

SAMENVATTING

Dit referentiedocument betreffende de beste beschikbare technieken in de leerlooi-industrie is de schriftelijke neerslag van een informatie-uitwisseling die heeft plaatsgevonden overeenkomstig artikel 16, lid 2, van Richtlijn 96/61/EG van de Raad. Het document dient te worden beschouwd in het licht van de inleiding, waarin de doelstellingen en het gebruik van dit document worden beschreven.

Werkingsfeer

De werkingssfeer van deze BREF voor de leerlooi-industrie is gebaseerd op sectie 6.3 van bijlage 1 van IPPC-Richtlijn 96/61/EG 'Installaties voor het looien van huiden met een verwerkingscapaciteit van meer dan 12 ton eindproducten per dag'. De typen huiden en vellen worden beperkt tot die van schapen en runderen, aangezien de productiecapaciteit voor andere soorten grondstoffen voor de productie van leer en bont ver onder de drempelwaarde van de Richtlijn liggen.

Structuur van de industrie (hoofdstuk 1)

Het looien bestaat uit het verwerken van ruwe huiden en vellen, een in hoge mate aan bederf onderhevig materiaal, tot leer, een duurzaam materiaal, dat kan worden gebruikt voor het vervaardigen van een grote verscheidenheid aan producten. Het hele proces omvat een reeks complexe chemische reacties en mechanische processen. Het looien vormt een fundamenteel onderdeel hiervan; in dit proces wordt leer duurzaam gemaakt en krijgt het leer karakter. De productie van ruwe huiden en vellen is afhankelijk van de dierenpopulaties en slachtfrequentie en hangt nauw samen met de vleesconsumptie.

Over de hele wereld gezien, komen in de VS, Argentinië, de voormalige USSR en de EU grote veepopulaties voor. Schapehuiden zijn voornamelijk afkomstig uit Nieuw-Zeeland, Australië, het Nabije Oosten en de EU. Voor zowel runder- als schapehuiden is de EU een netto-importeur, hetgeen betekent dat de gewoonlijk gezouten grondstoffen op de juiste wijze moeten worden opgeslagen en vervoerd.

De EU is 's werelds grootste leverancier van leer op de internationale markt. Binnen Europa is Italië het voornaamste land op het gebied van leer voor wat betreft het aantal bedrijven, de werkgelegenheid, productie en omzet. Italië neemt 15% van de wereldwijde productie van runder- en kalfsleer en 65% van de EG-productie voor zijn rekening. Spanje staat op de tweede plaats en is - samen met Frankrijk, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk - grotendeels verantwoordelijk voor de rest van de Europese leerindustrie. Het EU-aandeel op de wereldmarkt dreigt af te nemen met de ontwikkeling van de leerindustrie in andere regio's van de wereld, zoals Azië en Amerika.

Looierijen in Europa zijn onderdeel van het midden- en kleinbedrijf (MKB); er zijn slechts 10 bedrijven die naar schatting meer dan 200 mensen in dienst hebben. Slechts 1% heeft tussen de 101 en 200 mensen in dienst en 8,5% telt tussen de 21 en 100 werknemers. Het gaat vaak om familiebedrijven die een lange traditie kennen. Met een aandeel van 50% vormt de schoenindustrie het belangrijkste afzetgebied van looierijen binnen de EU. De kledingindustrie verwerkt ongeveer 20% van al het

bewerkte leer dat in de EU wordt geproduceerd. Circa 17% van de productie van looierijen binnen de EU gaat naar de meubel- en automobielinindustrie en 13% naar de lederwarenssector.

De leerlooi-industrie is grondstof- en arbeidsintensief. Grondstoffen zijn verantwoordelijk voor 50% tot 70% van de productiekosten, arbeid 7% tot 15%, chemicaliën circa 10% en energie 3%. De milieukosten voor looierijen binnen de EU worden geschat op ongeveer 5% van hun omzet.

De leerlooi-industrie is in potentie een sterk vervuilende industrie. De milieueffecten waarmee rekening moet worden gehouden, hebben niet alleen betrekking of de belasting en concentratie van 'klassieke' vervuilers, maar ook op het gebruik van bepaalde chemicaliën, bijvoorbeeld biociden, oppervlakteactieve stoffen en organische oplosmiddelen. Looierijen in Europa voeren hun afvalwater meestal af naar grote zuiveringsinstallaties: gemeentelijke zuiveringsinstallaties dan wel installaties speciaal voor grote looierijfabrieken. Er zijn maar weinig looierijen die rechtstreeks lozen in het oppervlaktewater. De meeste looierijen die hun afvalwater lozen op het riool hebben een soort van on-site zuiveringsinstallatie, variërend van voorbehandeling tot biologische behandeling. Van alle looierijen op de wereld gebruikt 80%-90% chroom-(III)-zouten in het looiproces. De mate van toxiciteit van chroom is wellicht een van de meest besproken kwesties tussen de leerlooi-industrie en de autoriteiten.

Toegepaste processen en technieken (hoofdstuk2)

De productieprocessen in een looierij kunnen worden onderverdeeld in vier hoofdcategorieën: opslag van huiden en vellen en nathuisbewerking, looiwerkzaamheden, nalooiwerkzaamheden, en finishing. Nadat in het abattoir de huiden en vellen van de karkassen zijn gehaald, worden ze afgeleverd bij de huiden- en vellenmarkt, rechtstreeks bij de looierij of bij de huidenkoper. Indien nodig worden de huiden en vellen geconserveerd voordat ze naar de looierij worden overgebracht, zodat ze niet bederven. Zodra ze zijn afgeleverd, worden de huiden en vellen gesorteerd, bijgesneden, geconserveerd en opgeslagen, totdat ze worden bewerkt in het nathuis.

De volgende processen worden normaliter in het nathuis van een looierij uitgevoerd (zie woordenlijst): weken, ontharen, kalken, ontvlezen en splitten. De volgende processen worden normaliter in de looierij uitgevoerd: ontkalken, beitsen, pikkelen en looien. Looierijen die schapehuiden verwerken, ontvetten de huiden soms vóór of na het pikkelen of na het looien. Na dit proces zijn de gelooide huiden en vellen zijn verhandelbare halffabrikaten (wet-blue) omdat ze zijn verwerkt tot een duurzaam materiaal dat leer wordt genoemd. Processen die behoren tot de nalooiwerkzaamheden zijn: vocht afpersen, uitzetten, splitten, schaven, herlooien, verven, vetten en drogen. Na dit proces wordt het leer 'crust' genoemd. Ook crust is een verhandelbaar halffabrikaat. Het afwerken (finishing) omvat een aantal mechanische behandelingen en het aanbrengen van een toplaag. De keuze van finishingsprocessen hangt af van de specificaties van het eindproduct. Looierijen gebruiken over het algemeen een combinatie van de volgende processen: conditioneren, stollen, polijsten, aanbrengen van een finishlaag, walsen, gladpersen en prenten.

Huidige emissie- en verbruiksniveaus (hoofdstuk 3)

Vanwege de grote veelzijdigheid aan looierijen, zowel voor wat betreft de typen huiden en vellen die worden verwerkt als de reeks producten die worden gemaakt, zijn de vermelde emissie- en verbruiksniveaus over het algemeen indicatief. De waarden geven een indicatie van de bandbreedte van de emissie- en verbruiksniveaus die representatief zijn voor een groot aantal looierijen. Waar mogelijk is ook voor specifieke processen de bandbreedte van de verbruiks- en emissieniveaus vermeld. De waarden zijn sterk afhankelijk van de grondstoffen die worden verwerkt, de kwaliteit en specificaties van het eindproduct, de gekozen processen en de lokale vereisten.

