moet dit water voorbehandelingen ondergaan voordat het in het proces toepasbaar is. Zo kan grondwater te veel zouten bevatten voor gebruik in de tuinbouw. Een ontziltingsinstallatie komt er aan te pas om het water de vereiste proceskwaliteit te geven. Overmatige onttrekking van grondwater kan in een regio verdroging van de bodem veroorzaken. Dit heeft onherroepelijk gevolgen voor de flora en fauna in het gebied.
- **Oppervlaktewater.** Oppervlaktewater heeft van de genoemde watersoorten, de minste kwaliteit. Het wordt daarom binnen processen meestal alleen voor laagwaardige toepassingen ingezet zoals reinigen van vloeren en terreinen en koelen. Drinkwater wordt in Nederland ook uit oppervlaktewater gewonnen. Je zult begrijpen dat dit water de nodige behandelingen moet ondergaan om de kwaliteit van drinkwater te behalen!

De drie watersoorten hebben elk hun eigen kwaliteit. Binnen elke soort kunnen ook flinke kwaliteitsverschillen optreden. Soms kan een watersoort zonder voorbehandeling ingezet worden. In andere gevallen zal het nodig zijn het water voor te behandelen om het de juiste proceskwaliteiten te geven.

Waterverbruik

De doorsnee Nederlander gebruikt privé zo'n 120 liter drinkwater per dag. Verreweg het grootste deel daarvan gaat op aan de was, het toilet en baden en douchen. Geen wonder dat waterbesparingscampagnes van de overheid inhaken op deze onderwerpen. Zuinige douchekoppen, spoelonderbrekers en alleen wassen met volle wasmachines kunnen heel wat waterbesparingen opleveren.

Binnen bedrijfsprocessen zijn op vele plaatsen ook waterbesparingsmaatregelen doorgevoerd. In veel bedrijven werd leiding-of grondwater van hoge kwaliteit ingezet in processen die met heel wat mindere waterkwaliteit prima toekunnen. Ook was er veel verspilling van water. Water dat geschikt is voor consumptie, moet je eigenlijk niet verspillen aan koelprocessen, het wassen van auto's of andere laagwaardige toepassingen. Mede als gevolg van het fenomeen verdroging is er door de overheid een rem gezet op het ongelimiteerd oppompen van grondwater voor procesdoeleinden. Dit heeft ertoe geleid dat veel processen met beduidend minder water toekunnen. Hoewel de procesaanpassingen geld kosten, is dit binnen niet al te lange termijn vaak terugverdiend omdat er minder water ingekocht of opgepompt hoeft te worden. Daarnaast wordt steeds vaker hetzelfde water een aantal keren hergebruikt alvorens het wordt afgevoerd via de riolering.

Vragen 1.3

- a Wat is energie?
- b Wat is arbeid?
- c Welke verschijningsvormen van energie worden in deze paragraaf genoemd?
- d Bestaat er een onderlinge relatie tussen de verschillende vormen van energie?
- e Wat is het verschil tussen het gebruik van energie bij een gasfornuis en een elektrisch fornuis?
- f In welke kooksituatie zul je de meeste energie uit de fossiele brandstof effectief benutten? Verklaar je antwoord.
- g Geef voor elk van de opgesomde procesfuncties aan of je te maken hebt met direct of indirect gebruik van de energie uit fossiele brandstof.
- h Geef voor elk van de opgesomde procesfuncties aan op welke wijze de energie uit fossiele brandstof is omgezet alvorens deze gebruikt kan worden voor het verrichten van arbeid.
- i Hoe kunnen bedrijven fossiele brandstoffen in voorraad houden?

1.3 Apparaten voor energievoorziening

Om doeltreffend van energie gebruik te kunnen maken is in de meeste gevallen een speciaal apparaat of systeem nodig. Aan gas voor de centrale verwarming heb je niks als je niet over een verbrandingsketel en radiatoren beschikt. Om uit windenergie elektriciteit te maken is een windturbine noodzakelijk. Kortom, welke energiebron je ook wilt benutten, er hoort een apparaat of systeem bij dat de energie in de juiste 'vorm' giet en op de plaats brengt waar die nodig is.

De meest gangbare en in opkomst zijnde apparaten en systemen die binnen bedrijfsprocessen voor de energievoorziening worden ingezet, zijn bedoeld voor de opwekking, omvorming of distributie van energie in het bedrijfsproces. In deze

paragraaf maak je kennis met de volgende apparatuur:

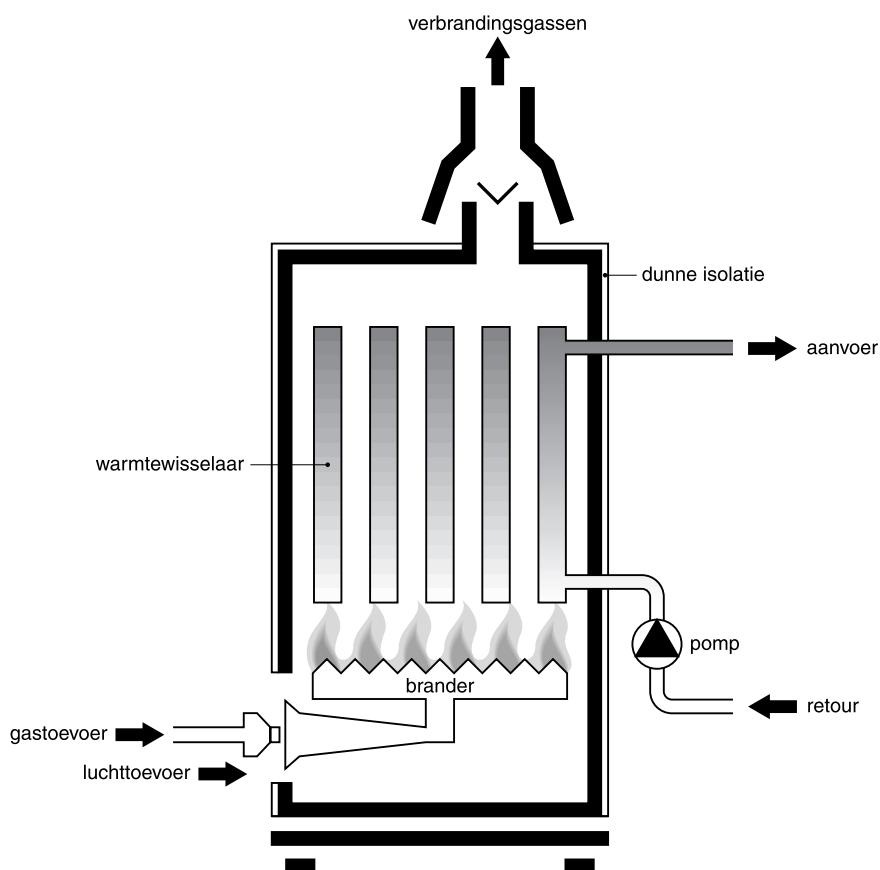
- cv-verwarmingsketels;
- stoomketels;
- warmtepomp;
- zonnecollector
- batterijen en accu's;
- zonnecellen;
- windturbine;
- warmtekrachtinstallatie;
- compressor.

cv-verwarmingsketels

De warmte die in bedrijfsprocessen nodig is, zal in veel gevallen door een verwarmingsketel worden geproduceerd. Het werkingsprincipe van de eenvoudigste verwarmingsketel is simpel. Een grote gasbrander warmt een element op waar water door stroomt. Via het element wordt het water opgewarmd. Dit element wordt de *warmtewisselaar* genoemd. De verbrandingsgassen die ook nog veel warmte-energie bevatten, verlaten via het rookkanaal de ketel.

warmtewisselaar

Fig. 1.22
Werkingsprincipe van
een oude cv-ketel



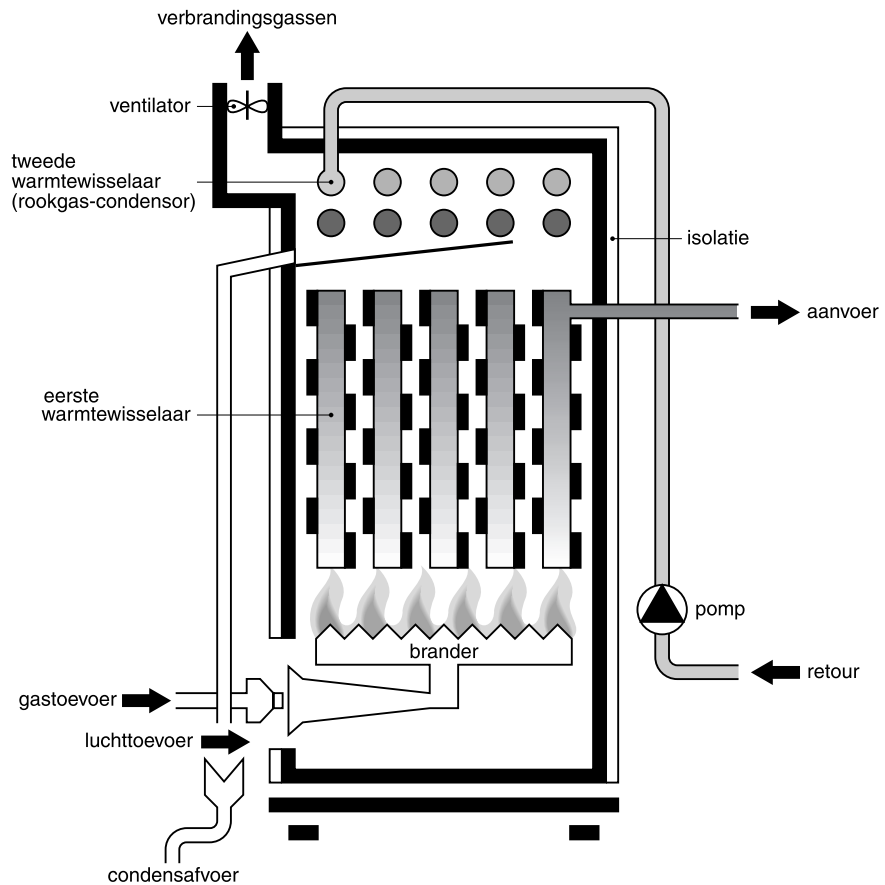
hoog rendementketel

Het rendement van een dergelijke eenvoudige ketel is een heel stuk lager dan dat van een moderne verwarmingsketel die ook wel de *hoog rendementketel* genoemd wordt. Bij dit systeem is een tweede warmtewisselaar ingebouwd die met name de

warmte-energie die in de rookgasen aanwezig is, nog 'vangt' en doorgeeft aan het water.

Dit systeem zet bijna alle chemische energie die in het gas zit opgesloten, om in warmte-energie.

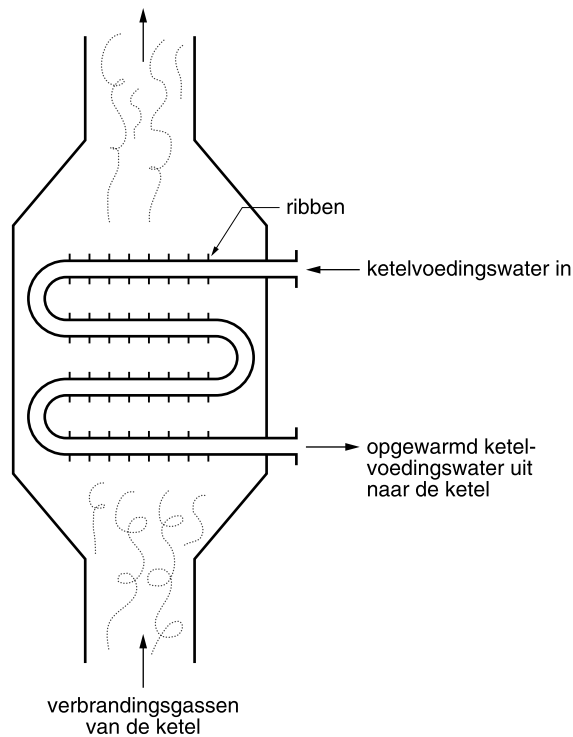
Fig. 1.23
Hoog rendement cv-ketel



Warmtewisselaar

In verwarmings- en koelsystemen zijn warmtewisselaars veel gebruikte apparaten. Ze doen niet meer dan de warmte uit een systeem opnemen en doorgeven aan de stromende vloeistof of gas in de wisselaar. Een warmtewisselaar heeft een relatief groot oppervlak om de doorstromende vloeistof of gas in korte tijd op te warmen of te laten afkoelen. De warmtewisselaar in een cv-ketel werkt hetzelfde als de 'warmtewisselaar' in een diepvries. De warmte wordt via de vloeistof of het gas afgevoerd naar elders.

Fig. 1.24
Warmtewisselaar
toegepast in een
rookgaskanaal

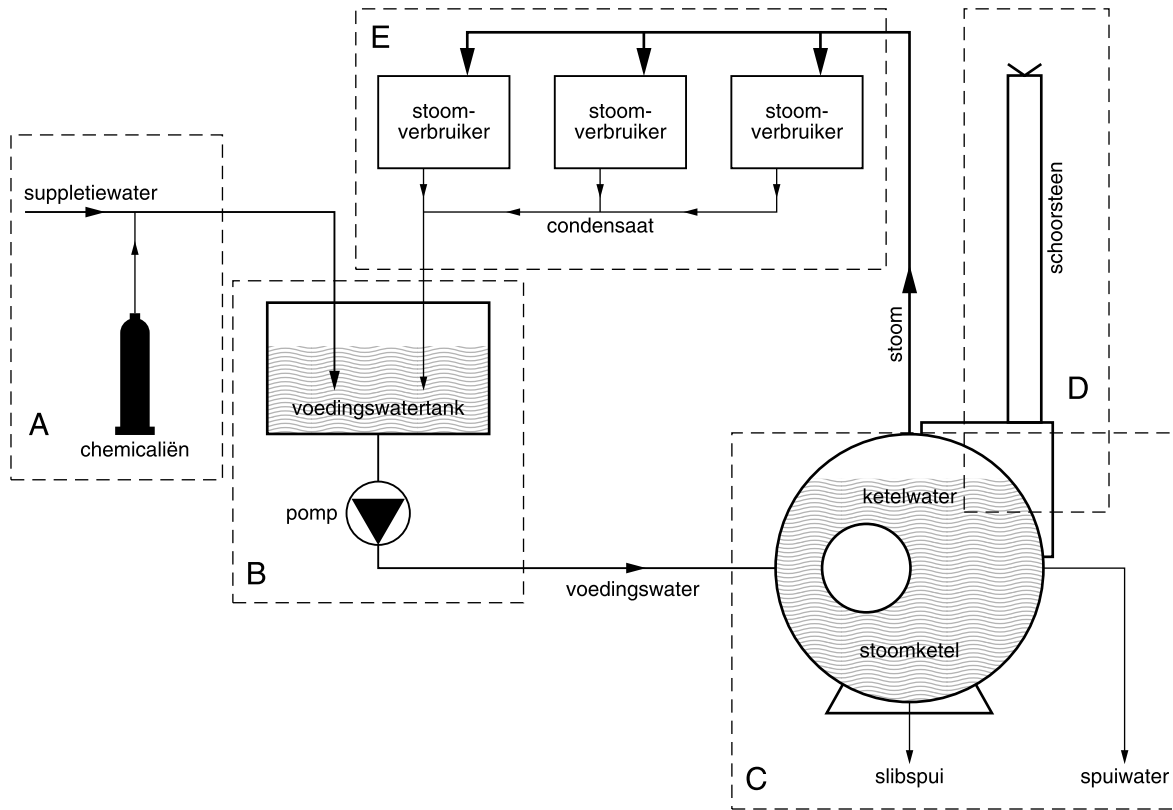


Stoomketels

Een stoomketel is een apparaat waarin water in stoom wordt omgezet. De stoom transporteert de warmte-energie. Een soort cv dus, maar dan heter! Stoom is dan de drager van de warmte in plaats van water. De stoom kan daarnaast in een proces als grond- of hulpstof nodig zijn zoals in een stomerij. Ook kun je met stoom beweging opwekken. De stoomlocomotief is hier een klassiek voorbeeld van.

Stoomketels vind je in processen met een grote warmtebehoefte zoals in tuinbouwkassen en in de levensmiddelenindustrie. Het zijn vaak enorme ketels die het hart vormen van een omvangrijke installatie. Om veiligheidsredenen stelt de overheid strenge keurings- en onderhoudseisen aan deze installaties. Figuur 1.25 laat het werkingsprincipe zien van een stoomketel met toebehorend systeem.

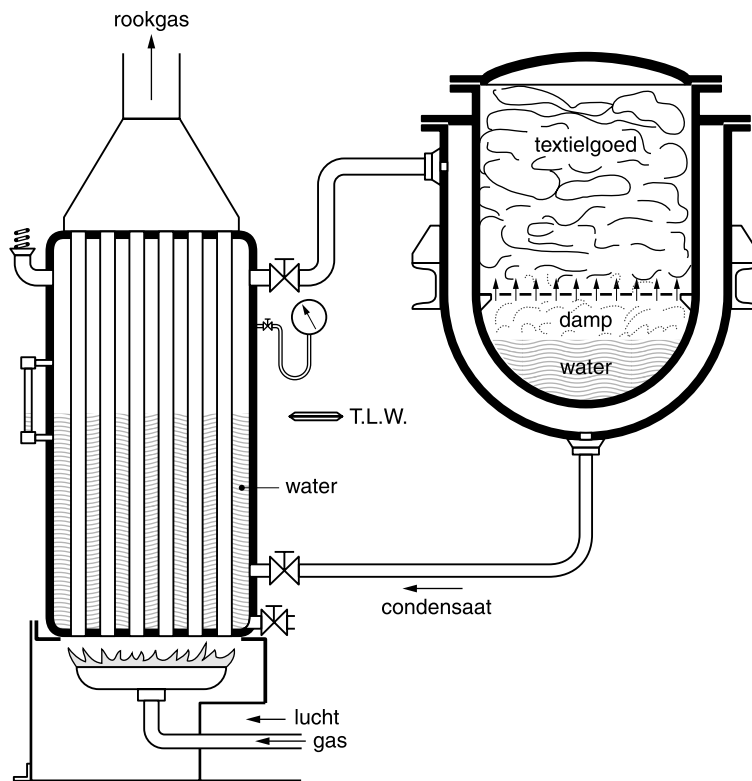
Fig. 1.25 Vereenvoudigd schema van een stoomsysteem



De stoom wordt naar een stoomverbruiker getransporteerd. De stoomverbruiker neemt de warmte-energie uit de stoom op waardoor de waterdamp verandert in waterdruppels; het *condensaat*. Dit condensaat wordt opgevangen in een buffer: de *voedingstank*. Als hierin te weinig water voorradig is, vult deze zich automatisch met nieuw water tot het gewenste niveau. Het toegevoegde water is meestal met chemicaliën behandeld om de ketel en installatie voor bijvoorbeeld kalkaanslag te behoeden.

Er zijn zeer veel verschillende apparaten die stoom verbruiken. De variatie loopt uiteen van turbines in een energiecentrale tot wasmachines in een stomerij en enorme kookpannen in een conservenfabriek. Het werkingsprincipe van de stoomketel en wassen met stoom in een stoomvat of autoclaaf is weergegeven in figuur 1.26.

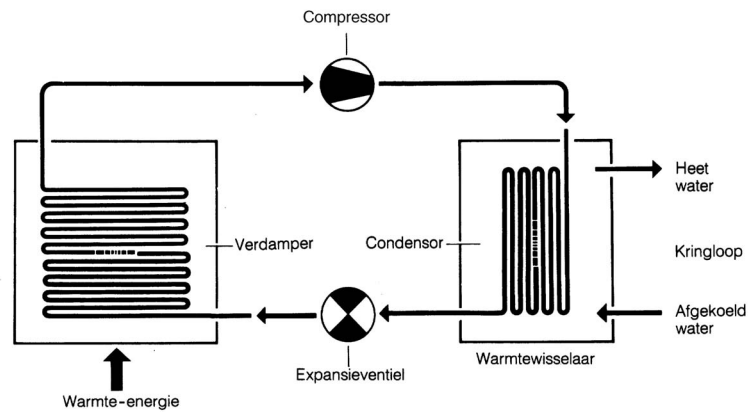
Fig. 1.26
Een stoomketel en een
stoomvat in een wasserij



Warmtepomp

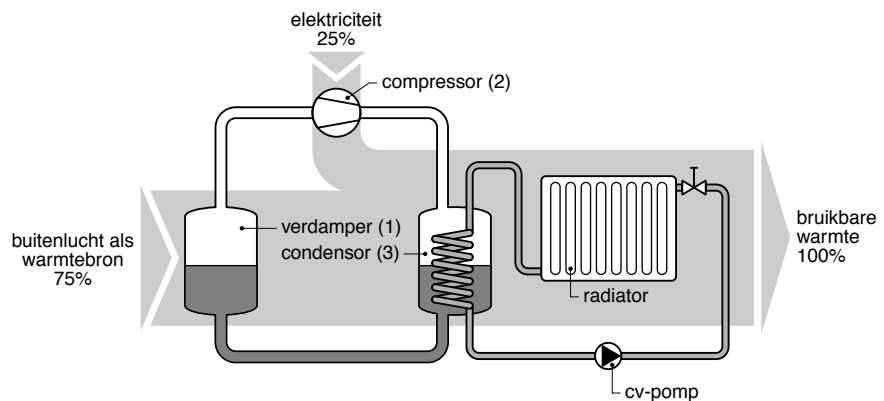
Een warmtepomp is een apparaat dat met behulp van mechanische energie warmte-energie onttrekt aan een bron, bijvoorbeeld zonnecollectoren of grondwater. Deze bron heeft een betrekkelijk lage temperatuur. De warmte-energie die hier nog in aanwezig is, wordt vervolgens naar een warmtewisselaar gevoerd waarin een hogere temperatuur heerst waardoor ze verder wordt verwarmd. Met een warmtepomp kun je de warmte uit beide bronnen halen en er zo een huis (gedeeltelijk) mee verwarmen. In de industrie worden warmtepompen ingezet bij processen als drogen en indampen. Daarnaast speelt de warmtepomp een sleutelrol in het terugwinnen van de niet benutte warmte-energie in een proces. Zo kan met de warmtepomp de restwarmte uit verbrandingsgassen en afvalwater weer elders nuttig worden ingezet. In principe is het proces dat in een warmtepomp verloopt, gelijk aan dat van een koelkast. Er wordt warmte van een lagere naar een hogere temperatuur getransporteerd. Het werkingsprincipe van de warmtepomp is echter omgekeerd aan dat van een koelinstallatie. De warmtepomp maakt in tegenstelling tot een koelinstallatie, gebruik van de warmte die in de condensor wordt afgegeven. In figuur 1.27 zie je hoe de warmtepomp dit doet.