De nadelige gevolgen voor het milieu worden veroorzaakt door afvalstromen in de vorm van vloeistoffen, vaste stoffen en gassen, en door het verbruik van grondstoffen zoals ruwe huiden, energie, chemicaliën en water.

De nathuis-, looi- en nalooiwerkzaamheden zijn verantwoordelijk voor het leeuwendeel van de lozing van afvalwater. De emissies naar de lucht bestaan hoofdzakelijk uit stoffen die afkomstig zijn van de droge finishingsprocessen, hoewel gasemissies ook afkomstig kunnen zijn van andere delen van de looierij. De grootste bron van vaste afvalstoffen is het proces waarbij de huiden worden ontvleesd, gesplit en geschaafd. Een andere potentiële bron van vaste afvalstoffen is het slib van de zuiveringsinstallatie (maar dit is geen on-site activiteit van alle looierijen). Veel van deze afvalstoffen kunnen echter worden geclassificeerd als bijproducten, omdat ze kunnen worden verkocht als grondstof voor andere industriesectoren.

De volgende figuur geeft een overzicht van de input/output van een conventioneel (chromlooi-)proces voor gezouten runderhuiden per ton behandelde ruwe huiden.

INPUT		OUTPUT	
Chemicaliën ~ 500 kg	1/8	Leer 200 -250 kg	1/8
Water 15 – 50 m ³	1/8	Water 15 – 50 m ³	1/8
Ruwe huiden 1 ton	1/8	CZV 230 – 250 kg BZV ~ 100 kg Zwevende deeltjes ~ 150 kg Chroom 5 – 6 kg Sulfide ~ 10 kg	1/8
Energie 9,3 – 42 GJ	1/8	Niet-geloid Snijresten ~ 120 kg Vleesrafels ~ 70 – 350 kg Geloid Splits, schaafsel, snijresten ~ 225 kg Geverfd/ afgewerkt Stof: ~ 2 kg Snijresten ~ 30 kg Slib als gevolg van zuivering (waarvan ~ 40 % droge stof) ~ 500 kg	1/8
	1/8	Lucht ~ 40 kg	1/8
		Organische oplosmiddelen	

De volgende tabel geeft een overzicht van het verbruiksniveau van de voornaamste chemicaliën, looimiddelen en hulpchemicaliën die bij een conventioneel looiproces voor gezouten runderhuiden worden gebruikt.

Verbruik van chemicaliën	%
Standaard anorganisch (zonder zout van conservering, zuren, basen, sulfiden, ammoniumhoudende chemicaliën)	40
Standaard organisch, niet hieronder vermeld (zuren, basen, zouten)	7
Looichemicaliën (chroom, plantaardige looimiddelen en alternatieve looimiddelen)	23
Verfstoffen en hulpstoffen	4
Vettende middelen	8
Chemicaliën voor de finishing (pigmenten, chemicaliën voor speciale effecten, bindmiddelen en vernettingsmiddelen)	10
Organische oplosmiddelen	5
Oppervlakteactieve stoffen	1
Biociden	0,2
Enzymen	1
Overig (sekwestratiemiddelen, bevochtigingsmiddelen, complexvormers)	?
Totaal	100

De looimiddelen (plus hulpmiddelen) die het meest milieurelevant zijn en het vaakst worden gebruikt, zijn:

Type looiing	Looimiddel dat wordt gebruikt	Hulpmiddelen die worden gebruikt
Chroomlooiing	Basisch sulfaatcomplex van driewaardig chroom	Zout, basisch-makende middelen (magnesiumoxide, natriumcarbonaat of natriumbicarbonaat), fungiciden, maskeermiddelen (bijvoorbeeld mierenzuur, natriumdiftalaat, oxaalzuur, natriumsulfiet), vettende middelen, syntans, harsen
Andere anorganische looiingen	Aluminium-, zirkonium- en titaanzouten	Maskeermiddelen, basisch-makende middelen, vettende middelen, zouten, syntans, harsen enz.
Plant aardige looiing	Polyfenolverbindingen, uitgeloozd uit plantaardig materiaal (bijvoorbeeld quebracho, mimosa, eik)	Voorlooi middelen, bleek- en sekwestratie middelen, vettende middelen, mierenzuur, syntans, harsen enz.

Te overwegen technieken voor de bepaling van BBT (beste beschikbare technieken) (hoofdstuk 4)

Efficiënt gebruik van grondstoffen en energie, optimaal gebruik van proceschemicaliën, terugwinning en hergebruik van afval en de vervanging van schadelijke stoffen vormen belangrijke principes van de IPPC-Richtlijn. Voor looierijen zijn waterverbruik, efficiënt gebruik en vervanging van potentieel schadelijke procesmiddelen en de beperking van afval de belangrijkste aandachtspunten binnen het gehele proces, samen met recycle- en hergebruikmogelijkheden.

Vervanging van stoffen

Voor het conserveren, weken, pekelen, looien en nalooien kunnen biociden worden gebruikt. Looierijen maken reeds lange tijd gebruik van gehalogeneerde organische verbindingen en gehalogeneerde biociden zijn nog steeds verkrijgbaar. Natrium- of kaliumdimethyldithiocarbamaat is vanwege het lagere persistentie- en toxiciteitsniveau een bactericide dat minder ingrijpende gevolgen heeft voor het milieu.

Gehalogeneerde organische verbindingen kunnen bijna in alle gevallen worden vervangen, maar er zijn uitzonderingen. Een van deze uitzonderingen is het droogontvetten van huiden van merinoschapen. Het ontvetten vindt plaats in afgesloten machines die zijn voorzien van technieken die de uitstoot van lucht en afvalwater beperken; het oplosmiddel wordt automatisch gedistilleerd en hergebruikt. Andere uitzonderingen die zijn genoemd zijn gehalogeneerde organische vettende middelen en waterafstotende middelen die worden gebruikt voor het waterdicht maken van leer.

Teneinde de VOS-emissies (vluchtige organische stoffen) bij het finishingproces te beperken, wordt steeds vaker de voorkeur gegeven aan op water gebaseerde systemen in plaats van systemen die gebaseerd zijn op organische oplosmiddelen. Een ander manier om de VOS-emissies terug te dringen is het gebruik van finishingssystemen op basis van een laag gehalte aan organische oplosmiddelen. Basislagen zijn over het algemeen op waterbasis. Indien de toplaag zeer goed bestand moet zijn tegen natwrijven, natspannen en zweten, dan kunnen systemen op basis van oplosmiddelen niet altijd worden vervangen door systemen op waterbasis. Dit geldt bijvoorbeeld voor bekleding voor de automobiel- en meubelindustrie (alleen in bepaalde situaties). Teneinde ervoor te zorgen dat met systemen op basis van een laag gehalte aan

organische oplosmiddelen en systemen op waterbasis dezelfde eigenschappen worden verkregen, moet vaak gebruik worden gemaakt van vernettingsmiddelen ten behoeve van de polymeren, die gebruikt zijn voor het finishingproces. In plaats van conventionele polymeerproducten worden bindmiddelen op basis van polymeeremulsies met een laag monomeergehalte gebruikt bij de finishing. Het gebruik van cadmium en lood in pigment is niet gebruikelijk in Europese looierijen; wel moet worden benadrukt dat het gebruik ervan moet worden ontmoedigd.

Oppervlakteactieve stoffen worden in vele verschillende processen binnen de looierij toegepast, bijvoorbeeld bij het weken, kalken, ontvetten, looien en verven. Vanwege de emulgerende eigenschappen is NPE de meestgebruikte oppervlakteactieve stof. De belangrijkste alternatieven voor NPE in de leerindustrie zijn alcohol-ethoxylaten. Wanneer echter extreem vette schapehuiden moeten worden ontvet, levert tot nu toe alleen NPE het gewenste resultaat op.

Complexvormers zoals EDTA en NTA worden als sekwestratiemiddelen aan het water toegevoegd. EDDS en MGDA zijn vanwege het feit dat ze biologisch afbreekbaar zijn mogelijke vervangmiddelen, maar er is geen informatie ingediend over het gebruik van deze middelen in het looiproces.

Ammoniumhoudende ontkalkers kunnen geheel of gedeeltelijk worden vervangen door kooldioxide-ontkalkers. De techniek is eenvoudig te hanteren en kan worden geautomatiseerd. Hiervoor moeten onder druk gezette voorraadtanks voor CO₂ en diffusors worden geïnstalleerd, alsmede een verwarmingskamer, die regelmatig door opgeleid personeel moet worden gecontroleerd. Door te ontkalken met CO₂ kan de totale emissie van Kjeldahl-stikstof (N-Kj) met 20%-30% omlaag worden gebracht en het BZV in het afvalwater van het looiproces met 30%-50%. Bij runderhuiden kan compleet worden overgegaan op ontkalken met CO₂, hoewel het proces bij dikke huiden erg lang kan duren. Het probleem met het gebruik van CO₂ voor het ontkalken van schapehuiden is de hoeveelheid sulfide die vrijkomt en die zal moeten worden beperkt. De investeringskosten zijn na ongeveer 1-2 jaar terugverdiend.

Ammoniumontkalkers kunnen ook worden vervangen door zwakke organische zuren, zoals melkzuur, mierenzuur en azijnzuur. Het ammoniumgehalte in het afvalwater wordt daarmee teruggedrongen, maar de CZV-belasting neemt toe. De organische middelen zijn ongeveer 5-7 keer zo duur als ammoniumzouten. Omdat de CZV-belasting toeneemt en omdat organische middelen duurder zijn, moet per situatie nauwkeurig worden overwogen wat de beste optie is.

Mogelijke alternatieve technieken en technologieën in het verfproces die ervoor zorgen dat het milieu minder gevolgen ondervindt, zijn:

- het vervangen van poederverfstoffen door vloeibare verfstoffen, zodat de emissie van stof wordt beperkt
- teneinde verfstoffen en hulpstoffen te gebruiken die minder impact hebben op het milieu, kunnen bijvoorbeeld laaguitputtende verfstoffen worden vervangen door hooguitputtende verfstoffen en verfstoffen met een hoog zoutgehalte door verfstoffen met een beperkte hoeveelheid zout enz.
- het beperken van het gebruik van ammonia als inwerkmiddel; ammonia kan in bijna alle situaties worden vervangen door een ander middel

- het vervangen van halogeenhoudende verf door vinylsulfon-reactieve verf, teneinde de AOX-belasting terug te dringen.

Het gebruik van hooguitputtende vettingssystemen resulteert in lagere CZV-waarden. Een opname van vetten van 90% van de ingezette hoeveelheid wordt haalbaar geacht. Het gebruik van oplosmiddelvrije mengsels of mengsels met een laag gehalte aan oplosmiddelen resulteert in een lagere emissie van oplosmiddelen. Dit geldt ook voor waterafstotende middelen, die bij voorkeur ook geen metaalzouten bevatten. Hierbij moet worden opgemerkt dat het vervangen van metaalzouten (chrom, aluminium, zirkonium en calcium) als fixeermiddel niet mogelijk is als een zeer hoge mate van waterafstotendheid moet worden bereikt.

Het gebruik van broomhoudende en antimoonhoudende brandvertragers neemt reeds af. Dit heeft te maken met het vrijkomen van potentieel toxische producten bij verbranding. De opvolgers zullen bijna zeker fosfaathoudend zijn.

Proces-geïntegreerde maatregelen

Voor wat betreft het conserveren en weken zal het verwerken van verse (ongezouten) huiden resulteren in een aanzienlijke reducering van de hoeveelheid zout in afvalwater. Een emissiebelasting van 5 kg/t chloor bij de verwerking van zoutvrije huiden, vergeleken met een emissiebelasting van 65 kg/t chloor bij een gemiddeld weekproces van gezouten huiden, is gerapporteerd. Wanneer de huiden binnen 8-12 uur na de slacht kunnen worden verwerkt, hoeven de huiden niet gekoeld te worden. Gekoelde huiden moeten binnen 5-8 dagen worden verwerkt. Als het vervoer van de huiden langer duurt, bijvoorbeeld wanneer de huiden overzee worden vervoerd, kan het energieverbruik een belemmerende factor vormen omdat er extra gewicht (ijs) moet worden vervoerd of gebruik moet worden gemaakt van koelunits. In die situaties vormt zout het enige alternatief. Verse huiden zijn wellicht niet altijd beschikbaar, bijvoorbeeld wanneer een groot deel van de huiden wordt geïmporteerd of geëxporteerd. De beslissing omtrent het gebruik van hetzij gekoelde hetzij gezouten huiden hangt voor een groot deel tevens af van het eindproduct. Als wordt gekozen voor zout, zijn er verschillende mogelijkheden om het gebruik ervan te beperken. Deze houden met name verband met het optimaliseren van het procesbeheer en met het gebruik van chemicaliën, en niet zozeer met de toepassing van bepaalde technieken.

Voor wat betreft het ontharen en kalken van runderhuiden kan het gebruik van haarsparende technologieën het emissieniveau van uiteenlopende parameters terugdringen. Gerapporteerde reductiegegevens zijn:

Parameter	Minder afvalwater afkomstig van kalken/ontharen
CZV	- 60 %
N-Kj	- 35 %
Sulfide	- 50 %

Haarsparende processen voor runderhuiden zijn alom bekend maar vereisen zeer precieze omstandigheden en een nauwlettende controle. De techniek omvat het manipuleren van de zuurgraad en het zodanig reduceren van het middel dat de haar uit

de follikel komt zonder dat de haar wordt verpulverd en zonder beschadiging van de haarschacht. De onbeschadigde haren worden door middel van een recirculatiesysteem met een zeef afgescheiden. Het haar wordt doorgaans gestort, of wordt, indien mogelijk, elders gebruikt als nieuwe grondstof (bijvoorbeeld meststof). Deze techniek vergt hoge investeringen van bestaande looierijen. Indien de stortplaats de enige bestemming is voor het bewaarde haar of als de waterzuiveringsinstallatie opgewassen is tegen de grote organische belasting van verbrand haar, en een hoge slibproductie geen problemen oplevert (doordat het slib wordt gezuiverd en daarom geschikt is voor hergebruik, bijvoorbeeld als meststof), is deze techniek niet uitvoerbaar. Er moet een zorgvuldige balans worden gevonden, waarbij elk geval apart moet worden beoordeeld.