Fig. 1.27
 Werkingsprincipe van
 een warmtepomp



De koelinstallatie in een koelkast is beduidend kleiner van formaat dan die in een aardappelopslagloods. Net als bij koelinstallaties is de maat van de warmtepomp afhankelijk van de processituatie. In figuur 1.28 zie je een warmtepomp gekoppeld aan een verwarmingssysteem. Hoe groter de warmtepomp des te meer warmte aan de buitenlucht kan worden onttrokken in een bepaalde tijd en des te meer radiatoren verwarmd kunnen worden!

Fig. 1.28
 De plaats van een
 warmtepomp in een
 verwarmingssysteem



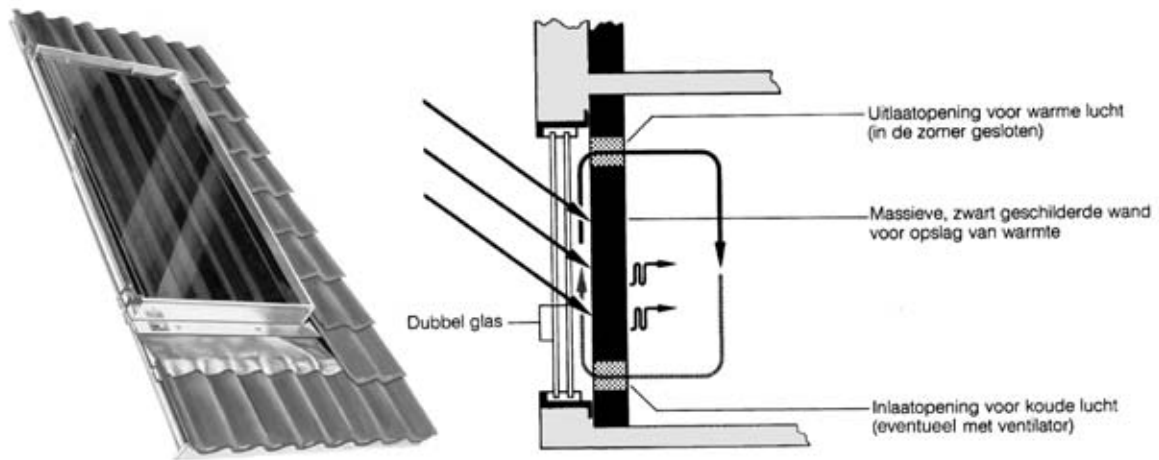
Zonnecollector

Je kunt op twee manieren gebruik maken van de warmte-energie van zonlicht: passief en actief.

passief gebruik

Een gebouw met in de zuidzijde een groot glasoppervlak en in de noordzijde slechts enkele kleine raampjes maakt *passief gebruik* van zonne-energie. De warmte komt aan de zuidzijde gratis binnen. Afhankelijk van de constructie en afwerking van het gebouw kan de warmte langer worden vastgehouden. Bij een speciale gevelconstructie waarbij de opgevangen warmte via een buffer, de muur, aan de ruimte wordt afgegeven, komt de warmte gelijkmatiger vrij in de ruimte. In figuur 1.29 zie je daar een voorbeeld van getekend.

Fig. 1.29 Werkingsprincipe van een zonnecollector en de toepassing ervan in een dak



actief gebruik

Collectoren voor zonneboilers zie je tegenwoordig op steeds meer daken. Ze zijn een voorbeeld van *actief gebruik* van de warmte van de zon. Zo'n collector vangt de zonne-energie op. Hierdoor wordt water in het systeem opgewarmd.

Het warme water wordt in een voorraadvat bewaard. Via een naverwarmer stroomt het water naar de kraan. Als het water in het voorraadvat te koud is, wordt het in de naverwarmer op de gewenste temperatuur gebracht. Als naverwarmer fungeert de cv-ketel. De zonneboiler levert je een energiebesparing op van 50% op het warm watergebruik.

Batterijen en accu's

spanningsverschil

Batterijen en accu's maken elektrische energie uit chemische energie. Als twee verschillende metalen in een geleidende (zure) waterige oplossing staan dan hebben deze metalen de neiging om op te lossen. Hierbij lost het ene metaal makkelijker op dan het andere. Bij het oplossen krijgen de metalen een verschillende elektrische lading. Zodoende wordt het ene metaal positief of negatief ten opzichte van het andere metaal. Er ontstaat dus een *spanningsverschil* door een chemisch proces.

De batterij

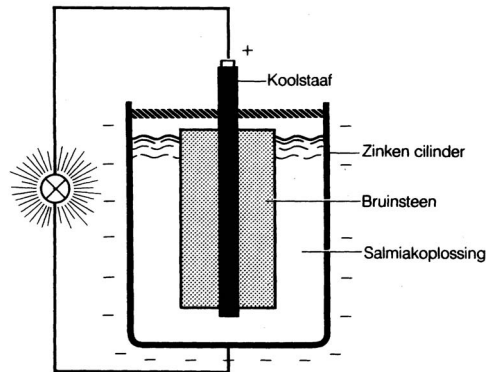
De batterij is als volgt samengesteld:

- anode* – de positieve pool of *anode* is van koolstof;
- kathode* – de negatieve pool of *kathode* is van zink;
- elektrolyt* – de waterige oplossing van salmiak (ammoniumchloride) is de geleider of *elektrolyt*.

Om lekken tegen te gaan is van de waterige oplossing met verdikkingsmiddelen een brei gemaakt.

De chemische energie die zich bij het gebruik van de batterij omzet in elektrische energie, verkrijgt je doordat het zink gaat oplossen. Dit is een onomkeerbaar proces. Op een gegeven moment is het zink op en is de batterij leeg.

Fig. 1.30
Doorsnede van een
batterij



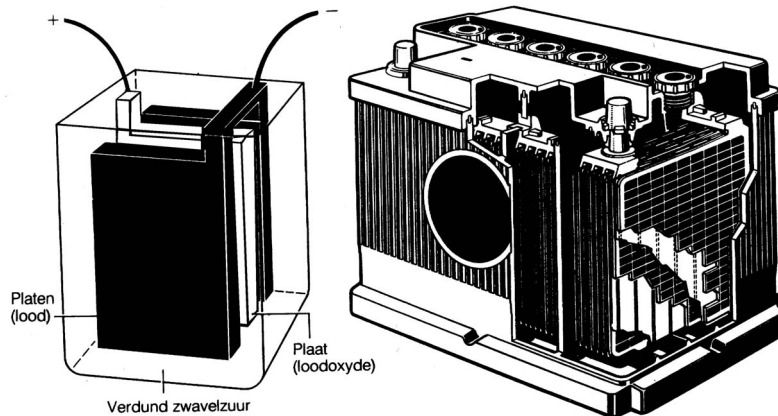
De accu

lood-zwavelzuurcel

De meest gebruikte versie van de accu is die op basis van de *lood-zwavelzuurcel*. Zo'n accucel is uitgevoerd met loden platen die in verdund zwavelzuur zijn gedompeld. Er worden twee typen loodplaten gebruikt. Zuiver loden platen en loodoxide platen. De zuiver loden plaat vormt de negatieve pool. De loodoxide plaat is de positieve pool. Bij gebruik van de accucel ontstaat in de waterige oplossing loodsulfaat. De meeste accu's zijn opgebouwd uit meerdere lood-zwavelzuurcellen. Een enkele cel heeft maar een beperkt elektrisch vermogen van ongeveer 2 Volt. Door cellen in serie te schakelen, zoals in een accu gedaan is, kun je een spanning van bijvoorbeeld 12 Volt maken.

Een lege accu kan worden opgeladen. Tijdens het opladen breekt het loodsulfaat weer. Het loodsulfaat gaat weer over in lood en loodoxide. Na een oplaadbeurt kan een lege accu dan ook weer als vanouds dienst doen.

Fig. 1.31
Accu



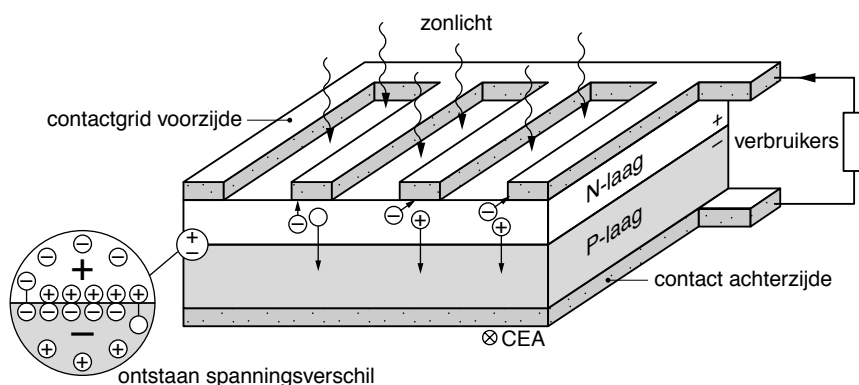
Zonnecellen

fotovoltaïsche omzetting

In een zonnecel wordt lichtenergie omgezet in elektrische energie. Dit proces heet *fotovoltaïsche omzetting*. De meest gebruikte zonnecel is gemaakt van silicium. Silicium is het hoofdbestanddeel van gewoon zand. Deze grondstof is ruimschoots voorhanden. Een zonnecel bestaat uit twee van die siliciumlagen. De siliciumlagen bevatten verschillende chemische toevoegingen. Onder invloed van lichtenergie ontstaat tussen beide siliciumlagen een spanningsverschil vergelijkbaar tussen de plus-

en minpool bij een batterij. Door een verbinding te maken tussen beide lagen gaat een elektrisch stroompje naar de verbruikende apparaten lopen.

Fig. 1.32
Zonnecel voor de
opwekking van
elektriciteit

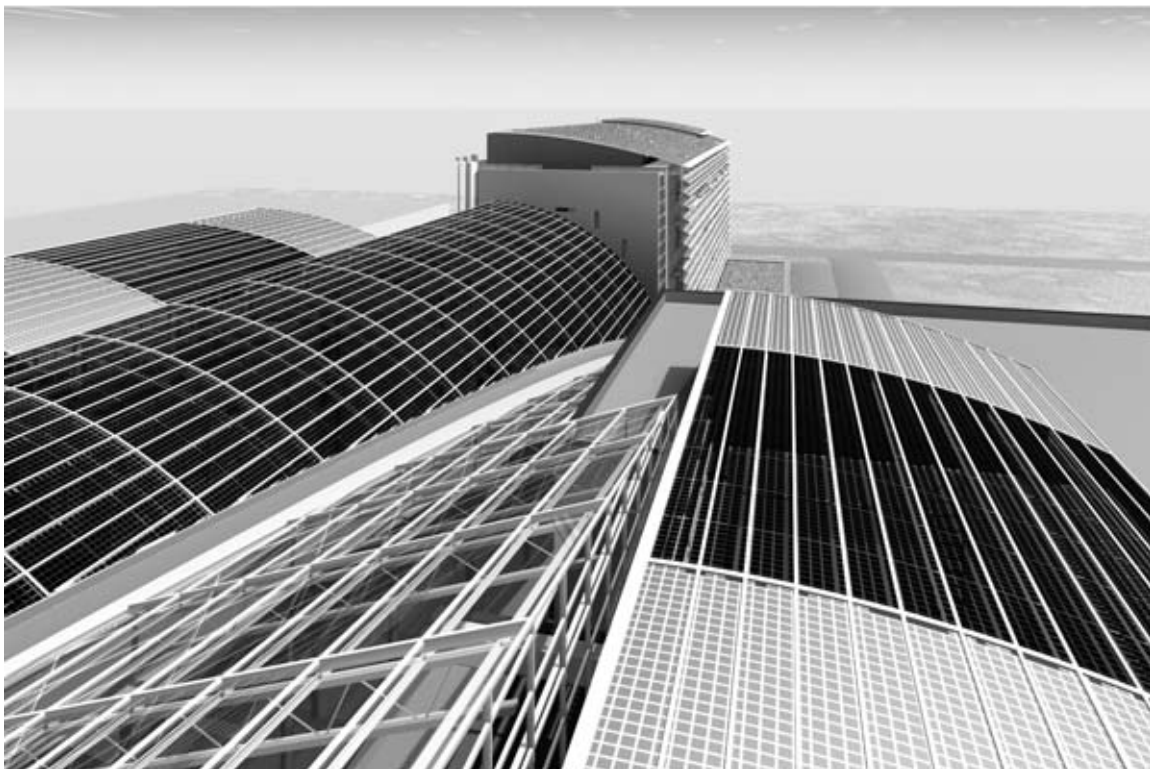
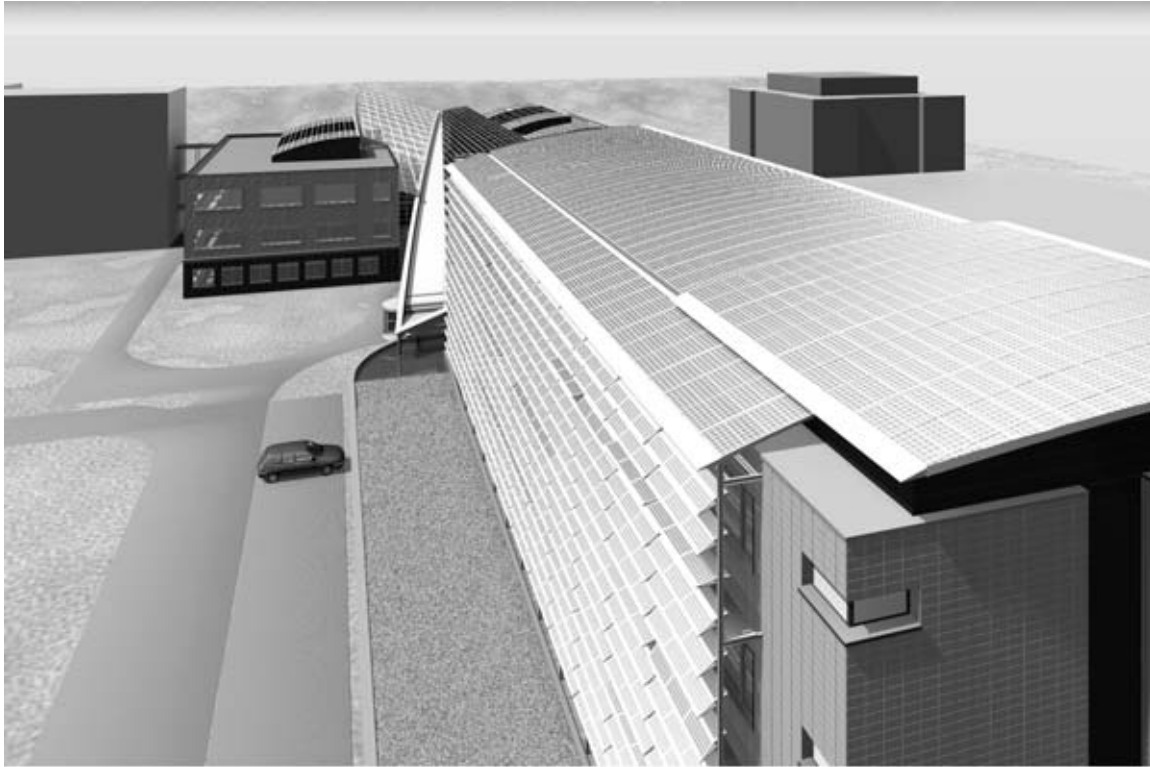


zonnepaneel

Een enkele zonnecel levert maar een gering elektrische stroompje op, misschien net genoeg voor een zakcalculator. Voor de heavy stroomgebruikers onder de apparaten schiet dit tekort. Vandaar dat net als bij de accu de zonnecellen aaneengeschakeld worden tot een *zonnepaneel*. De huidige zonnepanelen leveren 12 of 24 Volt. Zonnepanelen kunnen op hun beurt ook weer worden geschakeld. Je kunt er een heel dak mee bekleden en zo voldoende elektrische energie opwekken voor een heel kantoorgebouw. In figuur 1.33 zie je een zonne-energiecentrale die per jaar 16.000 kWh aan elektriciteit opwekt. Deze is als overkapping boven een kantoor aangebracht.

Fig. 1.33 Dak met zonnecellen voor de opwekking van elektriciteit

(artist impression: Martin van der Laan, Haarlem ontwerp gebouw: BEAR Architecten, Gouda)



Windmolen en windturbine

Nederland maakt al sinds de dertiende eeuw gebruik van windenergie.

Windmolen

Windmolens zetten windenergie om in mechanische energie. Hierdoor draaiden de molenstenen en kon het graan ertussen worden geplet. Later zijn windmolens ingezet om pompen aan te drijven waarmee laag gelegen gronden bemalen werden.

Windmolens zijn er in vele maten en uitvoeringen. Een en ander is geheel afhankelijk van het vermogen dat de molen moet kunnen leveren. Een flinke klassieke windmolen kan bij voldoende wind zo'n 40 kW (kilowatt) opleveren. Dit komt overeen met een motor van ongeveer 55 pk (paardenkracht). Van recentere datum is de inzet van de windmolen voor de productie van elektrische energie. Ze lijken niet meer op onze vergane glorie-exemplaren. Het zijn technisch hoogstaande modellen die helemaal zijn ingericht om zo veel mogelijk windenergie om te zetten in elektrische energie. Dit type windmolen heet windturbine.

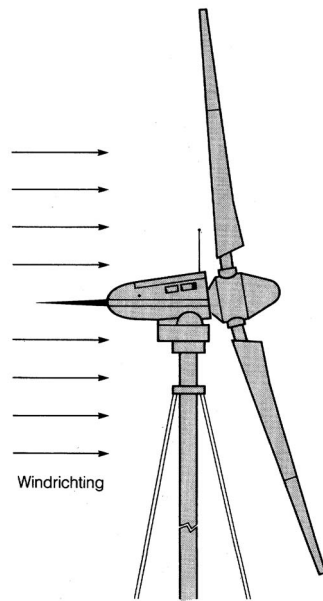
Windturbine

rotorblad Het belangrijkste onderdeel van de windturbine is het *rotorblad*. Door de uitgekende vorm van het blad wordt de energie in de langs stromende lucht omgezet in een draaiende beweging. Meerdere rotorbladen zitten vast aan een as. Hiermee wordt

generator een *generator* aangedreven die de elektrische energie opwekt. Dit werkt volgens hetzelfde principe als de fietsdynamo.

windparken Een windturbine van 100 kW levert voldoende stroom voor ongeveer 80 huizen. De rotorbladen zijn tot 18 meter lang, de as zit op 30 meter hoogte. Grote windturbines leveren wel 1000 kW en hebben dan rotorbladen tot 45 meter. In *windparken* worden meestal de middelgrote turbines geplaatst met een vermogen van 500 kW en rotorbladen tot 35 meter. Zo'n park levert dan bijvoorbeeld 20 MW (megawatt) aan elektrische energie. Dit zijn 20.000 kW. Deze stroom wordt verkocht als groene stroom. Stroom die door zonnecellen of waterkracht wordt opgewekt draagt ook de naam 'groene stroom'. Groene stroom is dus niet opgewekt met behulp van de inzet van fossiele brandstoffen gas, kolen of olie.

Fig. 1.34
Windturbine

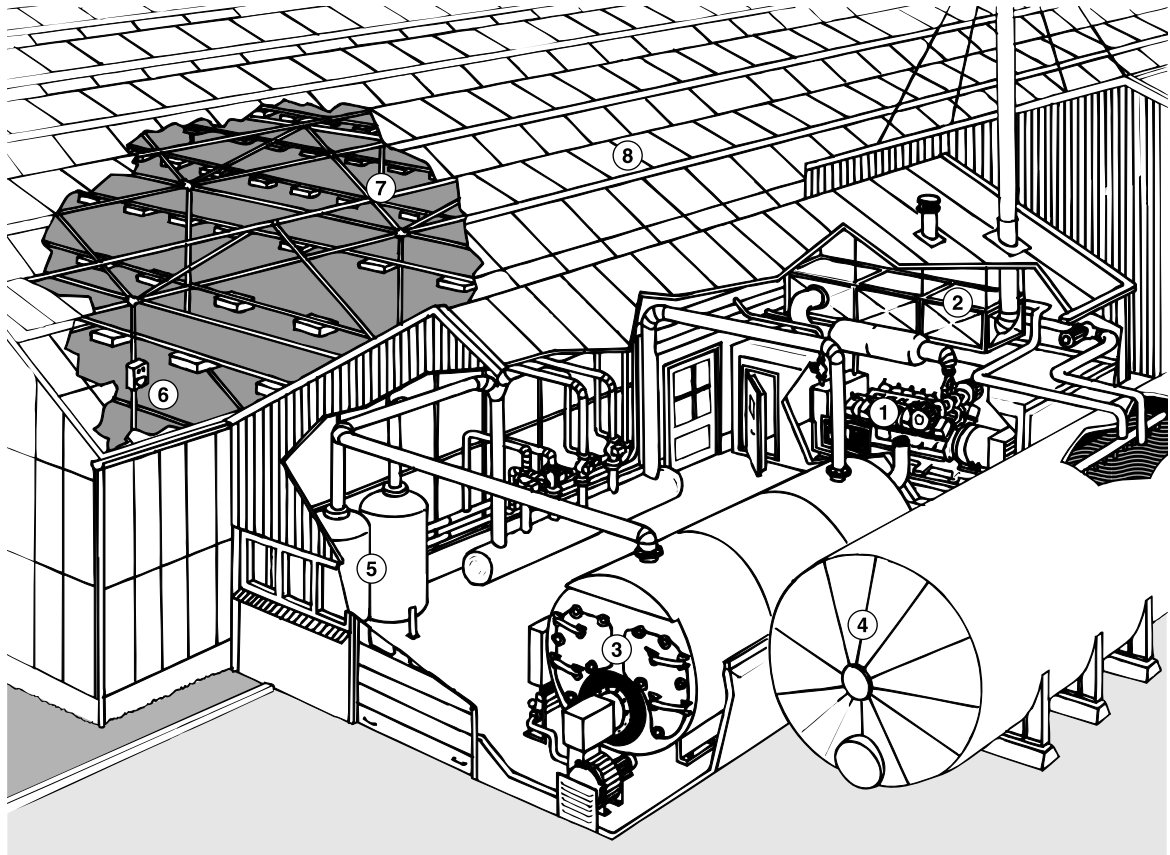


Warmtekrachtinstallatie

warmtekrachtkoppeling
(WKK)

In een warmtekrachtinstallatie wordt chemische energie uit fossiele brandstof omgezet in zowel warmte- als bewegingsenergie. De bewegingsenergie zet een turbine in werking die weer een generator aandrijft. Door deze koppeling van warmte en kracht wordt een hoog rendement van 90% gerealiseerd. Dit proces noem je *warmtekrachtkoppeling* (WKK). In een WKK-installatie vindt tegelijkertijd productie plaats van zowel stoom of warm water (warmte) als elektriciteit (kracht). Vele industriële processen passen stoom toe. Warm water kan dienen voor de verwarming van gebouwen of kassen. De elektriciteit kun je voor vele doeleinden inzetten. WKK-installaties vind je bij die bedrijven die veel energie nodig hebben voor hun bedrijfsprocessen. Neem bijvoorbeeld een tuinbouwbedrijf met grote kassen. Zo'n bedrijf heeft bijna het hele jaar door veel warmte nodig om de plantjes lekker te laten groeien. Daarnaast is er vaak een grote behoefte aan elektriciteit voor extra belichting. Afhankelijk van de warmtebehoefte wordt dan een WKK-installatie ontworpen. Het teveel aan elektriciteit dat de WKK-installatie genereert, kan het bedrijf verkopen aan de stroomproducenten. In figuur 1.35 is een doorsnede getekend van het ketelhuis van een tuinbouwbedrijf. De verschillende onderdelen van een WKK-installatie zijn erin aangegeven.

Fig. 1.35 Het ketelhuis van een glastuinbouwbedrijf



Het ketelhuis van een glastuinbouwbedrijf.

Legenda:

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1 warmte-/krachtinstallatie | 5 expansievat |
| 2 rookgasreiniging | 6 meetbox |
| 3 verwarmingsketel + brander | 7 assimilatie belichting |
| 4 warmteopslagtank | 8 kasdek |

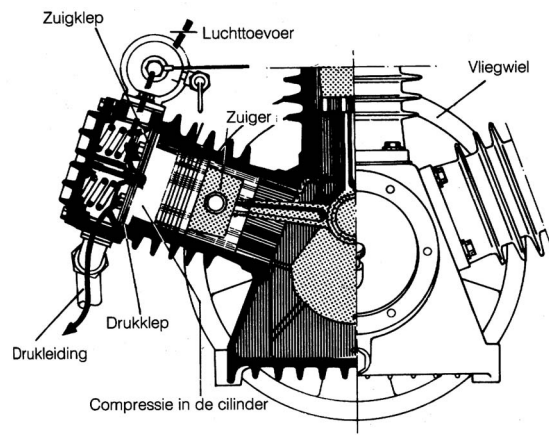
Compressor

Compressoren dienen voor het samenpersen van gassen tot een druk van 2000 bar of meer. Zelf leef je onder een luchtdruk van ongeveer 1 bar. Een druk van 2000 bar is dus een flinke kracht.

Voor het overwinnen van geringe drukverschillen gebruik je ventilatoren. Deze kunnen grote volumes transporteren. Bij grote drukverschillen kan alleen de

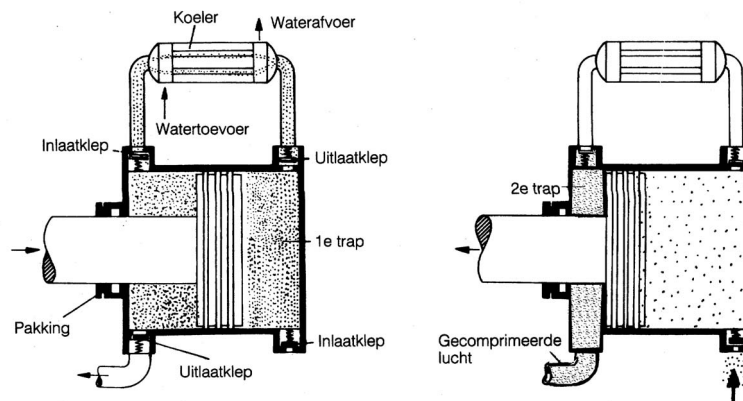
zuigercompressor uitkomst bieden.

Fig. 1.36
Doorsnede van een zuigercompressor



druk In de zuigercompressor wordt in de cilinder *druk* opgebouwd als de zuiger omhoog beweegt. Via een drukklep verlaat de samengeperste lucht de cilinder en komt in de drukleiding terecht. Vervolgens gaat de zuiger omlaag waardoor een onderdruk in de cilinder ontstaat. Hierdoor komt via de zuigklep nieuwe lucht in de cilinder. Gassen worden bij samendrukken warm. Voel maar eens aan de fietspomp na het oppompen van een fietsband! Het kan nodig zijn dat het samengeperste gas gekoeld moet worden alvorens het de drukleiding in mag. Het warme gas wordt in dit geval eerst langs een koeler geleid.

Fig. 1.37
Werkingsprincipe van een zuigercompressor



drukreservoir Een zuigercompressor produceert in tegenstelling tot een ventilator, geen continue gasstroom. Meestal is daarom in het druksysteem een *drukreservoir* ingebouwd dat op een constante druk wordt gehouden door de compressor. De compressor zal dan ook aanslaan als de druk in dit reservoir te laag is geworden en afslaan als de druk weer hoog genoeg is.

Overige technieken

Je hebt nu kennis gemaakt met de meest toegepaste apparaten en technieken voor energievoorziening. Technieken en apparaten die energie opwekken uit waterkracht, aardwarmte of organisch materiaal worden nog maar mondjesmaat toegepast, zeker bij individuele bedrijfsprocessen. Daarom behandelen we ze verder niet in deze paragraaf.

-
- Vragen 1.4**
- a Waarin zit het verschil tussen een oude en een nieuwe cv-verwarmingsketel?
 - b Beschrijf de werking van een warmtewisselaar.
 - c Verklaar de overeenkomende werking van de warmtewisselaars in een cv en in een diepvries.
 - d Geef een verklaring voor het ontstaan van condensaat in een verwarmingssysteem dat op stoom werkt.
 - e Wat zou er gebeuren met de stoomketel als de voedingstank geen water meer aan de stoomketel levert?
 - f Verklaar de overeenkomst tussen de processen in een warmtepomp en in een koelkast.
 - g Verklaar het verschil in werking van een koelinstallatie en een warmtepomp.
 - h Je kunt van de warmte-energie uit zonlicht op een passieve en actieve manier gebruik maken. Wat is het verschil?
 - i Op welke manier maak je gebruik van het zonlicht bij de inzet van een zonnecollector?
 - j Welke energie-omzetting vindt plaats in een batterij en in een accu?
 - k Waarin vertonen de werking van een batterij en een accu overeenkomst?
 - l Wat is het grote verschil tussen een accu en een batterij waarin zink als minpool is gebruikt?
 - m Wat is fotonvoltaïsche omzetting?
 - n Beschrijf de werking van een zonnepaneel.
 - o Hoeveel huishoudens kunnen van elektriciteit worden voorzien met een windpark van 20 MW?
 - p Wat is het grote voordeel van de toepassing van een WKK-installatie?
 - q Geef een verklaring voor het feit dat een zuigercompressor geen continue gasstroom kan leveren en er dus een buffer in het systeem noodzakelijk is
 - r Is elektriciteit die is opgewekt door afvalverbranding, groene stroom?

1.4 Registreren van verbruiksgegevens

Er zijn twee redenen om bij het energieverbruik van een proces stil te staan.

Ten eerste vormt energieverbruik een belangrijke kostenpost. Immers, verreweg de meeste bedrijven moeten fossiele brandstoffen en elektriciteit inkopen. Dit zijn dus kosten voor een bedrijf. Besparingen op deze kosten leiden tot lagere productiekosten van een product. En dat is natuurlijk interessant voor een bedrijf!

Ten tweede is het milieu gebaat bij een zuinig energiegebruik. Bij verbranding van fossiele brandstoffen komen verbrandingsgassen vrij. De kooldioxide of CO₂ hieruit draagt bij aan het broeikaseffect. Het broeikaseffect veroorzaakt extra opwarming van de atmosfeer. Dit leidt tot een stijging van de zeespiegel. Grote overstromingen kunnen het gevolg zijn met alle humanitaire en economische gevolgen van dien. Hoe krijg je greep op het energieverbruik van een proces?

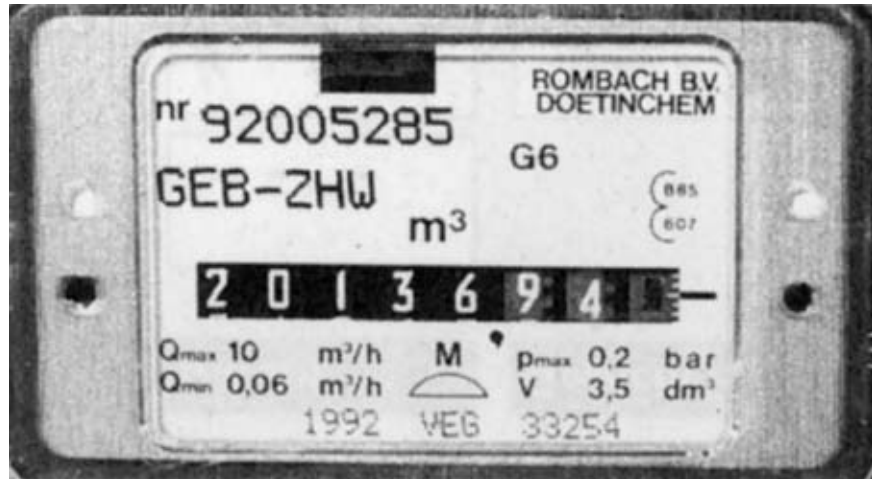
Metten is weten

Om effectief energie te besparen is het van belang dat je weet waar energie wordt verbruikt. Vervolgens moet je zorgen dat je weet hoeveel energie er op die plekken verbruikt wordt. Pas dan kun je de situatie nader onderzoeken en misschien besparingen op het energieverbruik realiseren!

Meterstanden

Meten is in dit geval het aflezen van de gas- en elektriciteitsmeter aan het begin en einde van een meetperiode en deze meterstanden noteren. Het verschil in m^3 of kWh dat je constateert tussen de meterstanden, is een maat voor de hoeveelheid energie die in de tussenliggende periode ergens in het proces is verbruikt.

Fig. 1.38
Gasmeter



kWh-meters

Op *kWh-meters*, zoals bijvoorbeeld afgebeeld in figuur 1.39, zijn vaak twee meterstanden zichtbaar. Dit heeft te maken met verschillende tarieven voor elektriciteit. Elektriciteit is in de uren overdag, als er veel vraag naar is, duurder dan 's avonds en 's nachts. De bovenste teller (I) geeft het aantal verbruikte kilowatturen in de *piekuren* aan. De onderste teller (II) geeft het verbruik in de *daluren* aan.

piekuren
daluren

Fig. 1.39
Kilowattuurmeter voor
elektriciteitsverbruik
tijdens piek- en daluren



Energie-inhoud

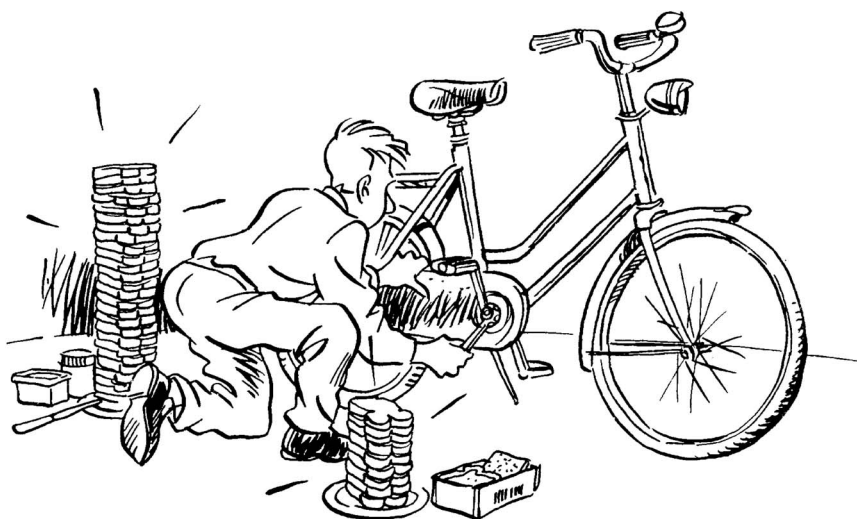
De maat voor de energie-inhoud van een (brand)stof is de Joule. Een megajoule (MJ) is 106 Joules. Aardgas heeft een energie-inhoud van 32 MJ per m^3 . De energie-inhoud van 1 kWh is 3,6 MJ. Hiermee kun je 1000 kg 367 meter hoog optillen!

Verbruik per eenheid product

Door de meterstanden per maand bij te houden weet je het totale gas- en elektriciteitsverbruik gedurende die maand. Als je daarnaast ook meet hoeveel

producten er in die maand zijn gemaakt dan geeft een eenvoudige berekening inzicht in het energieverbruik per eenheid product.

Fig. 1.40



Energieverbruik van een apparaat

Wat je bij het berekenen van het verbruik per eenheid product niet te weten bent gekomen, is waar in het proces de meeste energie naar toe gaat. Juist deze wetenschap kan tot kostenbesparingen leiden. Als de energieslurpers bekend zijn kun je onderzoeken of vervanging door energiezuiniger apparaten mogelijk is. Hoe vind je nu die energieslurpers? Die kun je eenvoudig vinden aan de hand van het zogenaemde *typeplaatje* *vermogen*. Dit is een sticker of metalen plaatje dat op elk energieverbruikend apparaat is aangebracht. Op dit typeplaatje staat het *vermogen* aangegeven. Het vermogen geeft aan hoeveel kW elektriciteit het apparaat per uur verbruikt. Dit getal moet je vermenigvuldigen met de tijd dat het apparaat in bedrijf is en je hebt het energieverbruik bepaald. Uiteraard is het dan van belang dat apparaten niet onnodig aan staan!

Elk apparaat heeft zijn eigen specifieke eigenschappen. Kijk maar eens naar de wasmachine die thuis staat. In de handleiding of op een plaatje of sticker aan de achterzijde van het apparaat vind je deze eigenschappen. Ze worden de technische gegevens genoemd.

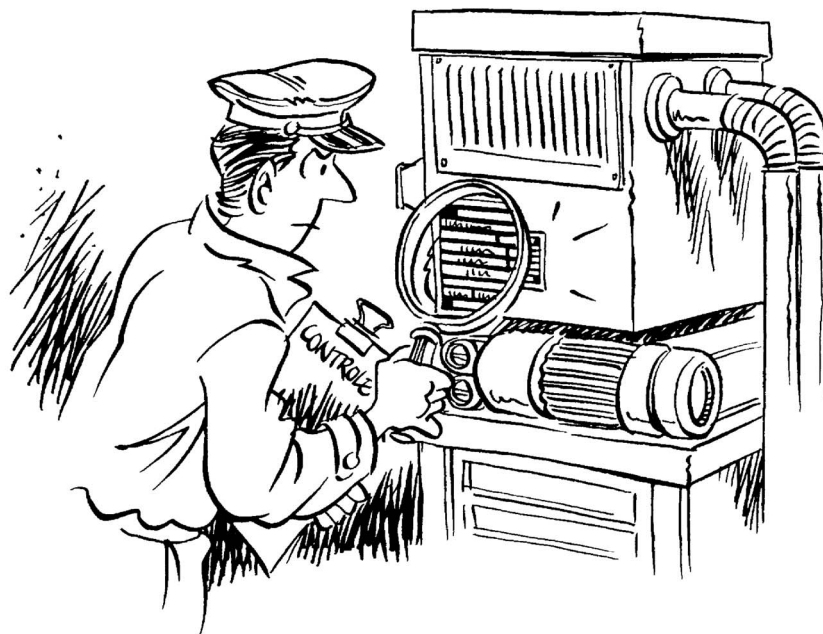
De technische gegevens van een wasmachine kunnen zijn:

- afmetingen: hoogte x breedte x diepte = 85 x 60 x 57 cm;
- netspanning: 220 -230 V / 50 Hz;
- aansluitwaarde: 3150 W;
- zekering: minimaal 16 A;
- waterdruk minimaal: 5 N/cm², maximaal = 80 N/cm²;
- maximum vulgewicht: katoen=5 kg, synthetica=2 kg, wol=1 kg;
- centrifugeertoerental: 1100 omwentelingen per minuut.

Voor een TV zijn de technische gegevens misschien als volgt:

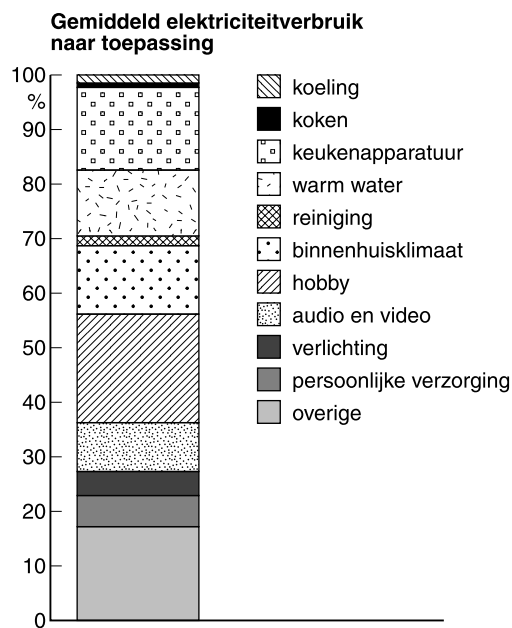
- beeldbuisdiagonaal: 51 cm;
- audiovermogen: 2 x 30 W;
- vermogen: 85 W;
- afmetingen: 512 x 449 x 456 mm;
- gewicht: 26,5 kg;
- afstandsbediening: RM-830;
- batterijen type: IEC R6.

Fig. 1.41
Typeplaatje lezen



Een stofzuiger met een vermogen van 2000 Watt (2kWh) verbruikt 2000 Watt in één uur. Heb je het ding twee uur aanstaan dan heeft dit proces dus 4000 Watt (4kWh) aan elektriciteit verbruikt. Een tv van 150 Watt doet ruim 26 uur met deze 4000 Watt. Thuis maar ook in een bedrijfsproces kun je zo een overzicht maken van het energieverbruik van een apparaat of deelproces. De resultaten kun je in een tabel of grafiek rangschikken zodat je in één oogopslag ziet waar de energie is gebleven. In figuur 1.42 is het elektriciteitsverbruik van een gemiddeld huishouden in kaart gebracht. In bedrijfsprocessen kun je op dezelfde wijze het elektriciteitsverbruik per apparaat op het totale verbruik nagaan.

Fig. 1.42
 Gemiddeld
 elektriciteitsverbruik per
 huishouden naar
 toepassing



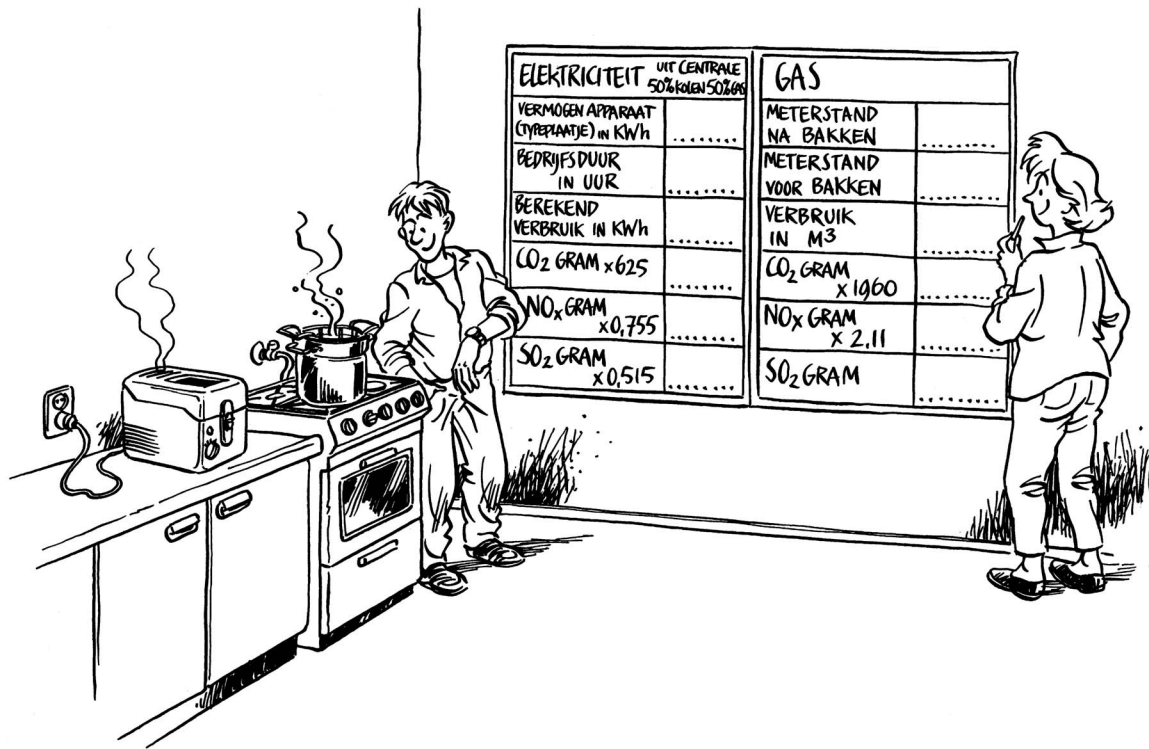
Milieubelasting

Heb je het verbruik per apparaat vastgesteld dan kun je uitrekenen hoe groot de hoeveelheden vrijkomende verbrandingsgassen zijn bij het proces. Deze verbrandingsgassen zijn:

- kooldioxide CO₂;
- stikstofoxiden NO_x;
- zwaveldioxide SO₂.