Het is momenteel in de praktijk niet mogelijk om het gebruik van sulfiden als ontharingsmiddel voor runderhuiden helemaal te vervangen, maar het gebruik van enzympreparaten kan het gebruik van sulfiden terugdringen. Er is gemeld dat het CZV en de hoeveelheid sulfiden 40%-70% dalen. Deze techniek is niet geschikt voor schapehuiden, omdat het opwaarderen van de wol als verhandelbaar bijproduct de vermindering van het sulfidegebruik in de weg staat. Bij het verwerken van schapehuiden die reeds van hun vacht zijn ontdaan tijdens het verfproces, is het recycleren van de reeds gebruikte sulfide-vloeistof heel gebruikelijk.

In de meeste gevallen is kalksplitten met het oog op het milieu een betere optie dan splitten na het looien (blue-splitten). Door gebruik te maken van kalksplitten kunnen de nerflaag en de vleeslaag ieder voor verschillende doeleinden worden verwerkt. Zo kunnen ze bijvoorbeeld verschillende looiprocessen ondergaan of voor verschillende eindgebruiken worden toegepast. De split kan vervolgens worden gebruikt voor het vervaardigen van gelatine of collageenomhulsels voor de voedingsindustrie. Door het kalksplitten neemt het gebruik van alle chemicaliën en water in de daaropvolgende processen af, omdat alleen die delen van de huiden worden behandeld die worden verwerkt tot leer. De structuur en chemische aard van het kalkproces voor een bewerking door kalksplitten vereist een betere penetratie en zwelling van de huidvezels. Deze methode is niet geschikt voor het maken van stevige leersoorten, zoals bovenleer van schoenen. Gekalkte huiden zijn moeilijker verwerkbaar dan geloid of crustleer. Kalksplitten gebeurt daardoor minder nauwkeurig dan blue-splitten en is daarom niet geschikt voor eindproducten waarvoor een gelijkmatige en nauwkeurige leerdikte is vereist.

Er is te weinig informatie over het ontvetten van schapehuiden beschikbaar om te kunnen concluderen of het vervangen van ontvetssystemen op basis van oplosmiddelen door ontvetssystemen op waterbasis resulteert in betere milieuprestaties. Dit komt omdat het moeilijk is om zonder verdere informatie de impact van het gebruik van organische oplosmiddelen op het milieu te vergelijken met de impact van het gebruik van oppervlakreactieve stoffen.

Gebruikt pickelwater van het pikkelproces kan worden gerecycled of worden hergebruikt in het looiproces, waardoor de hoeveelheid zout en afvalwater die op het riool wordt geloosd, wordt beperkt. Een andere methode om de hoeveelheid zout en afvalwater te reduceren is het gebruik van een kort pickelbad. Sommige processen gebruiken een gemiddeld pickelbad van ongeveer 100%; dit kan worden gereduceerd

tot 50%-60%, hetgeen betekent dat het gebruik van 0,5-0,6 m³ water per ton ontvleesde huid haalbaar is.

Hoewel voor het looien verschillende middelen kunnen worden gebruikt, wordt ongeveer 90% van al het leer gelooid met chroomzouten. Een ander bekend proces is plantaardig looien. Plantaardig looien wordt niet beschouwd als een alternatief voor chroomlooien; in de eerste plaats omdat het twee verschillende processen zijn die verschillende producten voortbrengen. Daarnaast is uit onderzoek gebleken dat de impact van het proces op het milieu niet afhankelijk is van de keuze van een bepaald looimiddel (chrom of plantaardig) op zich. Een vergelijking van chrom met andere anorganische looimiddelen kan niet worden gemaakt, omdat de gevolgen voor het milieu van de laatstgenoemde niet voldoende zijn onderzocht. Bij chromlooiing worden onder andere de volgende technieken behandeld:

1. Het verbeteren van de efficiëntie van chromlooien. Het conventionele chromlooien, dat wordt uitgevoerd in baden met veel vloeistof, wordt gekenmerkt door een slechte opname. 30%-50 % van het chrom komt uiteindelijk in het afvalwater terecht. Als er nauwkeurig toezicht wordt gehouden op de pH, het lengte van het bad, de temperatuur, de tijd en de vatsnelheid, kan de chromopname worden verhoogd tot 80%.
2. Methoden voor hooguitputtend chromlooien. Bij deze techniek worden de toegepaste looimiddelen dusdanig aangepast dat de opname wordt verhoogd tot 90%. Bij conventionele looimethoden (zonder terugwinning van chrom) wordt 2-5 kg chromzout per ton ruwe runderhuiden gelooid via de gebruikte vloeistoffen; met hooguitputtende chromlooiing kan deze hoeveelheid worden teruggebracht tot 0,05-0,1 kg per ton ruwe runderhuiden. Vanwege de lage concentratie wordt het resterende chrom in het afvalwater niet teruggewonnen.
3. Bij het conventionele chromlooien: terugwinning van chrom via neerslaan en afscheiding. Zoals hierboven vermeld wordt chrom dat overblijft na een hooguitputtend chromproces niet teruggewonnen. De terugwinning van chrom is vanuit chemisch oogpunt een simpel proces met uitstekende milieuresultaten, maar het vereist wel een zorgvuldige analytische controle en speciale apparatuur. Chromterugwinning wordt toegepast door zelfstandige looierijen (bijvoorbeeld in Duitsland), terwijl Portugal en Italië elk een gemeenschappelijke chromrecycle-unit bezitten. De recycle-unit in Italië is alleen beschikbaar voor looierijen in de Santa Croce-regio. Het teruggewonnen chromsulfaat kan opnieuw worden gebruikt in het looiproces zodat 20%-35% minder 'vers' chromzout toegevoegd hoeft te worden. Bepaalde soorten leer (bijvoorbeeld split) kunnen worden gelooid met 100% gerecycled chrom. Rendementen van 95% - 99,9% door middel van chromprecipitatie zijn gemeld; na sedimentatie of flotatie van het afgescheiden chromhoudende afvalwater (voor mengen) zijn concentraties van 1-2 mg/l en zelfs < 1 mg/l haalbaar (uitgedrukt als totale hoeveelheid chrom in een dagelijks genomen mengmonster). Uit een Italiaans onderzoek is gebleken dat de kosten van het installeren van een chromrecycle-unit voor middelgrote tot grote looierijen ongeveer EUR 520.000 (geschatte waarde) bedragen. Gebaseerd op Griekse omstandigheden (1990-1991) zijn deze kosten binnen 1,6 jaar terugverdiend. Bij twee looierijen in India waren de kosten na 1 respectievelijk circa 1,6 jaar (referentiejaar 1994 en 1995) terugverdiend.

Hooguitputtende plantaardige looisystemen (~95 %) zijn beschikbaar. Veel gebruikt zijn het tegenstroomsysteem (laven-systeem) en looien in een vat met hergebruik van het looimateriaal. Als (in combinatie met plantaardig looien) syntans en harsen worden gebruikt, vormen producten met een laag fenol-, formaldehyde- en acrylzuurmonomeergehalte de beste alternatieven.

Tijdens de nalooiwerkzaamheden, bestaande uit herlooien, chroomfixatie en neutralisatie, kan door nauwkeurig toezicht te houden op de procesparameters - zoals de hoeveelheden chemicaliën die worden toegevoegd, de reactietijd, de pH en de temperatuur - het rendement van de nalooimiddelen worden geoptimaliseerd. De chroomfixatie van de looimiddelen kan worden verbeterd door het gelooide leer voldoende tijd te geven om te rijpen voordat het nalooiproces wordt gestart. Een optimale input van de neutraliserende zouten zorgt ervoor dat de pH-waarde van de vloeistof en van het leer tegen het eind van het proces dicht bij elkaar liggen, zodat er geen of slechts een kleine hoeveelheid ongebruikt zout in het afvalwater terecht komt.