Met behulp van tabellen kun je van een apparaat of proces de milieubelasting bepalen die door het verbruik van gas of elektriciteit is opgetreden. In figuur 1.43 zie je zulke tabellen afgebeeld. Zo kun je bijvoorbeeld het verschil in milieubelasting bepalen tussen het bakken van frites op een gasfornuis en in een elektrische pan!

Fig. 1.43 Kookleslokaal



Toepassen van meetgegevens

Als je thuis de meterstanden een tijdje dagelijks bijhoudt, zie je dat er toch wel verschillen in het dag verbruik zijn. Bij koud weer verbruikt de verwarming meer gas dan bij warm weer. In de zomer krijgt de tuin misschien een keer extra water. Beide zaken zijn onmiddellijk op de meters waar te nemen. Als je de meetgegevens omzet in grafieken, zie je de relatie tussen het energieverbruik en bijvoorbeeld de buitentemperatuur. Als bewoner van het huis kun je met deze wetenschap je energieverbruik bijsturen. Dit is nodig als het jaarlijkse gasverbruik door de cv-ketel veel hoger uitkomt dan in vergelijkbare woningen. De gegevens over het streefverbruik van een woning zijn gratis op te vragen bij het energiebedrijf. Door veranderingen aan je cv en je woning of in je stookgedrag kun je het energieverbruik verminderen.

Ook bedrijven verrichten om uiteenlopende redenen metingen aan het proces en aan materiaal- en stofstromen. De meetresultaten worden in overzichtelijke tabellen of grafieken uitgewerkt. Op deze manier neem je vaak in één oogopslag bepaalde zaken waar die van belang zijn. Op basis van harde cijfers kun je zo nodig maatregelen nemen voor een goed verloop van de bedrijfsprocessen.

Vragen 1.5

- Hoe kun je het gasverbruik van een proces nagaan?
- Hoe kun je het elektriciteitsgebruik van een proces nagaan?
- Waar kun je op een apparaat informatie vinden over het energieverbruik?

-
- d Stel een formule op voor de berekening van het elektriciteitsverbruik per eenheid product.
 - e In 1 m^3 gas zit evenveel energie als in 3 kWh elektriciteit, namelijk 31,7 MJ. Bereken de bijbehorende hoeveelheden verbrandingsgassen CO_2 , NO_x en SO_2 . Gebruik hierbij figuur 1.43. Welke toepassing is het milieuvriendelijkst? Motiveer je antwoord.

1.5 Afsluiting

Stofstromen nemen een belangrijke plaats in het productieproces in. Zonder stofstromen kunnen de machines wel draaien maar worden er geen producten geproduceerd. Daarom worden grond- en hulpstoffen vanuit opslagplaatsen met een bepaalde regelmaat het proces ingevoerd. Er treden kwalitatieve en kwantitatieve veranderingen op aan de grondstoffen of tussenproducten. Reststoffen, afvalstoffen en uiteindelijk ook producten, verlaten het proces. Voor de opslag, toepassing en verwerking van al deze stofstromen en producten zijn passende technische voorzieningen en een goed beheer noodzakelijk. Dit geldt met name voor de gevaarlijke stoffen.

Vanwege milieuhygiënische en economische redenen is het belangrijk dat een stofstroom 'gevangen' blijft binnen het hele proces. Ongecontroleerd ontsnappen moet je te allen tijde voorkomen. Opslagvoorzieningen en procesinstallaties moeten dan ook technisch zijn aangepast aan de 'aard van het beestje' dat erin huist. De aard en eigenschappen van een stofstroom bepalen in sterke mate de technische en milieuhygiënische uitvoering van een voorziening. Zo worden aan tanks voor de opslag van (gevaarlijke) vloeistoffen en gassen strenge eisen gesteld, zowel technische eisen als eisen ten aanzien van gebruik en controle. Deze eisen gelden vaak voor de gehele voorziening, dus voor de tank met leidingen en ander toebehoren. Om milieuhygiënische redenen zijn rondom met name de opslag van grotere hoeveelheden (gevaarlijke) stoffen, extra voorzieningen noodzakelijk. Deze extra voorzieningen moeten schade aan bodem, water of lucht voorkomen of beperken als er een calamiteit plaatsvindt.

Om doeltreffend van energie gebruik te kunnen maken zijn speciale apparaten of systemen nodig. Dit zijn apparaten voor energievoorziening. Ze dienen voor opwekking, omvorming of distributie van energie in het bedrijfsproces. Belangrijke voorbeelden zijn de cv-verwarmingsketel, de warmtekrachtinstallatie, de zonnecollector, batterijen en accu's of de compressor.

Het is belangrijk om te weten hoeveel water en energie verbruikt wordt in het bedrijfsproces. Een bedrijf moet beide inkopen en dit vormt daarom een steeds terugkerende kostenpost voor het bedrijf. Daarnaast moet verspilling worden tegengegaan. Door het energie- en waterverbruik van een proces na te gaan en bij te houden, kun je wellicht besparende maatregelen nemen.

2 Stofstromen efficiënter maken

Oriëntatie

In productieprocessen ondergaan stof- en materiaalstromen allerlei veranderingen en bewerkingen om tot een product te komen. Het is hierbij economisch noodzakelijk om zo goedkoop mogelijk te werken en toch een product van de vereiste kwaliteit te maken. Bij nader inzien kunnen processen of onderdelen ervan toch nog efficiënter gemaakt worden.

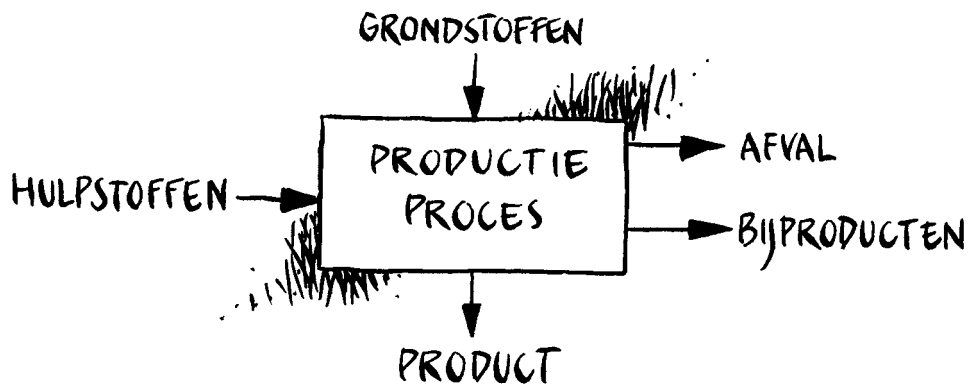
Een zo efficiënt mogelijk gebruik van grond- en hulpstoffen heeft vele voordelen. Er ontstaan minder afvalstoffen. Dat bespaart niet alleen op de kosten van grondstoffen maar ook op verwerkingskosten van het afval. Dit beperkt vervolgens op haar beurt weer de milieubelasting als gevolg van het proces. Hoe kan een proces nu op efficiëntie worden gecontroleerd? Dit kan door de aangevoerde hoeveelheden grond- en hulpstoffen en de afgevoerde hoeveelheden producten en afvalstoffen goed bij te houden. Omdat massa niet verloren kan gaan, moeten aan het einde van een proces de materiaalhoeveelheden even groot zijn als de hoeveelheden die aan het begin van het proces zijn ingevoerd. Met deze gegevens kan ook onderzocht worden in hoeverre grondstoffen rendabel gebruikt worden. Hoe meer van de oorspronkelijke grondstoffen in het eindproduct aanwezig zijn hoe rendabeler het proces. Tot slot kun je aan de hand van deze gegevens vergelijkingen maken met voorgaande jaren en met soortgelijke bedrijven. Hieruit kun je onder andere opmaken of het bedrijf nog wel concurrerend genoeg werkt.

2.1 Stofstromen in bewerking

In een bedrijf waar bonen geconserveerd worden, moeten altijd voldoende voorraden grond- en hulpstoffen aanwezig zijn voor een goed procesverloop. Naast het uiteindelijke product ontstaan ook stofstromen van afval- en reststoffen die je moet afvoeren. Als stoffen en producten binnen een proces of uit een opslag 'ontsnappen', kan dit gevolgen hebben voor het milieu en voor de gezondheid van mensen. Het ontsnappen van stoffen of producten aan het proces mag daarom alleen gecontroleerd plaatsvinden. Zowel bij gecontroleerde als ongecontroleerde ontsnapingen kan echter milieubelasting optreden. Door de voorzieningen af te stemmen op de aard en eigenschappen van de stofstromen kunnen we milieubelasting voorkomen of beperken.

Als je een proces geheel in schema zet, komen al veel plaatsen aan het licht waar je stofstromen kunt invoeren en uitstoten. Als je vervolgens een productieproces bekijkt dat in bedrijf is, geeft je dat aanvullende informatie.

Fig. 2.1 Elementen van een productieproces



materiaalstromen Stofstromen zijn de *materiaalstromen* van het bedrijf. De materialen in deze stromen ondergaan verschillende bewerkingen of verwerkingen in de unit-operations. Hierdoor verandert het materiaal. Vaak vermindert ook de oorspronkelijke hoeveelheid van het materiaal. Al deze veranderingen leiden uiteindelijk tot het eindproduct. Daarnaast ontstaan onvermijdelijk ook afvalstromen en vinden er andere vormen van uitstoot (emissies) plaats.

Door de verschillende materiaalstromen goed te bestuderen krijg je inzicht in de 'zwakke plekken' van een proces. Op deze plaatsen kunnen stoffen of producten ontsnappen en kan een gevaarlijke of milieubelastende situatie ontstaan. Als je een bedrijf bezoekt voor controle of voor het uitvoeren van een bedrijfsinterne milieu-audit, is het van belang dat je deze zwakke plekken herkent en opspoor.

emissie Bij het opsporen van zwakke plekken moet je nauwgezet de bewerkingen van materialen en stoffen nagaan. Bereidingsprocessen en bewerkingsprocessen voegen telkens iets toe of halen iets weg uit de aangeboden materiaalstroom. Als je nauwkeurig nagaat wat er zich afspeelt bij elke bewerking, zie je vanzelf of er een *emissie* of afvalstof ontstaat. Er zal dan een voorziening aanwezig moeten zijn om te zorgen dat het milieu niet belast wordt door de afvalstof of door de uitstoot. Dit kan een heel eenvoudige voorziening zijn zoals een opvangbak voor afvalstoffen, een vloeistofdichte riolering of een lekbak. Maar het kunnen ook technisch hoogstaande voorzieningen zijn zoals een waterzuivering of gaswasinstallatie. Een voorziening alleen is niet genoeg: een waterzuivering moet natuurlijk wel werken en de afvalbak zul je regelmatig moeten legen. Kortom, voor een goede werking moet je de voorzieningen goed beheren!

Materiaalstromen ondergaan in een proces kwalitatieve veranderingen en kwantitatieve veranderingen. Een kwalitatieve verandering is bijvoorbeeld het verwerken van klei tot baksteen. Een plank op lengte zagen is een kwantitatieve verandering. Bij elke verandering komt het product steeds dichterbij het stadium van eindproduct, maar hierbij ontstaan nagenoeg ook altijd afvalstromen en emissies. Elke bewerkingsstap in een proces kan in theorie dan ook een zwakke plek opleveren!

Kwalitatieve veranderingen

Unit-operations die een materiaalstroom 'inwendig' veranderen hebben invloed op de kwaliteit van het materiaal of de grondstof. Dit kan op vele verschillende manieren. Het opwarmen van koelwater is zo'n kwalitatieve verandering. Of het uitzoeken van de slechte bonen uit een partij vóór conservering. De kwaliteit van de te verwerken partij bonen is na deze bewerkingsstap verbeterd. Daarentegen is een deel van de grondstof afvalstof geworden, de kwaliteit is hierbij verslechterd. Het bonenafval ontstaat op de afdeling Aanvoer. Op deze afdeling is een GFT-container op zijn plaats. Om stankoverlast door rotting en ongedierte te voorkomen moet je deze met regelmaat legen.

Bij de processen die kwalitatieve veranderingen teweeg brengen, kunnen ook door chemische reacties stoffen ontstaan die schadelijk zijn voor werknemer of milieu. Een slechte afvoer van schadelijke dampen die bij lasprocessen ontstaan, zijn niet prettig voor de werknemer en een slecht filter in de afzuiging kan het milieu schaden.

Als je weet wat de eigenschappen van een grond- of afvalstof zijn, kun je een inschatting maken van de gevolgen voor het milieu. Hierbij moet je niet enkel denken aan de directe omgeving van het bedrijf maar ook aan de gevolgen voor de regio en verder. Een timmerfabriek heeft met zijn geluidsproductie slechts invloed op de directe omgeving. Door verbranding van het eigen houtafval worden rookgassen uitgestoten die zich in de lucht met de wind mee over een grote afstand kunnen verspreiden. Als je een oude koelkast niet zorgvuldig ontdoet van de koelvloeistof (CFK's), dan wordt op grote hoogte in de atmosfeer de ozonlaag nadelig beïnvloed.

Kwantitatieve veranderingen

Unit-operations die een materiaalstroom 'uitwendig' veranderen, hebben invloed op de kwantiteit van het materiaal of de grondstof. Door de bewerking verandert er iets aan de hoeveelheid materiaal die is ingevoerd in de unit-operation.

In de meeste gevallen blijft een gedeelte van de materiaalstroom bij de bewerkingsstap achter in de vorm van afvalstof of reststof. Het schillen van aardappelen voor de fritesproductie, het stansen van munten en het verven van textiel zijn processen waarbij niet al het oorspronkelijke materiaal bij de volgende unit-operation aankomt. Aardappelschillen, metaalafval en afvalwater met verf komen hierbij vrij.

In andere gevallen worden aan materiaalstromen andere materiaalstromen toegevoegd zoals in assemblagebedrijven en -afdelingen. Een dergelijk bedrijf of afdeling voegt onderdelen samen die afkomstig zijn van diverse toeleveranciers. PC's worden bijvoorbeeld vaak op deze manier geproduceerd. Na elke stap in het montageproces neemt de hoeveelheid materiaal toe. De afvalstoffen en reststoffen die hierbij ontstaan, bestaan met name uit de verpakkingsmaterialen waarin alle onderdelen zijn aangeleverd. Het montageproces levert op zich weinig afval of emissies op.

Controlekaarten

Om over het gebruik van grond- en hulpstoffen, de geproduceerde hoeveelheden product en de productie van afvalstoffen iets te kunnen zeggen, zul je moeten meten. Doorgaans worden in bedrijfsprocessen verschillende gegevens op verschillende

plaatsen in het proces gemeten. Veel meetwaarden worden al automatisch door een computer opgeslagen en verwerkt maar er worden ook nog steeds metingen vastgelegd op controlekaarten. Het kan gaan over het aantal stuks dat is verbruikt of geproduceerd, kubieke meters, kilo's, meters, tijdwaarnemingen, niveaumetingen enzovoorts. Het is hierbij belangrijk dat de controleur de meting goed uitvoert en deze vervolgens correct en op de juiste plaats op het formulier opschrijft. De controlekaarten worden dagelijks, wekelijks of maandelijks verzameld. De meetwaarden worden verwerkt tot tabellen en grafieken. Door de grafieken met elkaar te vergelijken kom je het nodige te weten over het verloop van het proces.

Voorbeeld: frietproducent

Een frietproducent verbruikt veel water. Het is dan interessant om dagelijks of wekelijks bij te houden wat het waterverbruik per geproduceerde kilo frites is. Na een jaar kun je het jaargemiddelde uitrekenen. Dit jaargemiddelde kun je vergelijken met dat van voorgaande jaren. Is het proces zuiniger met water geworden of juist niet? Het antwoord vind je aan de hand van de cijfers. Het jaargemiddelde kun je ook vergelijken met dat van een andere frietfabriekant. Welk proces verbruikt het minste water per kilo frites? Dergelijke gegevens kunnen aanleiding zijn om verbeteringen aan te brengen in het productieproces.

In de praktijk zijn er vele varianten controlekaarten in omloop. Ze zijn vaak eenvoudig van opzet tenzij er vele verschillende gegevens op gecombineerd worden. Dan is het even extra uitkijken geblazen!

Vragen 2.1

- a Welke plaatsen in een productieproces krijgen speciale aandacht van de milieucontroleur? Motiveer je antwoord.
- b Hoe kun je deze plaatsen in een productieproces opsporen?
- c Wat wordt bedoeld met kwantitatieve veranderingen aan een materiaalstroom?
- d Wat wordt bedoeld met kwalitatieve veranderingen aan een materiaalstroom?
- e Welke verschillen kun je opnoemen tussen een productie- en een assemblagebedrijf.

2.2 De begrippen massabalans, rendement en kengetallen

Een natuurkundige wet schrijft voor dat massa niet verloren kan gaan. Alle massa die in een productieproces wordt ingevoerd moet er dus op de een of andere wijze ook weer uitkomen. Vaste stoffen kun je gemakkelijk volgen in een proces. Ze komen voor een deel in het product en voor een deel in het afval terecht. Het gewicht aan grondstoffen dat het productieproces ingaat, moet even groot zijn als het gewicht aan grondstoffen die in het product zitten plus het gewicht van het ontstane afval. Bij water kan dat anders liggen, als bijvoorbeeld door het productieproces een deel van het water in stoom wordt omgezet dat via de schoorsteen ontsnapt. De hoeveelheid water die het productieproces uitgaat is dan niet meer gelijk aan de hoeveelheid die is ingevoerd. Het verschil is als stoom aan het proces ontsnapt.

massabalans

Van de stofstromen in een productieproces kun je een *massabalans* opstellen. Deze geeft je informatie over waar alle ingezette grond- en hulpstoffen blijven. Aan het begin van een proces is het makkelijk om precies na te gaan hoeveel van elke

stofstroom wordt ingezet. Grondstoffen zijn meestal aangekocht en dus kun je makkelijk nagaan welke hoeveelheden ervan zijn verbruikt en hoeveel product dat uiteindelijk heeft opgeleverd. Natuurlijk zijn daarbij restproducten en afvalstoffen ontstaan. De hoeveelheden hiervan zijn ook veelal eenvoudig te achterhalen. Uiteindelijk zal het totaal van de ingezette grondstoffen gelijk moeten zijn aan het totaal van het ontstane product plus de hoeveelheid ontstane rest- en afvalstoffen. De massabalans is gebaseerd op het principe van behoud van massa. Materiaal kan nu eenmaal niet zomaar weggetoverd worden. Wanneer geen chemische reacties plaatsvinden, ziet de algemene vergelijking voor een massabalans er als volgt uit:

uitgaand materiaal = ingaand materiaal

Een eenvoudige massabalans zoals je die in een supermarkt kunt opstellen voor om het even welk product, is bijvoorbeeld die voor doosjes hagelslag. Een leverancier levert op 1 april een pallet met 2500 doosjes aan. In de winkel en het magazijn zijn dan nog 145 doosjes aanwezig. Op 30 april blijkt uit de kassabon-gegevens van de maand april dat er 2480 pakjes verkocht zijn. Door een ongelukje in de winkel zijn er in april 10 doosjes beschadigd en als afval afgevoerd. De voorraad bestaat op 30 april nog uit 125 doosjes. Als je nu de massabalans voor hagelslag voor de maand april opmaakt, blijkt dat er doosjes verdwenen zijn!

IN	UIT
aangekocht: 2500	verkocht: 2480
voorraad: 145	voorraad: 125
	beschadigd: 10
totaal: 2645	totaal: 2615

Uit deze massabalans blijkt nu dat er dus 30 pakjes minder UIT zijn gegaan dan IN. Waar zijn die gebleven? Zo constateerde het ministerie van Landbouw, Visserij en Natuurbeheer in 1994 op basis van de massabalans voor mest dat er duizenden tonnen mest waren verdwenen. Deze mest is volgens de boekhoudgegevens wel geproduceerd maar nooit officieel verwerkt.

De massabalans kun je ook gebruiken om inzicht te verkrijgen in de hoeveelheden afvalstromen en emissies die moeilijk of niet meetbaar zijn. Voorbeelden hiervan zijn het vaststellen van de hoeveelheid weggelekt gas in een procesinstallatie of het bepalen van hoeveelheden stoffen die met het bedrijfsafvalwater op het riool worden geloosd. Zo kun je met behulp van de massabalans vaststellen hoeveel koelmiddel uit een gesloten koelinstallatie is ontsnapt. Enkel de ontsnapte hoeveelheid koelmiddel moet je aanvullen! Dit kan weer leiden tot het zoeken naar een lek in een gasleiding en de reparatie ervan. Hetzelfde geldt voor het terugwinningsproces van bijvoorbeeld het oplosmiddel PER dat wordt gebruikt in een chemische wasserij. Alleen de niet teruggewonnen en dus geëmitteerde hoeveelheid moet worden aangevuld.

De massabalans is daarmee zowel voor het bedrijf als voor de milieucontroleur een nuttig instrument om inzicht te krijgen in de in- en uitgaande materiaalstromen van een proces.

milieubelasting

Daardoor kun je gericht kijken naar mogelijkheden om de *milieubelasting* te verminderen. Als je weet waar deze binnen het proces in het geding is, kun je gericht oplossingen gaan zoeken.

Vragen 2.2

- a Wat is een massabalans?
- b Welke functie heeft de massabalans voor een proces?
- c Voor welke twee typen stofstromen is het nuttig om er vanuit milieuoogpunt een massabalans voor op te stellen?
- d Stel voor het volgende bedrijfsproces een massabalans op en probeer het verschil tussen ingaand en uitgaand materiaal te verklaren. Een bedrijf produceert houten stoelen. Per maand wordt 4500 kg hout aangekocht. Van dit hout worden voor 1567 kg aan stoelen geproduceerd. In deze stoelen zit in totaal 12 kg aan metalen onderdelen. Per maand wordt 2526 kg afvalhout en 400 kg zaagsel afgevoerd.
- e Stel voor het volgende bedrijfsproces een massabalans op en probeer het verschil tussen ingaand en uitgaand materiaal te verklaren. Een metaalbedrijf produceert metalen frames. Per jaar wordt 567 ton metaal en 780 kg aan laselektroden aangekocht. Via zagen komt 34 ton metaal bij het afval terecht. Andere verspanende processen produceren ook nog 112 ton metaalafval. Door het lassen wordt 300 kg aan de frames toegevoegd en ontstaat er 460 kg aan lasslakken. Het totaal aan geproduceerde frames bedraagt 425.000 kg.
- f Geef aan wat met het begrip rendement wordt bedoeld.
- g Bedenk zelf drie voorbeelden van kengetallen.

Rendement en kengetallen

Hoe groter het aandeel is van de oorspronkelijke grondstof in het eindproduct des te rendabeler de grondstof is verwerkt en hoe minder er tot afval is verworven. Maak je uit 10 kilo planken een kast en houd je daarbij 1 kilo afvalhout en zaagsel over dan heb je een rendement op het inputmateriaal gehaald van 90%.

$$\text{rendement} = (10 - 1) / 10 \text{ kg} / 10 \text{ kg} \times 100\% = 90\%$$

rendement Bedrijven houden van hun productieproces nauwkeurig het *rendement* in de gaten. Immers, als dit niet voldoet aan de door de economie gestelde eisen, zal het bedrijf geen lang leven beschoren zijn. Men is daarom in het bedrijfsleven constant aan het zoeken naar verbetering van het rendement van het proces. Naast besparingen op de inkoop van grondstoffen levert het indirect ook een verminderde milieubelasting in de vorm van afvalstoffen op. Het mes snijdt hier dus aan twee kanten.

Kengetallen

De jaarafrekeningen van de het energie- en gasbedrijf kun je beschouwen als de controlekaarten van het energieverbruik van een huishouden. Door de jaarafrekeningen van een aantal opeenvolgende jaren naast elkaar te leggen kun je leuke waarnemingen doen. Wat is bijvoorbeeld het gemiddelde elektriciteitsverbruik en gasverbruik per gezinslid per jaar? Is dit in de loop van de jaren gestegen of door energiebesparende maatregelen juist gedaald? Wat is het gemiddelde verbruik over de verschillende jaren en zat je het afgelopen jaar boven of onder dat gemiddelde? Hoe zit het met de berekende waarden bij een willekeurige klasgenoot? Welk gezin verbruikt het minste en is daarmee eigenlijk ook het milieuvriendelijkst met energie? De antwoorden op deze vragen vertellen je iets over hoe hoog het energieverbruik in verschillende huishoudens per gezinslid is, hoe dit in de loop van de tijd binnen een

huishouden eventueel verandert. Ook kun je eruit opmaken in hoeverre een individueel gezinslid meer of minder dan het gemiddelde van de grote groep verbruikt.

De getallen die als antwoord uit bovenstaande vragen rollen worden kengetallen genoemd. Een kengetal is een verhoudingsgetal dat in een enkel getal een bepaalde grootte in verhouding tot een andere grootte weergeeft. Het kengetal voor het gemiddelde gasverbruik per persoon in een gemiddeld Nederlands gezin zou bijvoorbeeld 1000 m³ per persoon per jaar kunnen zijn. Thuis zou je op 850 m³ per persoon per jaar kunnen uitkomen. De gezinsleden in jouw gezin gaan dan zuiniger met energie om dan het gemiddelde Nederlandse gezinslid. Zou je thuis op 1450 m³ per persoon per jaar uitkomen dan kan het gezin besluiten maatregelen te nemen om het energieverbruik terug te dringen.

Op precies dezelfde wijze worden in de praktijk kengetallen berekend van duizend en één zaken. De bedrijven leveren elk hun eigen cijfers die vervolgens worden gemiddeld met de cijfers van hun branchegenoten. Aldus ontstaan vele kengetallen die het individuele bedrijf in staat stellen zichzelf te beoordelen ten opzichte van de gemiddelde prestaties van de branchegenoten.

De veehouder wil graag weten hoe goed de melkgift is van zijn melkkoeien ten opzichte van melkgift van de gemiddelde koe in Nederland. De veehouder kan dan zien of zijn bedrijfsvoering tot een bevredigend resultaat heeft geleid of juist niet. Zit de boer met zijn gemiddelde melkproductie per koe onder het kengetal dat de Nederlandse gemiddelde melkgift aangeeft dan kan hij naar maatregelen gaan zoeken die de productie zullen verhogen. Misschien moet ander voer bijgevoerd worden of zijn een aantal koeien aan vervanging toe.

Dit laatste kan de veehouder constateren als het de gemiddelde melkgift van zijn eigen veestapel vergelijkt met de melkgift van elke afzonderlijke melkkoe. Met de wetenschap van het kengetal van de melkgift van de gemiddelde Nederlandse koe kan de veehouder zien of zijn melkproductieproces nog in de pas loopt met het landelijk gemiddelde. Met het kengetal van de gemiddelde melkgift per koe in de eigen veestapel kan hij onderscheid maken tussen hoog en laag productieve dieren.

2.3 Afsluiting

Productieprocessen maken gebruik van grond- en hulpstoffen die op hun beurt ook weer afkomstig zijn uit andere productieprocessen. Om economische redenen zal een productieproces steeds zoeken naar een optimaler gebruik van de (duur) ingekochte grond- en hulpstoffen. Grond- en hulpstoffen die tijdens het productieproces worden uitgestoten moeten vaak als afvalstof worden afgevoerd. Dit betekent ook een kostenpost voor het bedrijf. Door het registreren van relevante procesgrootheden wordt de vinger aan de pols gehouden. Je kunt door het opstellen van massabalansen, het berekenen van rendement en kengetallen controleren of het proces naar wens verloopt. Geven de cijfers aanleiding tot actie dan zul je wijzigingen in het proces moeten doorvoeren. Misschien moet je machines nog nauwkeuriger afstellen of moet je processen aanpassen of wijzigen.

3 De inzet van zuiveringstechnologie

Oriëntatie

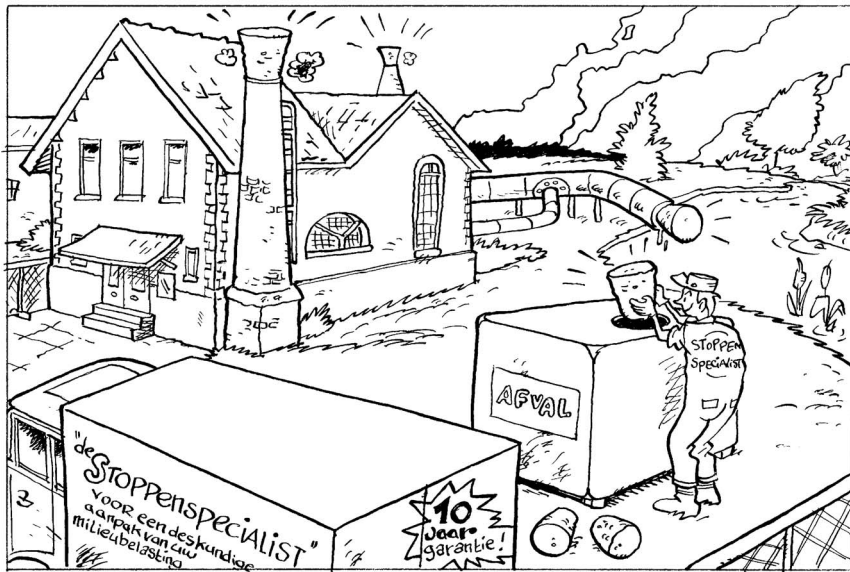
Waar geleefd of gewerkt wordt, ontstaan per definitie afvalstoffen. Als je hier thuis of op de werkvloer niet goed mee omgaat, kom je binnen de kortste keren om in je eigen vuil!

Afvalstoffen moeten dus worden afgevoerd zodat het 'nest' en de leefomgeving bewoonbaar blijven.

Al zo lang we de aarde bevolken, lozen we vluchtige afvalstoffen in de lucht, voeren we waterige afvalstromen af naar het oppervlaktewater en begraven of verbranden we vaste afvalstoffen. In de twintigste eeuw nam mede door de bevolkingstoename en veranderde levensstijl de afvalstroom zulke grote vormen aan dat het dagelijks leven eronder te lijden kreeg. Stortplaatsen raakten versneld vol terwijl er in ons kikkerlandje geen plaats meer is voor nieuwe vuilnisbelten. Rivieren schuimden in de zestiger jaren alsof er grote vrachten afwasmiddel in uitgestort waren! Niet enkel de hoeveelheid werd een probleem ook de aard van de afvalstoffen speelde een belangrijke rol. Er kwamen steeds meer afvalstoffen die een werkelijke bedreiging voor de mens en zijn milieu vormden. Denk maar eens aan de vele soorten gevaarlijke afvalstoffen die onze maatschappij vandaag de dag produceert. In het verleden gestorte gevaarlijke afvalstoffen vormen nog steeds op diverse locaties in Nederland bodemvervuiling en daarmee een bedreiging voor de kwaliteit van ons grondwater. Verbranden kan ook niet altijd omdat de rookgassen een groot gevaar voor de omgeving vormen doordat ze bijvoorbeeld dioxine bevatten. Aan het onbeperkt lozen van afvalstromen is door milieuwetgeving een einde gemaakt. Dat wil niet meteen zeggen dat dergelijke afvalstromen niet meer ontstaan.

De ontwikkeling van nieuwe zuiveringstechnieken is in volle gang. Dit is een gevolg van de steeds strenger wordende milieuregelgeving. Met behulp van allerlei technieken zijn we nu in staat het grootste deel van de milieubelastende elementen uit een afvalstroom te vangen of onschadelijk te maken. In dit hoofdstuk maak je kennis met verschillende lucht-, water- en afvalzuiveringsapparatuur die in bedrijfsprocessen wordt ingezet. Het bedrijfsleven zelf probeert ondertussen haar processen zo schoon mogelijk te maken.

Fig. 3.1
Afdichting: ook een
methode om uitstoot
tegen te gaan....



3.1 Wie vuilmaakt moet poetsen

Stel je eens voor dat in een restaurant van een populaire hamburgerketen het verpakkingsafval maar één keer per week zou worden opgeruimd! Spoedig zou er een decimeters dikke laag platgetrapte hamburger-, frites- en colaverpakkingen op de vloer liggen. Je hebt in een dergelijk restaurant bijna een fulltime vuilnismedewerker nodig om je als klant niet op een vuilnisbelt te wanen! Om de milieubelasting door verpakkingsafval onder controle te houden zamelt de keten dit zelf in. Ook voor de verdere verwerking ervan wordt gezorgd. Zolang de hamburgerketen al haar producten blijft verpakken, zal dit ondersteunende bedrijfsproces van afvalzorg noodzakelijk zijn.

Zuiveringstechnologieën

Afvalzorg kun je beschouwen als een vorm van zuiveringstechnologie. Zuiveringstechnologieën worden ingezet met het doel emissies van afvalstoffen naar water, lucht en bodem te voorkomen en het vrijkomen van afvalstoffen te verminderen. De technieken en de daarbij behorende procesapparaten zijn vaak deelprocessen die gebaseerd zijn op de fysische en chemische eigenschappen van de stofstromen.

Deze deelprocessen kunnen op twee manieren zijn ingezet:

- als laatste schakel van een proces. Dit wordt aangeduid met end-of-pipe-techniek of schoonmaaktechnologie;
- als onderdeel van een proces. Dit wordt aangeduid met het begrip procesgeïntegreerd of schone technologie.

Schoonmaaktechnologie

Tot de schoonmaaktechnologie behoren alle processen, technieken en apparaten die aan het einde van een proces zijn toegevoegd om de milieubelasting te bestrijden.

effectgerichte maatregelen

Zolang je het proces niet verandert, zal de milieubelasting van het proces niet verminderen. In dit geval blijft de inzet van schoonmaaktechnologie noodzakelijk. Schoonmaaktechnologie beperkt het effect van de milieubelasting.

Schoonmaaktechnologische maatregelen worden daarom ook wel *effectgerichte maatregelen* genoemd.

Schoonmaaktechnologie heeft de volgende kenmerken.

- Het werkt altijd kostenverhogend op het eindproduct.
- Na geschakelde apparatuur of processen verbruiken nieuwe grondstoffen en energie waardoor ze extra milieubelastend zijn.
- De kwaliteit van het eindproduct blijft hetzelfde.
- Schoonmaaktechnologie verplaatst de milieubelasting maar vermindert deze niet. Door toepassing van een doekfilter bijvoorbeeld, komen vaste stofdeeltjes niet meer in de lucht terecht maar op een stortplaats of in een vuilverbrandingsoven. Zo kunnen ook stoffen van de lucht naar water, van water naar lucht of van water naar bodem verplaatst worden. Dit noemen we *compartimentverschuiving*.

compartimentverschuiving

Fig. 3.2

Compartimentverschuiving: verplaatsing van milieubelasting



Schone technologie

Met schoonmaaktechnologie los je het ontstaan van de milieubelasting dus niet op. De milieubelasting kun je er wel mee onder controle brengen. Daardoor kun je deze op de best mogelijke manier opruimen. Als je de milieubelasting echt wilt verminderen, zul je in het productieproces zelf iets moeten wijzigen. Je moet dan zodanig ingrijpen dat het productieproces eenvoudigweg geen milieubelastende uitstoot meer veroorzaakt of dat de schadelijkheid of hoeveelheid daarvan zeer sterk vermindert.

preventief

brongerichte maatregelen

Bij het ontwerpen van nieuwe bedrijfsprocessen houdt men tegenwoordig het onderdeel milieubelasting goed in de gaten. Immers hoe minder uitstoot van afvalstoffen hoe beter! Alles wat in een proces is ingebouwd met het doel de hoeveelheid of aard van de milieubelasting op te heffen of te verminderen wordt schone technologie genoemd. Schone technologie werkt dus *preventief*. Omdat schone technologie het 'kwaad' aan de bron bestrijdt, worden de maatregelen die in dit verband in een proces zijn doorgevoerd *brongerichte maatregelen* genoemd.

Kenmerken van schone technologie zijn:

- de inzet van milieuvriendelijke grond- en hulpstoffen;
- minimale milieubelasting door het proces zelf en door het product in het afvalstadium;
- minimaal grondstof- en energieverbruik;
- hergebruik van reststoffen;
- duurzame eindproducten;
- minimale risico's op milieuvervuiling door calamiteiten.

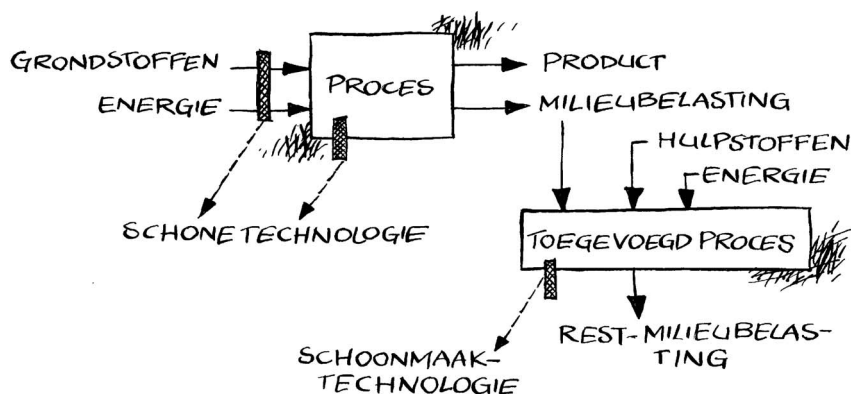
Helaas is de inzet van schone technologie nog niet in alle processen mogelijk. Er wordt wel veel onderzoek gedaan en de ontwikkelingen in de verschillende bedrijfstakken gaan snel.

Noch met schone technologie noch met schoonmaaktechnologie zullen we de situatie in figuur 3.1 helemaal kunnen bereiken, tenzij het productieproces wordt stilgelegd. Altijd zal er een zekere uitstoot zijn. Aan de schadelijkheid ervan of de hoeveelheden valt met schone technologie wel te sleutelen. Wil je schone technologie gaan toepassen in een bestaand productieproces, dan betekent dit in het algemeen ingrijpende veranderingen. De veranderde productiewijze mag de kwaliteit van het eindproduct niet aantasten. In de praktijk is dat nog regelmatig de reden dat de milieubelasting niet verder kan worden teruggebracht. Omdat onbekend ook onbemindeert, zijn bedrijven bij de invoering van een nieuwe grondstof of techniek vaak terughoudend. Zo heeft de invoering van pvc-vrije verpakking van levensmiddelen door de supermarkten lang op zich laten wachten.

De plaats van zuiveringstechnologieën in een bedrijfsproces

In figuur 3.3 zijn de plaats en toepassing van schone technologie en schoonmaaktechnologie in een bedrijfsproces schematisch aangegeven.

Fig. 3.3
De plaats van schone technologie en schoonmaaktechnologie in een bedrijfsproces



Indeling milieuverontreinigende stoffen

Hoe er 'gepoetst' moet worden - de techniekkeuze - hangt af van de soort verontreiniging en van het systeem waaruit de verontreinig moet worden verwijderd. Ook de eventuele emissie-eisen van de overheid spelen een rol.

De meeste milieuverontreinigende stoffen kunnen in acht stofgroepen worden ingedeeld. Voor elk van deze acht groepen zijn specifieke zuiveringstechnologieën beschikbaar. De volgende paragrafen gaan over deze specifieke technologieën.

stofgroepen

De acht stofgroepen zijn:

- 1 organisch en biologisch afbreekbaar: plantaardig en dierlijk afval, spijsvetten;
- 2 organisch en biologisch slecht afbreekbaar: benzine- of olie-achtige stoffen, bestrijdingsmiddelen, teerachtige stoffen;
- 3 zware metalen: zoals koper, lood, zink, nikkel, chroom;
- 4 anorganische stoffen, meestal zouten: vermestende stoffen als nitraten en fosfaten, chloor;
- 5 gasvormige stikstof- en zwavelverbindingen: ammoniak, zwavelwaterstof;
- 6 geur: zoals vetdampen bij bakprocessen;
- 7 vaste stof- of vloeistofdeeltjes;
- 8 afvalstoffen: huishoudelijk afval, GFT, witgoed enzovoorts.

Of een verontreinigde stof nu in de lucht, de bodem, het water of in het afval zit, doet niet meer zo veel terzake. Meestal kun je hiervoor vergelijkbare zuiveringstechnologieën toepassen. Wel kan een afvalstroom een extra bewerking nodig hebben om door de ingezette technologie 'gevangen' te kunnen worden. Ook kan het zijn dat de apparatuur moet zijn aangepast. Vaste deeltjes kunnen zo met dezelfde technologie (zeven, filteren) uit afvalwater of uit een luchtstroom worden opgevangen. De zeef in het afvalwater moet wel bestand zijn tegen vocht en de waterdruk. De zeef in de luchtstroom moet over andere kwaliteiten beschikken. Moeten natte deeltjes uit een luchtstroom worden gehaald en kan de filter niet tegen vocht, dan zal de luchtstroom met de deeltjes eerst gedroogd moeten worden.

De werkingsprincipes van zuiveringstechnologieën

De werking van zuiveringstechnologieën is gebaseerd op één van de volgende principes:

- omzetten;
- scheiden;
- immobiliseren.

Omzetten

Als de fysische of chemische samenstelling van een stof verandert, veranderen ook de eigenschappen van een stof. Zo kun je van schadelijke stoffen minder schadelijke stoffen maken. Je kunt bijvoorbeeld zure oplossingen met een pH van 3 neutraliseren met basische oplossingen tot een pH van 7. Deze mogen dan in veel gevallen gewoon via het riool geloosd worden.

Scheiden

De schadelijke bestanddelen uit een stofstroom worden gescheiden van de niet-schadelijke en apart verzameld. Er ontstaat hierdoor een nieuwe (afval)stofstroom binnen het proces. Een voorbeeld is het opvangen van verfdeeltjes in de filterinstallatie van een spuitcabine. De verzadigde (verf)filters moeten op tijd worden vervangen en als gevaarlijk afval worden afgevoerd.

Immobiliseren

Hierbij worden de schadelijke deeltjes 'ingepakt'. Het 'inpakken' is zo goed gebeurd dat de deeltjes niet of nauwelijks meer uit hun 'verpakking' kunnen vrijkomen in het milieu. Zo wordt de vliegias die vrijkomt uit kolen gestookte elektriciteitscentrales, verwerkt in cement. Als de cement is uitgehard, kunnen de schadelijke bestanddelen in de vliegias het milieu niet meer belasten.

In dit hoofdstuk besteden we verder aandacht aan enkele van de vele zuiveringstechnologieën die je tegenkomt in bedrijven voor de reiniging van lucht- en afvalwaterstromen evenals scheidingstechnieken voor afvalstromen.

Vragen 3.1

- Wat is de betekenis van de volgende begrippen?
 - brongerichte maatregelen;
 - compartimentverschuiving;
 - effectgerichte maatregelen;
 - milieubelasting;
 - schone technologie;
 - schoonmaaktechnologie.
- Verklaar waarom schoonmaaktechnologie altijd kostenverhogend op het eindproduct werkt.
- In hoeverre wordt de milieubelasting door schoonmaaktechnologie aangepakt?
- Verklaar het fenomeen compartimentverschuiving dat optreedt door de toepassing van schoonmaaktechnologie.
- Geef een omschrijving van het begrip end-of-pipe-techniek.
- Wat zijn de twee belangrijkste verschillen tussen schoonmaaktechnologie en schone technologie?

-
- g Deel de volgende producten en processen in onder de noemers brongericht of effectgericht:
- loodvrije benzine;
 - katalysator;
 - hoog rendement cv-ketel;
 - dak- en gevelisolatie;
 - glasrecycling;
 - statiegeldsysteem.
- h Op welke drie principes kan een zuiveringstechnologie zijn gebaseerd? Geef hierbij aan wat elk principe inhoudt.
- i Waarom worden de milieuverontreinigende stoffen in acht groepen onderverdeeld?