Het machinaal drogen van leer is een van de meest energieintensieve processen in een looierij. Natuurlijk drogen kost minder energie maar is niet altijd mogelijk, omdat de tijd en de weersomstandigheden dit niet altijd toelaten. Het energieverbruik kan aanzienlijk worden teruggedrongen door de mechanische ontwateringsprocessen die worden toegepast voordat de huiden worden gedroogd, te optimaliseren.

Het aanbrengen van een laklaag op het leer is een belangrijke oorzaak van VOS-emissies. Vergeleken met de conventionele methoden (met een efficiëntie van slechts 30%), zorgen lakwalsen, lakgordijngieten, HVLP-spuitpistolen (High Volume Low Pressure) en spuiten zonder lucht voor een lagere VOS-emissies. HVLP of spuiten zonder lucht (air-less spuiten) verhoogt de efficiëntie tot 75%. Voor het aanbrengen van zeer dunne toplagen, bijvoorbeeld op aniline-leer en aniline-achtig leer, moeten de conventionele spuittechnieken worden toegepast. Geschikte technieken om de VOS-emissies te beperken zijn natte gaswassing, absorptie, biofilters, cryocondensatie of verbranding.

Waterbeheer en -zuivering

Er is gemeld dat bij de verwerking van runderhuiden een waterverbruik van 40-50 m³/t ruwe huiden kan worden verminderd tot 12-30 m³/t, mits de looierij een efficiënt technisch beheer en een goede procesvoering (good housekeeping) voert. Voor het verwerken van kalfshuiden is 40 m³/t water of soms nog meer nodig. Er zijn verschillende technieken of technologieën om efficiënter gebruik te maken van water. De eerste stap is het optimaliseren van het waterverbruik en het beperken van het gebruik van chemicaliën in het proces en in de waterzuivering. Uit onderzoek blijkt dat bij looierijen met een slecht waterbeheer slechts 50% van het verbruikte water echt wordt gebruikt in het proces. Het wassen in stromend water is een van de voornaamste oorzaken van waterverspilling. In die gevallen is het belangrijk om de waterstroom af te stemmen op de vereisten van het proces en om te wassen in 'batches' in plaats van in stromend water. Het gebruik van badtechnieken met minder vloeistof kan mogelijk worden gemaakt door de apparatuur zodanig aan te passen dat baden met weinig water kunnen worden gebruikt, of door moderne looimachines te installeren. Door een combinatie van batchwassen en baden met weinig water, kan vergeleken met een conventioneel proces een afname in het waterverbruik tot 70%

worden bereikt. Het hergebruik van afvalwater kan het waterverbruik aanzienlijk terugdringen. Looiers zijn hierin echter terughoudend vanwege het risico dat restchemicaliën of andere stoffen in het water de huiden beschadigen.

Teneinde afvalwaterzuivering op de meest effectieve manier te laten plaatsvinden, kan waterstromscheiding worden toegepast zodat geconcentreerde afvalwaterstromen een voorbehandeling kunnen ondergaan. Hierbij gaat het met name om sulfide- en chroomhoudende stromen. Hoewel het beperken van het waterverbruik de hoeveelheid verontreinigende stoffen niet terugdringt, kan geconcentreerd afvalwater vaak gemakkelijker en efficiënter worden gezuiverd. Wanneer het scheiden van de afvalwaterstromen niet mogelijk is, is het goed mengen van chroomhoudend afvalwater en andere afvalwaterstromen een manier om de zuiveringsinstallatie efficiënter te laten werken aangezien chroom tijdens de voorbehandeling de neiging heeft om neer te slaan met de proteïne. De zuivering van chroomhoudende vloeistoffen is reeds behandeld, dus hier wordt alleen de zuivering van sulfidehoudend afvalwater besproken. Het is gebruikelijk om sulfidehoudend afvalwater van het nathuis gescheiden en bij een hoge pH te bewaren totdat het water wordt gezuiverd; bij een pH van minder dan 9,0 kan namelijk toxisch zwavelwaterstof ontstaan. De sulfiden in de ontkalk- en pikkelvloeistoffen kunnen gemakkelijk in het vat worden geoxideerd door er waterstofperoxide, natriummetabisulfiet of natriumbisulfiet aan toe te voegen. Het emissieniveau na een dergelijke behandeling van sulfide is 2 mg/l in een willekeurig monster van het afgescheiden afvalwater. Wanneer het scheiden van sulfidehoudende vloeistoffen niet mogelijk is, worden de sulfiden doorgaans verwijderd door middel van precipitatie met ijzer(II)zouten en beluchting. Nadeel van deze precipitatie is de vorming van grote hoeveelheden slib. De concentraties die kunnen worden behaald met de zuivering van gemengd afvalwater zijn - afhankelijk van de mengverhouding - 2 mg S²⁻/l en 1 mg Cr_{totaal} /l (als bijvoorbeeld 50% van het gemengde afvalwater bestaat uit chroomhoudend afvalwater en 50% uit sulfidehoudend afvalwater, dan zijn de emissieniveaus van de totale hoeveelheid afvalwater 1 mg S²⁻/l en 0,5 mg Cr_{totaal} /l).

Meestal bestaat de eerste behandeling van onbehandeld afvalwater uit het mechanisch zuiveren van het water, waarbij grof materiaal met een zeef wordt verwijderd. Tot 30%-40% van de grove gesuspendeerde stoffen in de onbehandelde afvalstroom kan worden verwijderd met behulp van goed ontworpen zeven. Het afscheppen van vet en olie, en bezinking kunnen ook onderdeel uitmaken van het mechanisch zuiveren. Na de mechanische zuivering volgt gewoonlijk een fysisch-chemische behandeling, die bestaat uit de chroomprecipitatie en sulfidezuivering zoals hierboven beschreven. Coagulatie en flocculatie behoren ook tot dit deel van de behandeling die bedoeld is om een substantieel percentage van de CZV en gesuspendeerde stoffen te verwijderen.

Na de mechanische en fysisch-chemische behandeling is het afvalwater van looierijen over het algemeen gemakkelijk biologisch afbreekbaar in standaard anaërobe biologische zuiveringsinstallaties. De gegevens in de tabel hieronder zijn typische waarden voor de efficiëntie van een afvalwaterzuivering bij conventionele procesvloeistoffen die worden gebruikt voor de verwerking van grondstoffen tot bewerkt leer.

Parameter	CZV		BZV ₅		Gesuspendeerde materie		Chroom	S ²⁻	N-Kj	
	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	%	mg/l
VOORBEHANDELING										
Vetverwijdering (opgeloste luchtflotatie)	20-40									
Sulfide-oxidatie (kalken spoelwaterstoffen)	10							10		
Chroomprecipitatie							1-10			
BASISBEHANDELING										
Mengen + sedimentatie	25-35		25-35		50-70		20-30		25-35	
Mengen + chemische behandeling + sedimentatie	50-65		50-65		80-90		2-5	2-10	40-50	
Mengen + chemische behandeling + flotatie	55-75		55-75		80-95		2-5	2-5	40-50	
BIOLOGISCHE ZUIVERING										
Primair of chemisch + uitgebreide beluchting	85-95	200-400	90-97	20-60	90-98	20-50	<1	<1	50	150
Primair of chemisch + uitgebreide beluchting met nitrificatie en denitrificatie	85-95	200-400	90-97	20-60	90-98	20-50	<1	<1	80-90	30-60

Het laatste onderdeel van de afvalwaterzuivering is sedimentatie en slibbehandeling na zuivering. Bij sedimentatie wordt het slib in de waterzuiveringsinstallatie door bezinking gescheiden van de waterfase. Door het slib te ontwateren met filterpersen, kan een slibkoek ontstaan die voor maximaal 40% bestaat uit droge stof. Bij zeefbandpersen ontstaat een slibkoek die voor maximaal 20%-25% uit droge stof bestaat. Met centrifugeren wordt een gehalte aan droge stof van maximaal 25%-45% behaald en met thermisch behandelen een gehalte van maximaal 90%. Energie speelt een belangrijke factor in deze processen.

Het afvalwater van Europese looierijen wordt op verschillende manieren behandeld. In sommige gevallen verricht een zelfstandige leerlooierij alle bovenbeschreven zuiveringsmaatregelen on-site. In andere gevallen past een zelfstandige looierij on-site alleen voorbehandeling, gedeeltelijke behandeling of helemaal geen behandeling toe en wordt het afvalwater regelrecht naar een gemeenschappelijke zuiveringsinstallatie gevoerd. Deze zijn soms in gemeenschappelijk eigendom en meestal speciaal bedoeld voor het behandelen van afvalwater van leerlooierijen. Er zijn ook leerlooierijen die een deel van de zuivering van afvalwater on-site uitvoeren, maar het vervolgens lozen op het gemeentelijke riool en een financiële regeling treffen met de lokale overheid voor het gebruik van de gemeentelijke zuiveringsinstallatie.

Afvalbeheer en -behandeling

De bovengenoemde procesgeïntegreerde maatregelen zullen tevens direct of indirect het ontstaan van afval tegengaan. Ook is het belangrijk om afval dat niet kan worden voorkomen, zodanig te behandelen, bijvoorbeeld door afscheiding van bepaalde fracties, dat efficiënt behandelen mogelijk is. Voor het recyclen of hergebruiken van organische afvalfracties zijn verschillende opties mogelijk:

- van niet-geloid afval kan gelatine of lijm worden geproduceerd; in sommige lidstaten wordt niet-geloid afval verwerkt in de productie van worstvellen
- terugwinning van talg uit ruwe snijresten, vleesrafels en splits wordt verricht in destructiebedrijven. Gekalkte snijresten, vleesrafels en splits moeten mogelijk vóór de omzetting worden voorbehandeld
- vet kan worden afgescheiden en gerecycled, maar dit is alleen in uitzonderlijke gevallen uitvoerbaar
- terugwinning van proteïne (proteïne-hydrolysaat) uit bijvoorbeeld splits voor het maken van kunstmest
- terugwinning van collageen uit bijvoorbeeld gekalkte snijresten en splits. Collageen wordt gebruikt als additief in vlees- en bakkersproducten, in farmaceutische en cosmetische producten en in rubberproducten.
- geloid afval kan worden gebruikt voor het produceren van leervezelplaten.

Extra behandelingsmogelijkheden voor organisch afval en slib van de waterzuiveringsinstallatie zijn composteren, recyclen in de landbouw, anaërobe afbraak, storten en thermisch behandelen. De toepasbaarheid van de technieken voor slibverwijdering is afhankelijk van de samenstelling van het slib (met name het chroomgehalte) en moet per geval worden beoordeeld. Hierbij moet rekening worden gehouden met de nationale regelgeving en strategieën.

Andere residuen moeten mogelijk nog verder verwerkt worden (off-site). Het gaat hierbij onder meer om de volgende afvalstromen: zout, organische oplosmiddelen en chemicaliën die worden gebruikt als proceschemicaliën, hulpstoffen, reinigingsmiddelen, slib van finishingswerkzaamheden, vaste stoffen als gevolg van maatregelen ter bestrijding van luchtverontreiniging (actief kool, slib van natte gaswassers) en verpakkingsmateriaal.

Beperking van de emissie van verontreinigde lucht

Er zijn veel stappen in het proces die emissie naar de lucht kunnen veroorzaken. Hierbij gaat het om verschillende stoffen en deeltjes (stof). Door middel van preventieve maatregelen en end-of-pipe technieken kan de uitstoot van organische oplosmiddelen, ammoniak, zwavelwaterstof, zwaveldioxide, het totaal stof en de geur die deze stoffen met zich brengen, worden voorkomen of beperkt.

Energie

Over het energieverbruik bij looierijen is zeer weinig informatie beschikbaar. Om meer informatie te verkrijgen is het noodzakelijk dat het energieverbruik, waaronder elektriciteit, warmte (stoom en verwarming) en samengeperste lucht, wordt geregistreerd, met name van de proceseenheden die de meeste energie verbruiken, zoals afvalwaterzuivering en droogprocessen.

Geluid, trilling

Over dit onderwerp is helemaal geen informatie beschikbaar.

Toezicht

Er zijn gestandaardiseerde analyse- en meettechnieken beschikbaar voor het toezicht houden op de afvalwaterparameters. Het is echter wel belangrijk dat dezelfde eenheden worden gebruikt zodat de gegevens met elkaar vergeleken kunnen worden. In dit document worden gegevens soms uitgedrukt in concentraties of in relatie tot de

hoeveelheid leer die is geproduceerd of ruwe huiden die zijn gebruikt. Hierdoor is het zeer moeilijk om emissiegegevens en de prestaties van de toegepaste technieken te vergelijken. Er is geen informatie beschikbaar over het monitoren van emissies naar de lucht, afval, energie en geluid.

Ontmanteling

Algemene ontmantelingswerkzaamheden worden beschreven, maar specifieke informatie over de ontmanteling van looierijen is niet beschikbaar.

Beste beschikbare technieken in de leerlooi-industrie (hoofdstuk 5)

Beheer en juiste procesvoering (good housekeeping)

Werking en onderhoud

Het goed beheren van de looierij is een eerste voorwaarde voor goede milieuprestaties. Technologie op zich is niet voldoende, maar moet hand in hand gaan met een juiste procesvoering (good housekeeping).

De sleutel tot goede prestaties is de bewustwording van de input en output van het proces met betrekking tot de eigenschappen van de materialen, de gebruikte hoeveelheden van deze materialen en hun potentiële gevolgen voor het milieu. De criteria die moeten zorgen voor betere milieuprestaties kunnen dan in beschouwing worden genomen, alsmede technologische criteria die gericht zijn op de eigenschappen van het eindproduct.

Het terugdringen van morsen, ongevallen, waterverspilling en gebruik van chemicaliën kan worden bewerkstelligd door de juiste technieken toe te passen, een goed operationeel en onderhoudsbeheer te voeren – door toezicht te houden op de procesparameters en deze zonnodig aan te passen – en personeel goed op te leiden.

BBT is het implementeren van voorzieningen ten aanzien van het scheiden van afvalstromen, zodat bepaalde afvalstromen kunnen worden gerecycled. Hierbij hoort ook het opleiden van personeel.