3.2 Luchtreinigingsapparatuur

In veel processen wordt luchtreinigingsapparatuur ingezet, zelfs bij de friettent bij jou om de hoek is deze apparatuur aanwezig. Het bakproces levert namelijk vetdampen en bakgeuren op. Zou de friettenthouder hier geen luchtreinigingsapparatuur inzetten dan kunnen jij en je buurtgenoten dagelijks meegenieten van deze geuren en dampen. Dit zal bij jullie snel tot irritatie leiden. De baklucht wordt daarom afgezogen en door bijvoorbeeld een metalen rooster geleid waarop het vet neerslaat. Dit rooster moet daarom regelmatig worden schoongemaakt. De geuren worden door een (dure) koolstoffilter uit de luchtstroom gehaald. Een hoge schoorsteenbuis zorgt er vervolgens voor dat de gezuiverde damp hoog in de lucht wordt geblazen zodat omwonenden nagenoeg geen last meer ondervinden van eventuele restanten vetdeeltjes en geuren.

De keuze van de juiste luchtreinigingsapparatuur is van nogal wat factoren afhankelijk. De belangrijkste zijn de eigenschappen en concentratie van de verontreinigende stof in de luchtstroom en de eigenschappen van de luchtstroom zelf. Bij dit laatste moet je bijvoorbeeld denken aan het aantal m³ luchtdoorvoer per uur, de temperatuur en de vochtigheid. Vervolgens spelen de eisen die de overheid aan de kwaliteit van een emissie stelt, ook een belangrijke rol. Het gaat hierbij om de hoeveelheid schadelijke deeltjes die na zuivering nog in het milieu geloosd mogen worden.

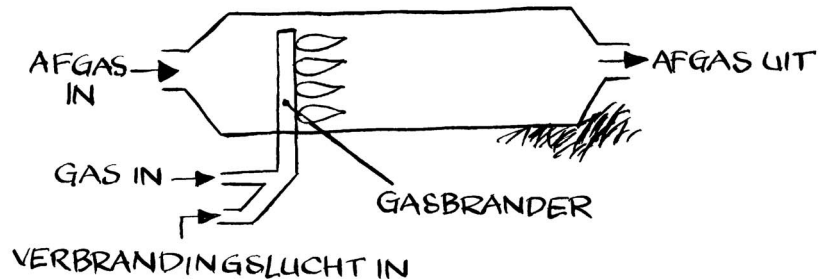
In deze paragraaf worden maar enkele van de vele bestaande luchtreinigingstechnieken besproken. In de praktijk kom je deze in allerlei vormen, maten en uitvoeringen in bedrijfsprocessen tegen. Achtereenvolgens komen aan de orde:

- naverbrander;
- biofilter;
- doekfilter;
- cycloon;
- elektrofilter;
- wassers;
- adsorbeerder;
- condensor.

Naverbrander

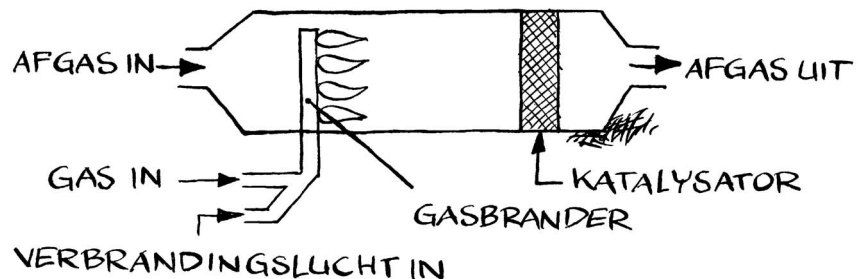
De werking van naverbranders berust op het volledig verbranden (oxideren met zuurstof) van brandbare, gasvormige verontreinigingen in een afgasstroom. In de mengkamer wordt het afgas eerst goed gemengd met lucht (zuurstof) om vervolgens in de verbrandingsruimte te reageren. De warmte die hierbij vrijkomt, kan met een warmtewisselaar worden teruggewonnen.

Fig. 3.4
Schematische weergave
van een naverbrander



Als de rookgassen die in een naverbrander ontstaan nog een te hoge milieubelasting veroorzaken, kan een katalysator in de naverbrander worden ingebouwd. Op dezelfde wijze is ook een katalysator in het uitlaatsysteem van een benzineauto ingebouwd.

Fig. 3.5
Schematische weergave
van een naverbrander
met katalysator

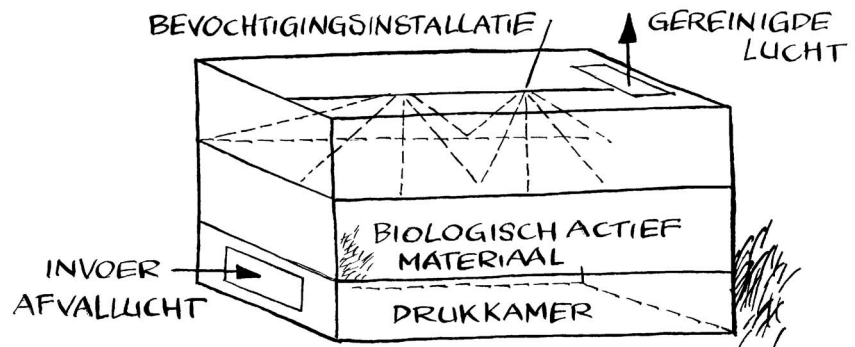


Biofilter

Een biofilter is in feite een grote bak waarin een laag organisch materiaal een gasstroom filtert. De filter is gemaakt van zand, klei, turf, compost, hei of een mengsel hiervan. Het filterde is meestal 0,7 tot 1 meter dik maar kan soms ook wel 6 meter dik zijn.

De werking van een biofilter berust in de meeste gevallen op het vastleggen en afbreken door micro-organismen van biologisch afbreekbare gasvormige verontreinigingen die in water oplosbaar zijn. Deze veroorzaken nogal eens stankoverlast. Je kunt ze bijvoorbeeld ruiken in de buurt van GFT-compostbedrijven en waterzuiveringen. De gasvormige verontreinigingen die zijn opgelost in water, worden gebonden aan het filtermateriaal. Vervolgens breken bacteriën de verontreinigingen af. Als het filtermateriaal te droog wordt, werkt de filter niet meer. De filter moet daarom regelmatig bevochtigd worden. Het vochtgehalte moet rond de 50% liggen.

Fig. 3.6
Schematische weergave
van een biofilter



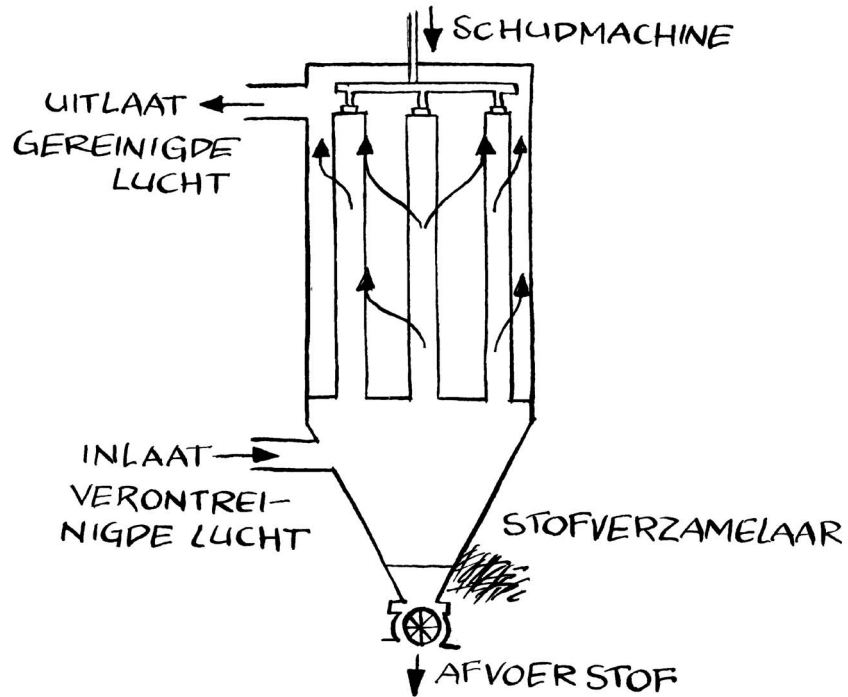
Doekfilter

Een doekfilter kan zijn gemaakt van wol, katoen of kunststofvezels. Het doekfilter is in een behuizing gemonteerd.

In een doekfilterinstallatie worden vaste deeltjes door middel van een filterdoek uit een afgasstroom verwijderd. De filterdoek is zodanig in een filterkast ingebouwd dat de kast in twee gescheiden ruimten wordt verdeeld, een vuil en een schoon deel. Het vuile deel bevindt zich in de meeste gevallen aan de onderzijde van de filterkast. Het afgescheiden stof kan hieruit makkelijk verwijderd worden.

Een nieuw filterdoek heeft een lage luchtweerstand. Naarmate er meer stofdeeltjes op de filter zitten, zal de luchtweerstand toenemen. De filter moet daarom regelmatig gereinigd worden. Door de luchtweerstand met een drukmeter te meten kun je de werking van de doekfilter in de gaten houden. Als het drukverschil plotseling sterk vermindert, kan dit duiden op een lek of scheur in de doekfilter.

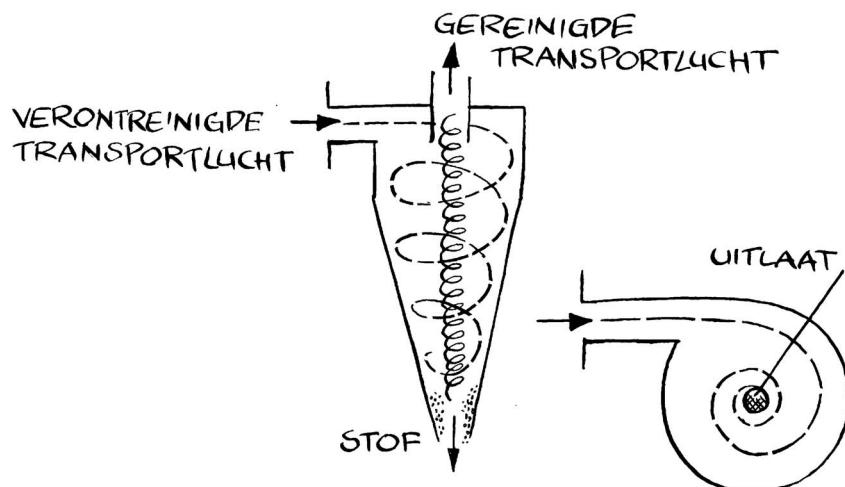
Fig. 3.7
 Het werkingsprincipe van
 een doekfilter



Cycloon

De cycloon bestaat in hoofdzaak uit een cilindrische afscheidingsruimte met aan de onderzijde een kegelvormig gedeelte. In dit gedeelte worden de afgescheiden deeltjes opgevangen. De bovenzijde van de cycloon is dicht. Hierin bevindt zich de opening voor de afvoer van het gereinigde gas. Er zijn vele verschillende typen. Cyclonen worden ingezet om zowel vaste als vloeibare deeltjes uit afgasstromen af te scheiden. Een ventilator blaast de afgasstroom naar de cycloon. In de cycloon wordt de gasstroom in een ronddraaiende beweging gedwongen. De deeltjes in de afgasstroom worden tegen de wand geslingerd en vallen naar beneden.

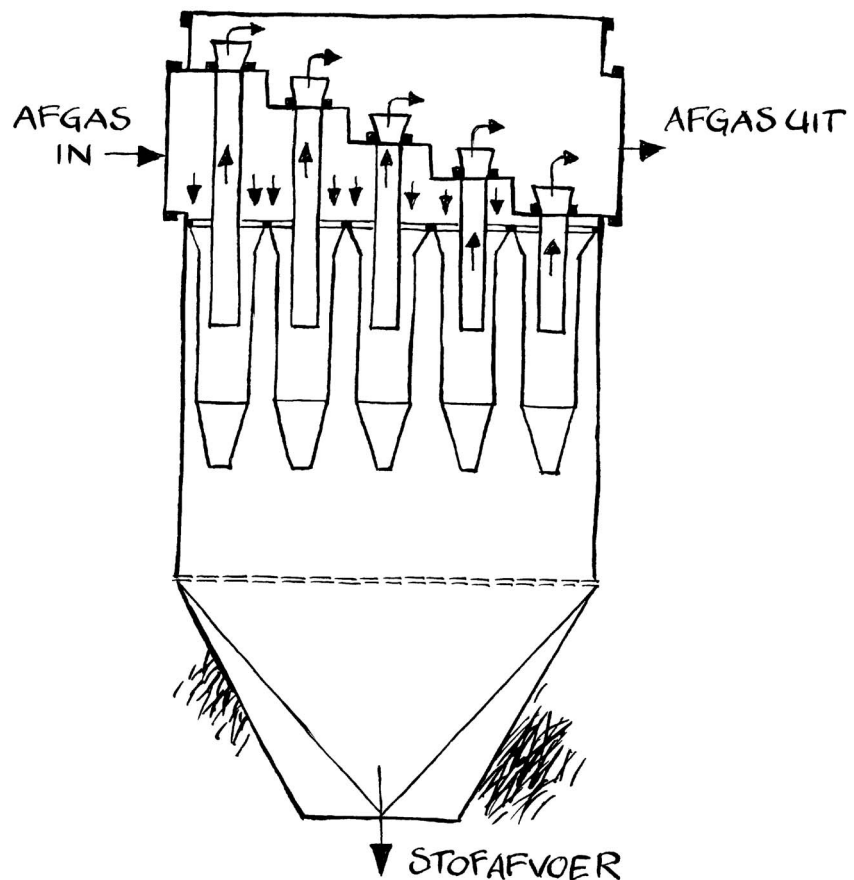
Fig. 3.8
 Het werkingsprincipe van
 een cycloon



multicycloon

Voor het reinigen van grote hoeveelheden afgas wordt gebruik gemaakt van een aantal cyclonen die na elkaar zijn geschakeld tot een *multicycloon*.

Fig. 3.9
Het werkingsprincipe van
een multicycloon



Elektrofilter

Een elektrofilter bestaat uit een rechthoekige behuizing waarin plaaelektroden zijn aangebracht in geïsoleerde frames. In een elektrofilter zitten twee typen plaaelektroden, een sproei-elektrode en een verzamelelektrode. De verzamelelektrode kan ook een buisvorm hebben.

verzamelelektrode

Dit type filter wordt toegepast voor het afscheiden van vaste of vloeibare deeltjes uit een gasstroom. Er zijn daarom droge en natte elektrofilters.

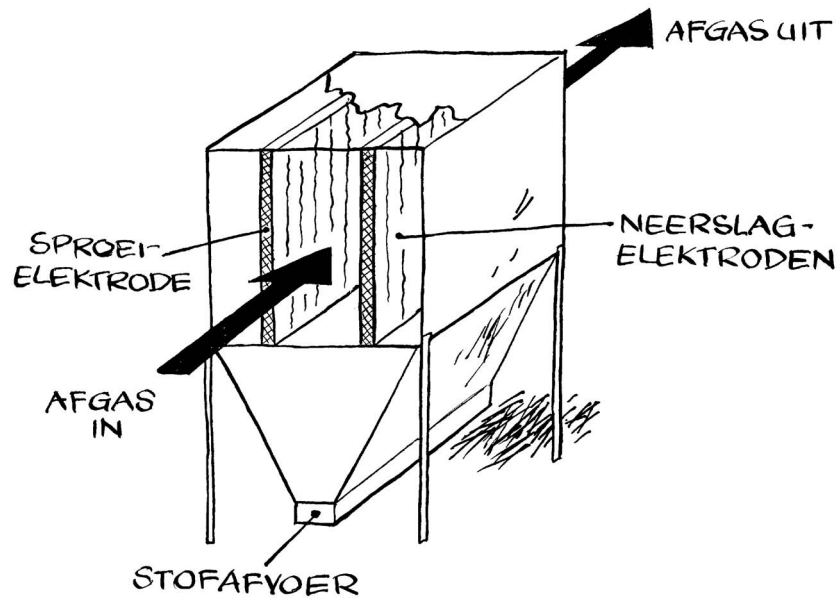
sproei-elektrode

De sproei-elektrode wordt op de minpool (-) van een (gelijk)stroombron aangesloten en de verzamelelektrode op de pluspool (+). Zo ontstaat er een sterk elektrisch veld tussen de twee polen. Deeltjes die in de afgasstroom zitten krijgen hierdoor een negatieve lading en zullen neerslaan op de pluspool. Als de afzetting slaag op de pluspool te dik is moet deze worden schoongemaakt. Dit kan door trillen of kloppen. Het stof wordt via een trechter afgevoerd.

Bij natte elektrofilters wordt de afzetting met het 'waswater' dat over de elektroden wordt gespreid, afgevoerd.

Voor de goede werking moet dit type filters van een automatische spanningsregeling zijn voorzien. Een te groot of te klein spanningsverschil tussen de elektroden heeft sterke invloed op het zuiveringsrendement van de elektrofilter.

Fig. 3.10
Schematische weergave
van een droog
elektrofilter



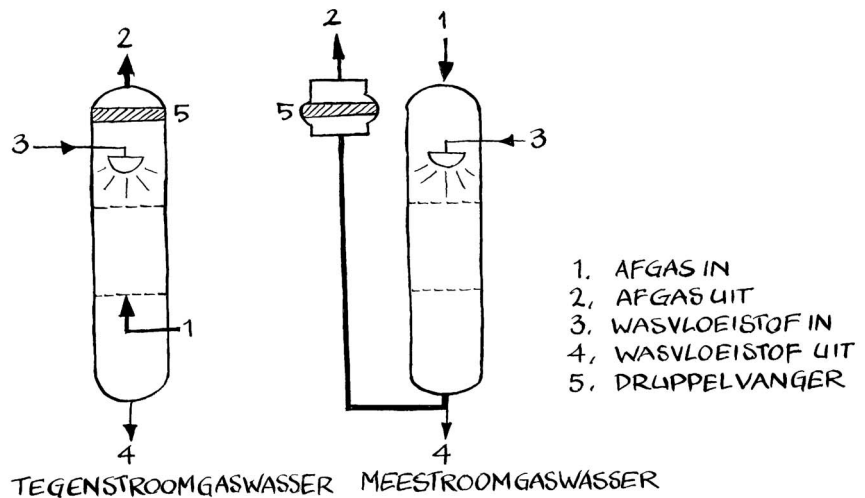
Wassers

We onderscheiden twee soorten wassers: gaswassers en natte stofvangers.

Gaswassers

Gaswassers bestaan meestal uit verticale cilinders van metaal of kunststof die aan de boven- en onderzijde gesloten zijn. In de cilinders wordt de te reinigen gasstroom in contact gebracht met een wasvloeistof. De wasvloeistof wordt boven in de wassers verneveld en stroomt aan de onderkant weg. Het te wassen gas wordt aan de onder- of bovenzijde ingebracht. Afhankelijk hiervan spreken we van tegen- en meestroomwassers. Figuur 3.11 toont van elk type een schematische schets.

Fig. 3.11
Schematische schets van
een tegen- en
meestroomwasser



De werking van gaswassers is gebaseerd op het binden van de schadelijke gasvormige deeltjes aan een wasvloeistof. De afgassen worden in een behuizing letterlijk 'gedoucht'. De verontreinigingen worden zo intensief met de wasvloeistof in contact gebracht. De verontreinigde gasdeeltjes worden met het waswater afgevoerd. Aan het waswater kunnen chemicaliën of micro-organismen zijn toegevoegd om het wasproces beter te laten verlopen.

Er is een grote variatie aan gaswassers. Het type en de uitvoering van een gaswasser is sterk afhankelijk van de procesomstandigheden. Je moet hierbij denken aan de aard van de verontreiniging of de eigenschappen van de wasvloeistof.

Natte stofvangers

Natte stofvangers lijken niet alleen in vorm sprekend op de gaswassers, hun werkingsprincipe is ook hetzelfde. In feite zijn het gaswassers die zodanig zijn uitgevoerd dat je er stof- en vloeistofdeeltjes mee kunt 'vangen' uit een afgasstroom. In de praktijk kom je vele varianten natte stofvangers tegen.

Wassers halen de verontreinigende stoffen uit een afgasstroom. Zo worden deze stoffen niet in de lucht geloosd maar 'verplaatst' naar de wasvloeistof. De wasvloeistof die uit de wassers komt is dus verontreinigd. Het hangt nu van de verontreiniging af wat er met de wasvloeistof moet gebeuren. Soms mag deze zo naar het riool, in andere gevallen zal de wasvloeistof gezuiverd moeten worden door filtering, bezinking of chemische behandeling.

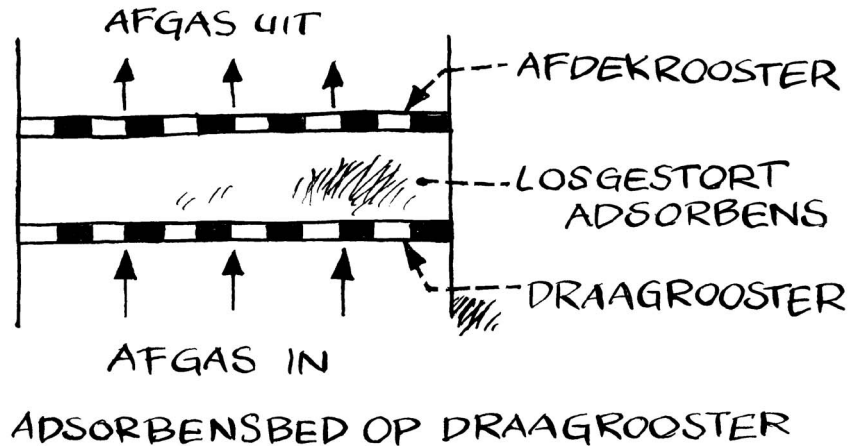
Adsorbeerder

filtermedium

Adsorbeerdere nemen een andere stof op en houden deze vast. Het *filtermedium* of adsorbens is in een behuizing tussen draagroosters geplaatst. De afgasstroom wordt door het filter geleid. Deze bestaat meestal uit vaste stoffen die de eigenschap hebben de verontreinigende stoffen in de afgassen te binden. Actieve kool is zo'n adsorbens. Adsorbens werken zeer stofspecifiek. Dit type filters is vooral geschikt om benzineachtige stoffen en geuren in afgasstromen te 'vangen'.