Voorkomen van ongevallen

Chemicaliën die in de looierij worden gebruikt, moeten zodanig worden bewaard en gehanteerd dat het risico van morsen en ongevallen minimaal is. BBT:

- het op juiste wijze opslaan van chemicaliën. Basisvereisten zijn: het scheiden van chemicaliën die kunnen reageren zodat wordt voorkomen dat er gevaarlijke emissies vrijkomen; het etiketteren en gebruiken van de juiste verpakkingen; het zodanig aanpassen van de opslagruimten dat goede ventilatie en bescherming van de bodem gewaarborgd zijn, met name bij gehalogeneerde en niet-gehalogeneerde organische oplosmiddelen en afval dat deze stoffen bevat
- het nemen van maatregelen, zoals voorlichting en opleiding van personeel; technische voorzieningen op het gebied van veiligheid, persoonlijke bescherming en organisatie, die ervoor moeten zorgen dat het personeel zo min mogelijk in contact komt met potentieel schadelijke middelen;

- het werken met en per ongeluk morsen van chemicaliën kan leiden tot onvoorziene chemische reacties, zoals het vrijkomen van sulfiden
- er moeten veiligheidsmaatregelen worden genomen tegen het vrijkomen van schadelijke stoffen. Organische oplosmiddelen en andere middelen moeten waar mogelijk worden vervangen
- de veiligheidsinformatiebladen van alle chemicaliën en preparaten die on-site worden gebruikt en opgeslagen, zijn beschikbaar en gemakkelijk toegankelijk
- het bieden van eerstehulpfaciliteiten en het opstellen van evacuatieprocedures
- het opstellen van rampenplannen teneinde schokbelasting van de zuiveringsinstallatie te voorkomen
- het toezicht houden op de werking van nageschakelde emissiebeperkende maatregelen
- het bij de hand hebben van reinigingsmiddelen voor het opruimen van gemorste stoffen
- het zorgdragen dat afvalwater van schoonmaakwerkzaamheden goed wordt opgevangen
- het bijhouden van een dossier met ongevallen en incidenten.

Vervanging van chemicaliën

Met betrekking tot de vervanging van chemicaliën, worden als beste beschikbare technieken (BBT) beschouwd:

- het vervangen van middelen en hulpstoffen die schadelijk zijn voor het milieu door chemicaliën die minder schadelijk zijn
- het bijhouden van alle inputs en outputs, wat ermee gebeurt bij de verwerking en na de emissie
- het meten van de juiste parameters ten behoeve van de controle op de emissies naar het milieu
- het voeren van een verantwoord beheer, bijvoorbeeld kennis van de chemicaliën die in het proces worden toegepast (met inbegrip van kant-en-klare leveringen), opleiding personeel, voorlichting en veiligheidsmaatregelen voor het personeel en de omgeving.

In tabel 5.1 staan in de linkerkolom de stoffen die in aanmerking komen voor vervanging. Alternatieven die als BBT worden beschouwd, staan in de rechterkolom.

STOF	BBT-ALTERNATIEF
Biociden	<ul style="list-style-type: none"> Producten met de laagste milieu- en toxicologische effecten, waarvan een zo klein mogelijke hoeveelheid wordt toegepast, bijvoorbeeld natrium- of kaliumdimethyldithiocarbamaat.
Gehalogeneerde organische verbindingen	<ul style="list-style-type: none"> Deze kunnen in bijna alle gevallen compleet worden vervangen. Dit geldt voor weken, ontvetten, invetten, verfstoffen en speciale nalooimiddelen. <ul style="list-style-type: none"> - Uitzondering: het schoonmaken van huiden van merinoschapen
Organische oplosmiddelen (niet-gehalogeneerd) Met name in het finishingproces en bij het ontvetten van schapehuiden.	Finishing: <ul style="list-style-type: none"> Op water gebaseerde finishingssystemen <ul style="list-style-type: none"> - Uitzondering: indien de toplaag zeer goed bestand moet zijn tegen nat-wrijven, nat-spannen en zweten Finishingssystemen op basis van een laag gehalte aan organische oplosmiddelen Laag aromaatgehalte Ontvetten van schapehuiden: <ul style="list-style-type: none"> Het gebruik van één organisch oplosmiddel en geen mengsels, zodat dit mogelijk na distillatie kan worden hergebruikt
Oppervlakteactieve stoffen APE's zoals NPE's	<ul style="list-style-type: none"> bijvoorbeeld alcohol-ethoxylaten (waar mogelijk)
Complexvormers EDTA en NTA	<ul style="list-style-type: none"> EDDS en MGDA (waar mogelijk)
Ammoniumhoudende ontkalkers	<ul style="list-style-type: none"> Voor een deel door koolstofdioxide en/of zwakke organische zuren
Looimiddelen - Chroom - Syntans en harsen	<ul style="list-style-type: none"> 20%-35% van de verse chroominput kan worden vervangen door teruggewonnen chroom producten met een laag formaldehyde-, fenol- en acrylzuur-monomeergehalte
Verfstoffen	<ul style="list-style-type: none"> Ontstofte of vloeibare verfstoffen Hooguitputtende verfstoffen met een lage hoeveelheid zout Vervanging van ammonium door hulpstoffen zoals verfinwerkstoffen Vervanging van halogeenhoudende verf door vinylsulfon-reactieve verf
Vettende middelen	<ul style="list-style-type: none"> Vrij van middelen die AOX bevatten <ul style="list-style-type: none"> - Uitzondering: waterafstotende leersoorten Toegepast in mengsels zonder organische oplosmiddelen of, indien niet mogelijk, mengsels met een laag gehalte aan organische oplosmiddelen. Met een hoge uitputting, zodat de CZV zoveel mogelijk wordt beperkt
Finishingmiddelen voor toplagen, bindmiddelen (harsen) en vernettingsmiddelen	<ul style="list-style-type: none"> Bindmiddelen op basis van polymeeremulsies met een laag monomeergehalte Cadmium- en loodvrije pigmenten en finishingssystemen
Overig: - Waterafstotende middelen - Broomhoudende en antimoonthoudende brandvertragers	<ul style="list-style-type: none"> Vrij van middelen die AOX bevatten <ul style="list-style-type: none"> - Uitzondering: waterafstotende leersoorten Toegepast in mengsels zonder organische oplosmiddelen of, indien niet mogelijk, mengsels met een laag gehalte aan organische oplosmiddelen Vrij van metaalzouten <ul style="list-style-type: none"> - Uitzondering: waterafstotende leersoorten Fosfaathoudende brandvertragers

Tabel 5.1: Beste beschikbare technieken voor het vervangen van chemicaliën

Proces-geïntegreerde BBT-maatregelen

Wanneer geen nageschakelde emissiebeperkende technieken worden gebruikt maar procesgeïntegreerde beste beschikbare technieken in het proces zelf worden toegepast, wordt verbetering geboekt met betrekking tot:

- verbruik van chemicaliën
- het vervangen van gevaarlijke chemicaliën door minder gevaarlijke chemicaliën
- water- en afvalbeheer
- emissies naar de lucht
- energiebesparingen.

Bij het kiezen van de beste beschikbare technieken is het is daarom van essentieel belang dat de gebruikte apparatuur (bijvoorbeeld procesvaten), de dosering van de chemicaliën en de procesbewakingsapparatuur ook goed worden gecontroleerd op efficiëntie en compatibiliteit met de bovengenoemde doelen. Deze eerste vereisten worden ook behandeld in het gedeelte Beheer & juiste procesvoering (good housekeeping).

Tabel 5.2: (Proces-geïntegreerde BBT-maatregelen) geeft een omschrijving van de beste beschikbare technieken - waar mogelijk - voor elke afzonderlijke verwerkingsunit in een looierij. Op twee punten is geen overeenstemming bereikt binnen de Technische Werkgroep (TWG).