Na verloop van tijd is het adsorbens verzadigd en moet het vernieuwd worden. Soms kan het schoongemaakt ofwel geregenereerd worden. De verontreiniging wordt er dan met een bepaalde techniek uit losgeweekt. Het adsorbens is dan weer als nieuw. In figuur 3.12 is het werkingsprincipe van het meest eenvoudige type adsorbeerder schematisch weergegeven.

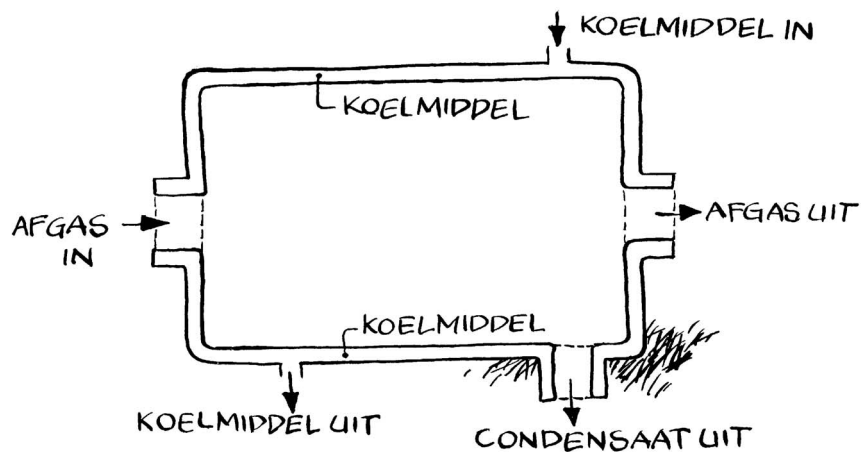
Fig. 3.12
Schematische weergave van los adsorbens op een draagrooster



Condensor

De condensor is een gesloten toestel waarin de afgasstroom zo gekoeld wordt dat de verontreiniging erin condenseert en als vloeistof wordt afgevoerd. De koelkast bij jouw thuis vertoont ook een dergelijk verschijnsel. Door de lage temperatuur in de koelkast condenseert de waterdamp uit de lucht. Er vormen zich waterdruppels op het koelelement. Deze moeten worden afgevoerd.

Fig. 3.13
Schematische weergave van een condensor



- Vragen 3.2**
- Waarop berust de werking van een naverbrander?
 - Tegen welke soort verontreiniging kun je een biofilter inzetten?
 - Hoe kun je de werking van een doekfilter bepalen?
 - Wat is het werkingsprincipe van een cycloon?
 - Welke grootte moet je nauwkeurig in de gaten houden voor de goede werking van een elektrofilter?

-
- f Welke twee typen wassers kun je onderscheiden?
 - g Wat is het werkingsprincipe van een tegenstroomgaswasser?
 - h Waar blijft de uitgewassen verontreiniging van de gaswasser?
 - i Wat is het verschil tussen een filter die adsorbeert en een biobed?
 - j Hoe werkt een condensor?

3.3 Waterzuiveringsapparatuur

Water kan zeer verschillende verontreinigingen bevatten. Ga maar eens na wat er bij jou thuis zoal aan afvalstoffen met het water uit de waterleiding wordt afgevoerd. In de keuken worden snijresten en kookvocht, zanddeeltjes, vet, schrobwater met schoonmaakmiddelen en dergelijke allemaal op het riool geloosd. Van de wc en badkamer komt daar nog een andere kwaliteit afvalwater bij.

Huishoudelijk afvalwater

In huishoudelijk afvalwater wemelt het van de verschillende afvalstoffen. Omdat het in een huishouden om slechts kleine hoeveelheden gaat en de verontreinigingen voornamelijk van organische aard zijn mag dit direct op het riool geloosd worden. Als je thuis gevaarlijke stoffen gebruikt, mag je die niet door de gootsteen spoelen maar moet je ze meegeven met de chemokar. De reden hiervoor is dat deze stoffen vergiftiging van micro-organismen veroorzaken die in waterzuiveringsinstallaties het water moeten zuiveren. Als deze dood zijn, werkt de waterzuivering voor een belangrijk deel niet meer en komen de gevaarlijke stoffen in het oppervlaktewater terecht.

Bedrijfsafvalwater

Water wordt door haar bijzondere eigenschappen ook vaak gebruikt in bedrijfsprocessen als grond- of hulpstof. Na gebruik is het meestal verontreinigd en niet meer bruikbaar in het proces. Het is afvalwater geworden. Een bedrijf wil dat afvalwater kwijt. Het makkelijkste is het om het rechtstreeks op het riool te lozen. Het komt dan vanzelf bij de waterzuivering terecht waar het wordt schoongemaakt. Om afvalwater te mogen lozen op het riool moet het echter wel aan een aantal voorwaarden voldoen die in wetgeving zijn vastgelegd. Het is namelijk niet de bedoeling dat het afvalwater het rioelstelsel aantast, verstopt of de werking van het proces van waterzuivering verstoort. Binnen een bedrijfsproces is het daarom soms noodzakelijk het afvalwater voor te zuiveren voor het op het riool geloosd mag worden.

Afvalwater dat als gevolg van bedrijfsprocessen ontstaat, noem je bedrijfsafvalwater. Ook bedrijfsafvalwater kan vele soorten verontreinigingen bevatten. Het verschil met huishoudelijk afvalwater is dat de afvalwaterstromen uit de deelprocessen vaak maar met één enkele stof verontreinigd zijn. Dit maakt het een stuk makkelijker. Met diverse zuiveringsapparatuur kunnen verschillende verontreinigingen uit een specifieke afvalwaterstroom worden verwijderd. Zo zijn er speciale zuiveringsvoorzieningen voor zure- en basische vloeistoffen, vetten, oliën, grove en fijne vaste stofdeeltjes en vloeistofdeeltjes van diverse aard en pluimage.

In deze paragraaf beperken we ons tot slechts enkele waterzuiveringsapparaten voor vaste en vloeibare deeltjes. Binnen het certificaat Saneringstechnieken zul je later in de opleiding met andere waterzuiveringstechnieken kennis maken. Achtereenvolgens komen nu aan de orde:

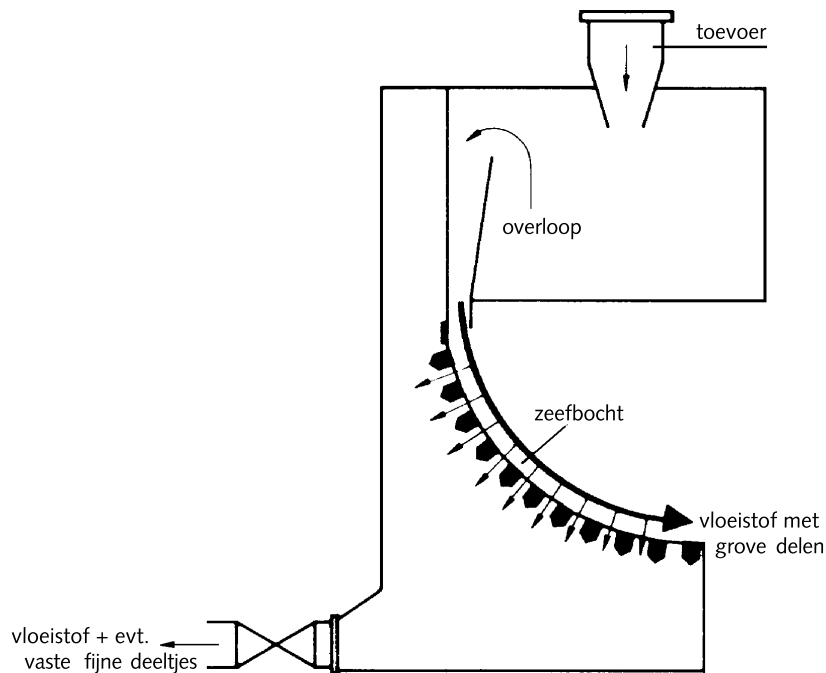
- zeven;
- afscheiders voor olie-, vet- en slibdeeltjes;
- centrifuges;
- IBA's (Individuele Behandeling Afvalwater).

Zeven

Zeven en roosters halen onopgeloste bestanddelen van een bepaalde grootte uit de afvalwaterstroom. Het rooster of de zeef moet voor een goede werking regelmatig worden schoongemaakt.

Figuur 3.14 laat een doorsnede van de zeefbocht zien. Afvalwater stroomt over een zeef die een bocht maakt, de *zeefbocht*. De grove deeltjes gaan niet door de mazen van de zeef en kunnen zo uit het afvalwater worden gehaald.

Fig. 3.14
Weringsprincipe van de
zeefbocht



Afscheiders

Afscheiders zijn er in vele soorten en maten. Ze halen vaak een bepaalde verontreiniging uit het water zoals olie, vet of zand en slib- of zetmeeldeeltjes. Een bedrijf dat uit aardappels vorgebakken frites maakt, zal een bepaalde hoeveelheid vet met het afvalwater afvoeren. Een te grote hoeveelheid vet of olie in het afvalwater kan het riool doen verstopen en de afbreekwerkzaamheden van de micro-organismen in de waterzuivering remmen. Daarom moet bedrijfsafvalwater vaak een voorzuivering ondergaan zodat bijvoorbeeld het vet of de olie voor een groot deel al uit het afvalwater zijn verwijderd voordat het het riool ingaat. Dat kan met een

vetafscheider

vetafscheider of een olie-afscheider. Het werkingsprincipe van deze afscheiders berust op het feit dat vetten en oliën op water gaan drijven omdat ze lichter zijn dan water. Als het water de afscheiders verlaat, moet de restverontreiniging met vet- of oliedeeltjes voldoen aan de door de wetgeving gestelde norm. Afscheiders die volgens de overheidsnorm NEN 7087 (slib) of NEN 7089 (olie) zijn gebouwd, voldoen aan de lozingseis.

Fig. 3.15
Vetafscheider met
geïntegreerde
slibvangput

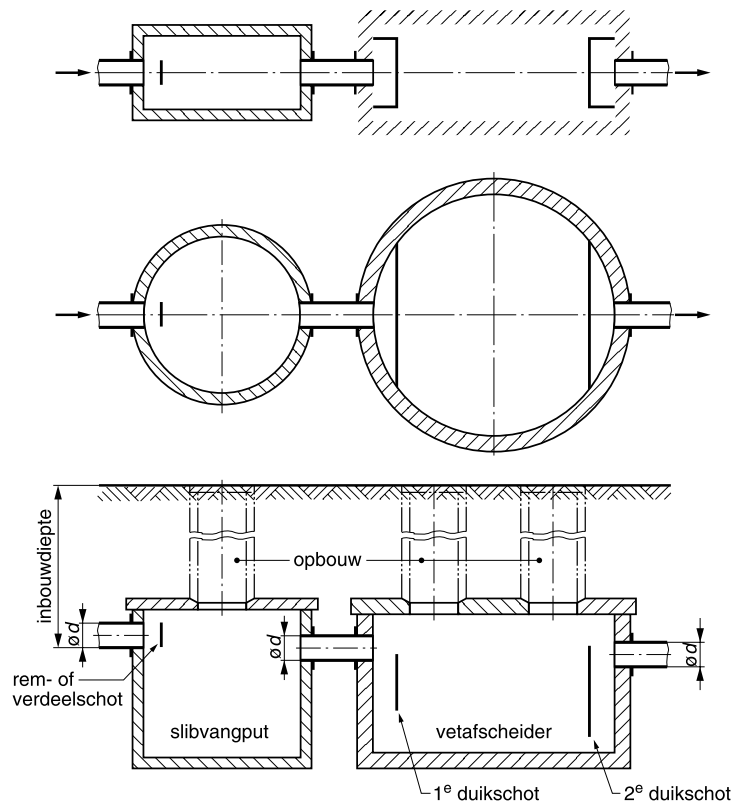
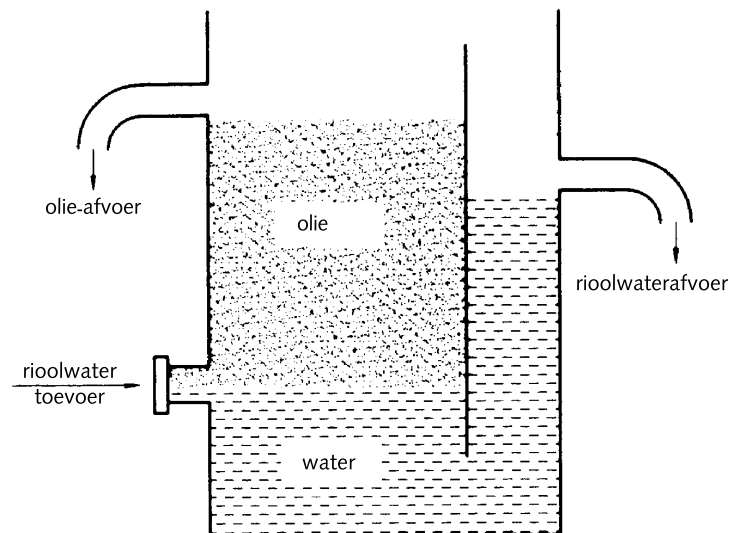


Fig. 3.16
Olie-afscheider

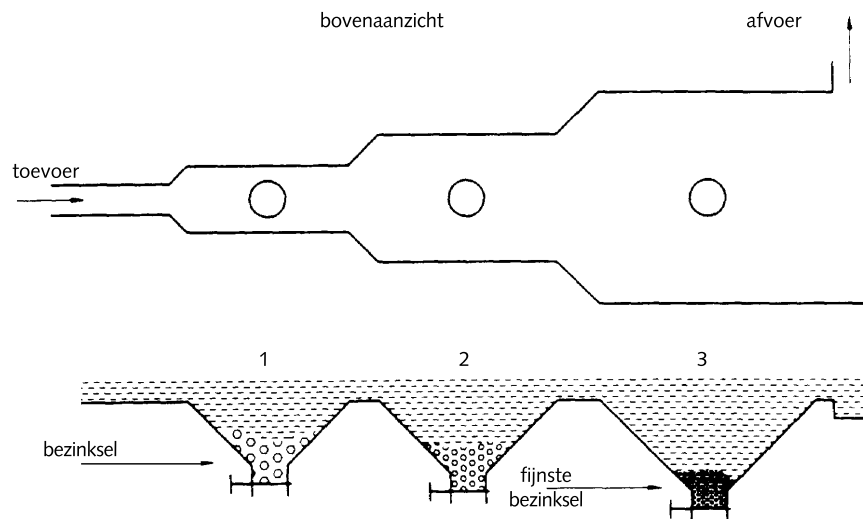


slibvangput

stroomgoot

Vaste deeltjes kun je met andere apparaten uit het afvalwater verwijderen. Afhankelijk van de grootte en het gewicht van de vaste deeltjes kun je een *slibvangput* of een *stroomgoot* inbouwen. Een *slibvangput* is een gedeelte waarin het binnengekomen afvalwater tot rust komt en de vaste deeltjes die zwaarder zijn dan water naar beneden zakken. In figuur 3.15 zie je een vetafscheider die voor een deel is ingericht voor met een *slibvangput*. Figuur 3.17 is zowel een doorsnede- als een bovenaanzichttekening van de *stroomgoot*. De *stroomgoot* werkt op het principe van bezinking van de vaste deeltjes. De zwaarste deeltjes bezinken het eerst en de lichtste deeltjes bezinken aan het einde van de *stroomgoot*.

Fig. 3.17
Bovenaanzicht en
doorsnede van een
stroomgoot



membraanfilters

Om extreem kleine deeltjes uit afvalwater te halen wordt steeds meer gebruik gemaakt van *membraanfilters*. Membraanfilters worden bijvoorbeeld gebruikt bij de zuivering van water tot drinkwater. Eventuele restanten van bestrijdingsmiddelen die in het grond- of oppervlaktewater zitten, kunnen er mee uitgefilterd worden. Membraanfilters hebben zulke fijne mazen dat stofdeeltjes ter grootte van een molecuul uitgefilterd kunnen worden. Dit zijn wel hele dure filters. Onder een microscoop die 500 keer vergroot, ziet de structuur van een membraan eruit als die van een spons.

Centrifuges

filtreercentrifuges
overloopcentrifuges

Een centrifuge kan ook vaste deeltjes uit een afvalwaterstroom halen. De draaiende beweging van de centrifuge zorgt voor een centrifugale kracht. Hierdoor vindt een scheiding plaats tussen de vaste deeltjes en de vloeistofdeeltjes. Met het toerental van de centrifuge is de snelheid van de scheiding te regelen. Centrifuges werken veel sneller dan bezinkers. Er zijn *filtreercentrifuges* en *overloopcentrifuges*. De *filtreercentrifuges* hebben een doorlatende wand zoals de wasmachinetrommel. *Overloopcentrifuges* hebben een dichte wand. Welk type centrifuge ingezet moet worden is afhankelijk van de te scheiden stoffen. De *filtreercentrifuge* is geschikt voor vast-vloeistofmengsels, de *overloopcentrifuge* is geschikt voor vloeistof-vloeistofmengsels.

Fig. 3.18
Filtreercentrifuge

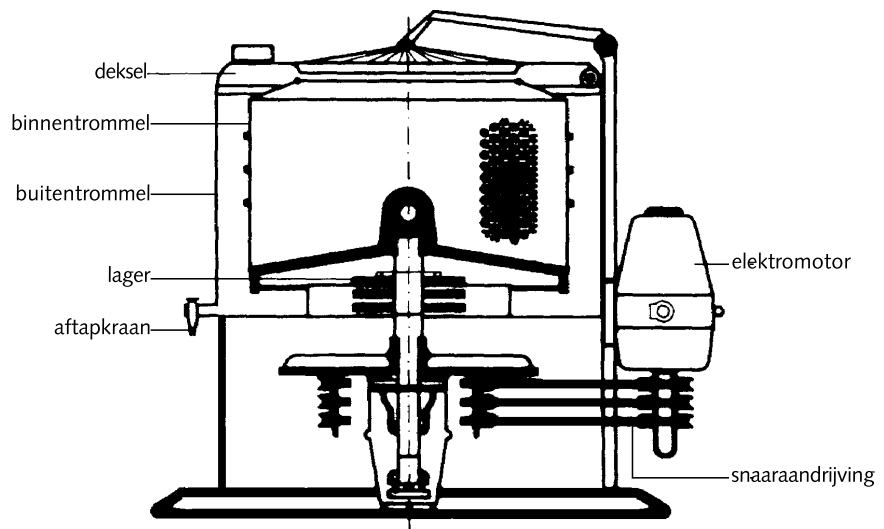
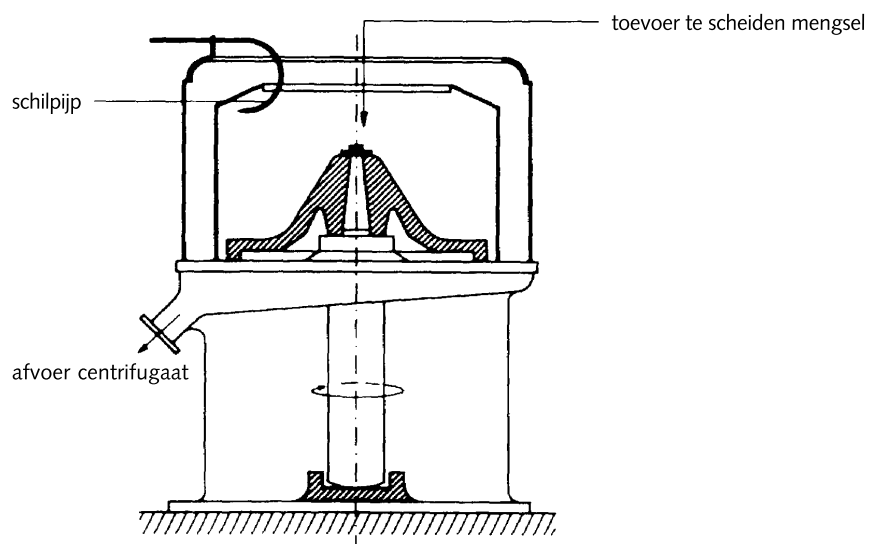


Fig. 3.19
Overloopcentrifuge



IBA's (Individuele Behandeling Afvalwater)

In Nederland zijn ongeveer 200.000 adressen niet op een rioelstelsel aangesloten. Deze adressen liggen over het algemeen te afgelegen. De kosten van aansluiting zijn dan erg hoog. Toch produceren de bewoners en bedrijven op deze afgelegen locaties ook afvalwater. Het gaat hierbij in hoofdzaak om afvalwater van boerderijen en huishoudelijk afvalwater van burgerwoningen.

Op boerderijen is er meestal de mogelijkheid het afvalwater op te vangen in een mestkelder. Vervolgens wordt het dan samen met de mest op het land gebracht. In een aantal gevallen zal het afvalwater gewoon in een soort vijvertje worden geloosd. Het afvalwater met de erin aanwezige verontreinigingen zakt dan langzaam in de bodem. Je kunt je voorstellen dat er afhankelijk van het type verontreinigingen in het afvalwater, bodemverontreiniging op deze 'vijverlocaties' kan ontstaan. In andere gevallen wordt afvalwater in een zogenoemde zakput geleid. Dit is een met grind gevulde put in de bodem. Het afvalwater zakt hier de bodem in. Hierdoor kan

bodemverontreiniging ontstaan. Afvalwater kan natuurlijk ook gewoon rechtstreeks op een sloot of beek geloosd worden zoals dat in het verre verleden gebruikelijk was. Watervervuiling is het gevolg.

IBA-voorziening

De bovengenoemde situaties zijn vanuit het standpunt van goed milieubeheer natuurlijk niet gewenst. Afvalwater bevat altijd verontreinigingen. Deze kunnen ongewenste vervuilingen in bodem of het oppervlaktewater veroorzaken. Met name verontreinigingen die van nature niet of heel moeilijk afbreekbaar zijn, zullen op de plaats van lozing kunnen ophopen. Dit moet voorkomen worden. In de nabije toekomst zijn lozingen van afvalwater dat verontreinigingen bevat dat van nature niet of moeilijk afbreekbaar is, dan ook niet meer toegestaan. Uiterlijk in 2005 moet dit soort afvalwater een zuivering hebben ondergaan alvorens het in de bodem of op het oppervlaktewater geloosd mag worden. Een *IBA-voorziening* kan hierbij uitkomst bieden. IBA staat voor Individuele Behandeling Afvalwater.

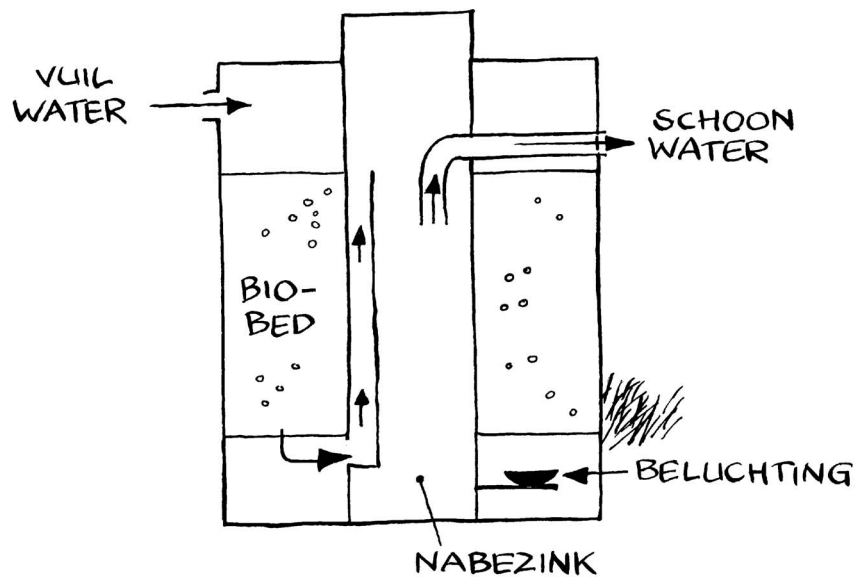
Uit de benaming kun je afleiden dat het om redelijk kleine waterzuiveringsapparatuur gaat die afvalwater van slechts één lozingsbron zuivert. Dit in tegenstelling tot een rioolwaterzuivering die het afvalwater van een hele regio onder handen neemt. Het doel van zo'n IBA is dat het gezuiverde water voldoet aan de kwaliteitscriteria zoals die voor het gezuiverde afvalwater van een rioolwaterzuivering gelden. Water dat voldoet aan de milieukwaliteitseisen mag daarom worden teruggebracht in het oppervlaktewater.

Septic tank met zakput

In de praktijk zijn er al verschillende afvalwaterzuiveringssystemen voor met name huishoudelijk afvalwater voorhanden die onder het begrip IBA vallen. Zo is er een systeem dat werkt op basis van een septic tank in combinatie met een zakput. Een septic tank is een betonnen bak met deksel waarin schotten zijn geplaatst. Het afvalwater volgt hierdoor een verplichte route in de tank. Het afvalwater komt zo tot rust waardoor de zwevende deeltjes uitzakken. De organische deeltjes worden door van nature aanwezige micro-organismen afgebroken. Hierbij ontstaat een soort compostkoek op het wateroppervlak. Het bezinksel en de compostkoek moeten af en toe verwijderd worden. Het water dat de septic tank verlaat komt in een zakput terecht en verdwijnt in de bodem. Een zakput is niets anders dan een gat in de grond dat een doorlatende bodem heeft en gevuld is met grind op een laag filterzand. De constructie en inhoud van de septic tank en zakput moeten aan een aantal overheidseisen voldoen. Het gereinigde afvalwater voldoet dan aan de in de wet gestelde kwaliteitseisen.

In de praktijk kom je steeds meer varianten op dit zuiveringssysteem voor huishoudelijk afvalwater tegen. In figuur 3.20 zie je zo'n variant. Deze IBA werkt met een actief beluchtingsysteem. Dit verbetert de werking van de micro-organismen.

Fig. 3.20
IBA met actief
beluchtingsysteem



Septic tank met olieafscheider

Als in het afvalwater oliën of vetten voorkomen, bijvoorbeeld in het afvalwater van een restaurant in het buitengebied, dan moet voor de septic tank ook een olieafscheider zijn geplaatst!

Verskillende zuiveringstechnische voorzieningen zijn zo tot een IBA te combineren. Op deze wijze kan met name afvalwater met organische verontreinigingen voldoende gereinigd worden om in het milieu geloosd te mogen worden.

Opvang in tanks

Tot slot kan het afvalwater van bedrijven in een buitengebied dusdanige verontreinigingen bevatten dat het hoe dan ook in tanks moet worden opgevangen. Vervolgens moet dit met tankwagens naar een rioolwaterzuivering gebracht worden voor zuivering. Dit is op de lange termijn natuurlijk een heel dure oplossing vanwege de transportkosten. Of in dit soort situaties een IBA uitkomst kan bieden is de vraag. Een en ander is afhankelijk van de in het afvalwater aanwezige verontreinigingen en de in de praktijk toepasbare zuiveringsapparaten die voorhanden zijn.

Vragen 3.3

- Geef een omschrijving van het begrip afvalwater.
- Welke twee kwaliteiten afvalwater kun je onderscheiden?
- Hoe kan de lozing van afvalwater plaatsvinden?
- Waarom mogen gevaarlijke (vloeistoffen) niet met het afvalwater worden geloosd?
- Waarom moet afvalwater van een bedrijfsproces soms een voorzuivering ondergaan alvorens het op het riool geloosd mag worden?
- Welk type waterzuiveringsapparaat kun je inzetten om grove deeltjes uit een afvalwaterstroom te halen?
- Waarop berust de werking van een olie- en vetafscheider?
- Onder welke omstandigheden zal een olie- of vetafscheider niet meer goed functioneren?

-
- i Op welke wijze kun je de goede werking van een olie- en vetafscheider controleren?
 - j Op welke wijze moet je een olie- en vetafscheider onderhouden?
 - k Wat is de overeenkomst tussen de werking van een centrifuge en een bezinker?
 - l Wat is het verschil tussen de werking van een centrifuge en een bezinker?
 - m Welk type centrifuge zet je in als twee vloeistoffen van elkaar gescheiden moeten worden, de filtreer- of overloopcentrifuge? Motiveer je antwoord.
 - n In welke situaties zal men in de praktijk gebruik maken van een IBA-voorziening?
 - o Beschrijf de werking van een septic tank en een zakput.

3.4 Afvalscheidingsapparatuur

Bij de milieustraat kun je lege verfblikken inleveren. Dit afvalproduct bevat naast de schadelijke verffractie ook metaal dat in principe nog voor hergebruik geschikt is mits de verf is verwijderd. Als de verf nog vloeibaar is kun je het verfblik gewoon uit laten lekken boven een vat. Als je het daarna nog naspoelt houd je een vrijwel schoon blik over dat zo naar de metaalrecycler kan. De verf moet natuurlijk apart verwerkt worden. Maar verfstresten verwerken zonder blik is beduidend goedkoper dan met blik omdat het gewicht een stuk geringer is. Op kleine schaal is deze werkwijze nog wel te doen maar niet als er dagelijks duizenden halflege verfblikken verwerkt moeten worden. Dan worden de verfblikken gemalen en vervolgens bevroren. De bevroren verf kan gemakkelijk van het metaal gescheiden worden.

Afvalscheidingsapparatuur kom je in de praktijk niet vaak tegen in de gangbare productieprocessen. Wel bij de afvalverwerkende bedrijven zoals stortplaatsen, verbrandingsovens, inzamelaars, composteerbedrijven, puinverwerkers en dergelijke. Al het ingezamelde afval wordt door een scheidingsinstallatie geleid met als doel alle nog voor hergebruik geschikte afvalstoffen eruit te halen. Afvalscheidingsinstallaties zijn kostbaar en alleen rendabel bij een grote volumestroom. Afvalscheiding wordt ingezet om de samenstelling van afvalstromen te verbeteren. In feite wordt hierbij een afvalstroom ontdaan van zo veel mogelijk ongewenste componenten. Hoe zuiverder een afvalstroom is hoe beter deze hergebruikt of verwerkt kan worden. De kosten voor verwerking zijn dan ook vaak lager, de opbrengsten bij hergebruik vaak hoger. Het grote voordeel van goede afvalscheiding is dat er uiteindelijk minder afval gestort of verbrand hoeft te worden en er meer voor hergebruik beschikbaar komt.

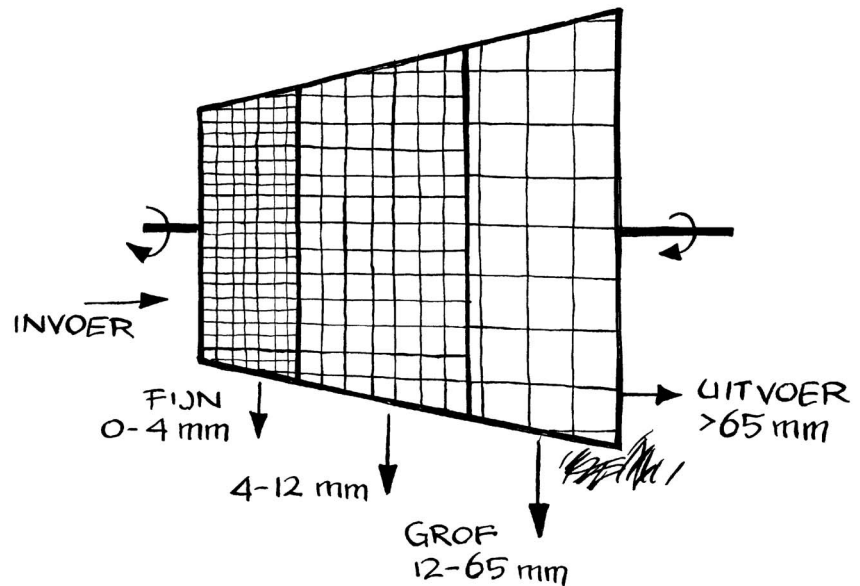
Handmatige afvalscheiding

De meest eenvoudige methode van afvalscheiding is de handmatige sortering van een afvalstroom. In zekere zin doen we daar thuis allemaal aan mee. Papierafval, lege flessen, groeten-, fruit- en tuinafval gaan allemaal in afzonderlijke afvalbakken. Maar ook binnen het bedrijfsproces van een moderne stortplaats of verbrandingsoven is dit handmatige sorteren een belangrijk deelproces. Want nog niet alle verschillende componenten in ons huishoudelijk afval en in het bedrijfsafval zijn met apparatuur van elkaar te scheiden. De enige manier is dan handmatig scheiden. Op deze wijze wordt een groot deel van het niet brandbare deel uit afval verwijderd voordat de rest verbrand wordt.

Trommelzeven

Doordat te grote delen afvalstoffen een negatieve invloed hebben op het verbrandingsproces in een verbrandingsoven wordt het gemixte afval door trommelzeven geleid. De te grote delen worden vervolgens mechanisch verkleind en weer door de trommelzeef geleid.

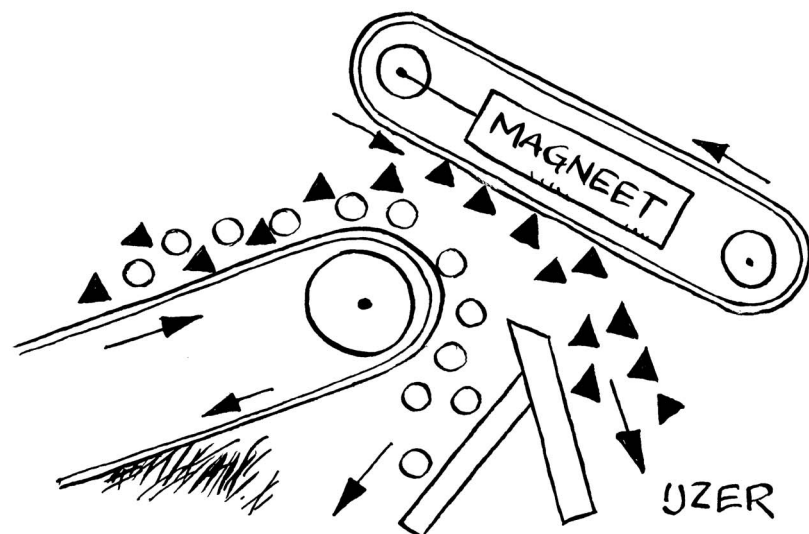
Fig. 3.21
Trommelzeef



Magneetscheiding

IJzerhoudende materialen die in een afvalstroom zitten, kunnen eenvoudig met een magneet uit een afvalstroom worden getrokken. Een schrootverwerkend bedrijf past de magneetscheider toe om ijzerhoudende metalen van niet-ijzerhoudende metalen te scheiden.

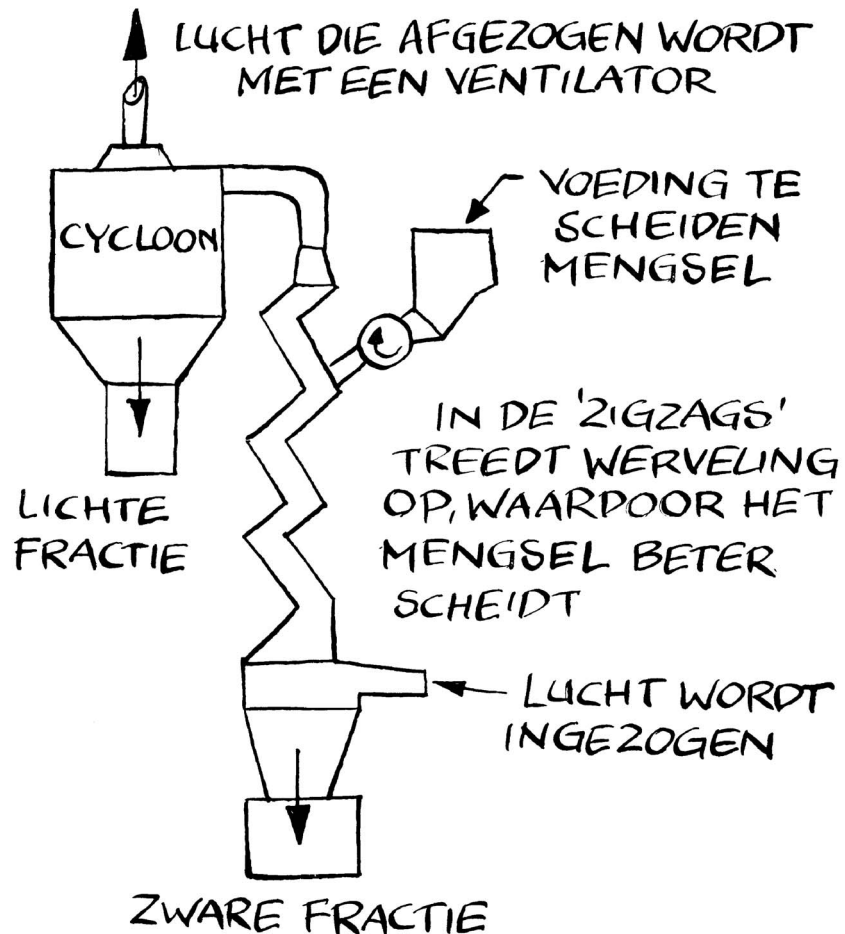
Fig. 3.22
Magneetscheiding



Windzifter

Papier en plastic zijn de lichtere fracties in een gemengde afvalstroom. Ze kunnen met windzifters van de zwaardere fracties worden gescheiden.

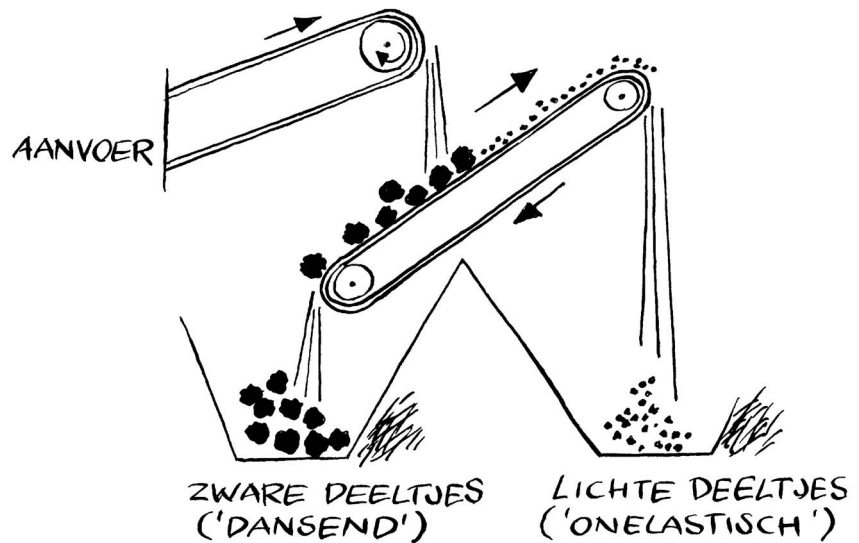
Fig. 3.23
Windzifter



Lopende-band-scheider

De zware fracties zijn vervolgens weer in een zware en lichte deeltjes te scheiden met bijvoorbeeld een lopende-band-scheider.

Fig. 3.24
Lopende-band-scheider



Voordelen van afvalscheidingsapparatuur

Met behulp van de beschreven apparatuur kan een mengsel van huishoudelijk afval mechanisch worden gescheiden in de deelstromen: plastic, papier, organisch afval, metaal, glas/steen en restfractie. Alleen de restfractie is echt nergens meer bruikbaar voor en moet verbrand of gestort worden. De overige fracties kunnen voor hergebruik worden ingezet. Door de inzet van de afvalscheidingsapparatuur hoeft zodoende veel minder afval echt verbrand of gestort te worden!

- Vragen 3.4**
- a In hoeverre is afvalscheidingsapparatuur ook zuiveringsapparatuur?
 - b Beschrijf kort het werkingsprincipe van de apparaten die als figuur in deze paragraaf zijn opgenomen.

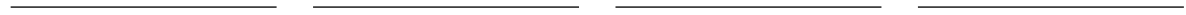
3.5 Afsluiting

In dit hoofdstuk heb je kennism gemaakt met enkele veel voorkomende Zuiveringstechnologieën en -apparaten die je in bedrijfsprocessen kunt tegenkomen voor het reinigen van lucht-, water- en afvalstromen.

Zuiveringsapparatuur wordt ingezet in een bedrijfsproces om verontreinigende stofstromen weg te vangen uit een lucht-, afvalwater- of afvalstroom. De weggevangen stofstromen worden vervolgens apart verwerkt.

De kwaliteit van de gezuiverde lucht of het gezuiverde afvalwater moet voldoen aan de milieu-eisen die de overheid stelt. Daartoe is het nodig de zuiveringsapparatuur op de goede werking te controleren. De goede werking is soms op meetinstrumenten afleesbaar. In andere gevallen moet de zuiveringsvoorziening inwendig gecontroleerd worden. Zo nodig moeten ze schoongemaakt worden of moeten onderdelen vervangen worden.

Als de zuiveringsapparatuur niet optimaal werkt, is de uitstoot van milieubelastende stoffen naar de lucht of naar het afvalwater hoger dan deze volgens de milieu-eisen mag zijn.



Trefwoordenlijst

A

absorptiekorrels 20
adsorbeerdere 75
adsorbens 75
Afscheiders 78
Afvalscheidingsapparatuur 84
afvalstof 57
alternatieve energiebronnen 32
anode 41
arbeid 29

B

bedrijfsafvalwater 77
biofilter 70
broeikaseneffect 49
brongerichte maatregelen 66
bulkproduct 12

C

centrifuge 80
chemische energie 30
compartimentverschuiving 65
condensaat 38
condensor 76
cycloon 72

D

directe aanwending 30
doekfilter 71
drukhoudere 17
drukreservoir 48
dubbelwandige tanks 24

E

effectgerichte maatregelen 65
elektrische energie 30
elektrofilter 73
elektrolyt 41
emissie 57
energie 26

F

filtermedium 75
filtreercentrifuges 80

fossiele brandstoffen 27
fotovoltaïsche omzetting 42

G

gaswassere 74
groene stroom 32

H

hellingshoek 12
hoog rendementketel 36
huishoudelijk afvalwater 77

I

IBA-voorziening 82
indirecte aanwending 30
inklinken 12

K

kathode 41
kengetallen 62
kernenergie 32
keuringsrapport 24
kritische temperatuur 17
kwalitatieve veranderingen 58
kwantitatieve veranderingen 58
kWh-meters 50

L

lekbak 24
leklicht 24
lekvloeistof 24
lichtenergie 30
lopende-band-scheider 86
los gestort 23

M

magazijn 13
magneetscheider 85
massabalans 59
materiaalstromen 57
mechanische energie 30
membraanfilters 80
milieubelasting 31
milieuverontreinigende stoffen 67

N

natte stofvangers 75
natuurlijke talud 12
naverbrander 70

O

olie-afscheider 79
open bassin 14
open opslag 12
overdekte opslag 13
overloopcentrifuges 80

P

pictogrammen 19

R

rendement 36, 61
restwarmte 39
richtlijn CPR 15-1 22

S

schone technologie 66
schoonmaaktechnologie 64
segregatie 13
septic tank 82
slibvangput 80
sproei-elektrode 73
stempelplaat 25
stoom- en gasturbines 31
stroomgoot 80

T

tank 14

tanklogboek 25
technische gegevens 51
trommelzeef 85
typeplaatje 51

V

vermogen 51
vetafscheider 79
vlamdoover 15
vloeistofdicht 22
vloeistofniveau 15
voedingstank 38

W

warmte-energie 30
warmtekrachtkoppeling (WKK) 46
warmtepomp 39
warmtewisselaar 35
wassers 74
windmolen 45
windturbine 45
windzifters 86

Z

zakput 82
zeefbocht 78
zeven 78
zonnecel 42
zonnepaneel 43
zuigercompressor 47
zuiveringstechnologie 64