Het eerste punt betrof het recyclen van pikkelvloeistof. Gebruikte pikkelvloeistoffen van het pikkelproces kunnen worden gerecycled in het pikkelproces of worden hergebruikt in het looiproces, zodat de hoeveelheid zout en afvalwater dat op het riool wordt geloosd, wordt beperkt. Deskundigen van één lidstaat en enkele deskundigen die namens de industrie deelnamen aan de TWG waren het hier niet volledig mee eens, omdat hergebruik een negatieve invloed zou kunnen hebben op de kwaliteit van het leer, met name aniline-leer. Deze verdeelde mening is genoteerd.

Het tweede punt betrof het chroomlooien. De meerderheid van de TWG was het eens over de beste beschikbare techniek voor chroomlooien, namelijk het optimaliseren van het chroomlooiproces door middel van nauwgezet toezicht op de pH, de lengte van het bad, de temperatuur, de tijd en de vatsnelheid, in combinatie met chroomterugwinning middels precipitatie bij afvalstromen die meer dan 1 g chroom per liter bevatten. Ook deelden ze allen de mening dat wanneer chroomterugwinning niet mogelijk is (hetzij bij afzonderlijke fabrieken of bij een gemeenschappelijke installatie), hooguitputtende looimethoden het beste alternatief vormen. Deskundigen van één lidstaat en een aantal deskundigen die namens de industrie deelnamen staan niet volledig achter deze BBT-conclusie inzake chroomterugwinning. Zij zijn van mening dat een aparte behandeling van chroomhoudende vloeistoffen voor een groot deel van de Europese leerindustrie momenteel economisch niet haalbaar is, met name in situaties waarin een gemeenschappelijke gespecialiseerde zuiveringsinstallatie niet beschikbaar is. Hoewel zij het er over eens zijn dat de beste beschikbare technieken de efficiëntie moet verbeteren, stellen zij dat chroomterugwinning onmogelijk de beste beschikbare techniek kan zijn wanneer er geen gespecialiseerde gemeenschappelijke terugwinningsinstallaties zijn. Ook kan er volgens hen geen sprake zijn van de beste beschikbare techniek wanneer het teruggewonnen chroom

niet kan worden gerecycled in het looiproces. Dat is het geval wanneer er leer wordt geproduceerd dat van hoge kwaliteit moet zijn. Dit hoogwaardige leer kan namelijk alleen worden vervaardigd met 'verse' chroom, zonder toevoeging van teruggewonnen chroom en zonder hooguitputtende chroomlooi middelen. Zij zijn van mening dat chroomterugwinning in deze situaties niet economisch haalbaar is. Ook deze verdeelde mening is genoteerd.

	PROCES-UNIT	Beste beschikbare technieken:
NATHUIS	Conservieren en weken	<ul style="list-style-type: none"> Het verwerken van verse huiden voorzover beschikbaar Uitzonderingen: <ul style="list-style-type: none"> Wanneer lange transporttijden noodzakelijk zijn (max. 8-12 uur voor verse, ongekoelde huiden; 5-8 dagen indien de koelketen continu 2 °C blijft) Bij bepaalde soorten eindproducten Schapenhuiden, kalfshuiden <ul style="list-style-type: none"> De hoeveelheid zout die wordt gebruikt zoveel mogelijk beperken.
	Ontharen en kalken	<ul style="list-style-type: none"> Het gebruik van haarsparende technologie. De kans bestaat dat voor bestaande fabrieken deze investering te hoog is als zij geen nuttige bestemming hebben voor het teruggewonnen haar Het beperken van sulfideverbruik door gebruik te maken van enzympreparaten (niet bij schapenhuiden) Het recyclen van gebruikte vloeistoffen is alleen mogelijk wanneer er schapenhuiden worden verwerkt, die van hun haar ontdaan worden in het verfproces.
	Splitten	<ul style="list-style-type: none"> Het toepassen van kalksplitten Uitzonderingen: <ul style="list-style-type: none"> Wanneer het materiaal wet-blue is Wanneer het leer van een stevigere kwaliteit moet zijn (bijvoorbeeld voor schoeisel) Wanneer het eindproduct een meer gelijkmatige en nauwkeurige dikte van het leer vereist <ul style="list-style-type: none"> Het gebruik van split maximaliseren
LOOIWERKZAAMHEDEN	Ontkalken en beitsen	<ul style="list-style-type: none"> Ammoniumzouten voor een deel vervangen door CO₂ en/of zwakke organische zuren
	Ontvetten van schapenhuiden	<ul style="list-style-type: none"> Het optimaliseren van nat-ontvetten met oppervlakreactieve stoffen, met of zonder organische oplosmiddelen Afgesloten machines die voorzien zijn van technieken die de emissies naar lucht en afvalwater beperken, wanneer organische oplosmiddelen worden gebruikt voor het droog ontvetten van de huiden
	Pikkelen	<ul style="list-style-type: none"> Pikkelvloeistoffen voor een deel recyclen of hergebruiken (*) verdeelde mening; zie onder Het gebruik van baden van een volume van 50%-60% (gebaseerd op ontveeld gewicht) bij schapenhuiden en runderhuiden om zodoende het verbruik van zout terug te dringen
	Looien (**) verdeelde mening; zie onder	<ul style="list-style-type: none"> Het optimaliseren van het chroomlooi proces door middel van nauwkeurig toezicht op de pH, de lengte van het bad, de temperatuur, de tijd en de vatsnelheid, in combinatie met chroomterugwinning middels precipitatie bij afvalstromen met Cr_{rotaal} > 1 g/l (**) Het gebruik van hooguitputtende looi methoden indien chroomterugwinning niet mogelijk is (**) Het optimaliseren van het rendement van het plantaardige looivloeistof in combinatie met tegenstroom (laven-systeem) of recycling (looien in een vat)
NALOOIWERKZAAMHEDEN	Herlooien, chroomfixatie en neutralisatie	<ul style="list-style-type: none"> Het optimaliseren van het rendement van nalooi middelen en fixatie van looi middelen in het leer Het reduceren van het zoutgehalte in gebruikte vloeistoffen
	Verven	<ul style="list-style-type: none"> Het optimaliseren van het rendement van verfstoffen
	Invetten	<ul style="list-style-type: none"> Het optimaliseren van het rendement van vetten
	Drogen	<ul style="list-style-type: none"> Het optimaliseren van het mechanische ontwateringssysteem vóór het drogen (waar mogelijk)

	<p>Het opbrengen van een laklaag</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lakwalsen • Lakgordijngieten • Het gebruik van HVLP-spuitpistolen • Het gebruik van spuitpistolen zonder lucht (air-less spuiten) <p>Uitzonderingen op alle bovengenoemde technieken:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wanneer zeer dunne laklagen worden aangebracht, bijvoorbeeld op aniline-leer en aniline-achtig leer
<p>(*) verdeelde mening met betrekking tot pikkelvloeistoffen: De meerderheid van de TWG was het erover eens dat het gedeeltelijk recyclen of hergebruiken van pikkelvloeistoffen behoort tot de beste beschikbare technieken. Deskundigen van één lidstaat en enkele deskundigen die namens de industrie deelnamen aan de TWG waren het hier niet helemaal mee eens, omdat volgens hen een uitzondering moet worden gemaakt. De beste beschikbare techniek in hun ogen is:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het gedeeltelijk recyclen of hergebruiken van pikkelvloeistoffen, maar niet voor het produceren van hoogwaardig leer. <p>(**) verdeelde mening met betrekking tot looien: Deskundigen van één lidstaat en een aantal deskundigen die namens de industrie deelnamen staan niet volledig achter deze beste beschikbare techniek. Zij zijn van mening dat een aparte behandeling van chroomhoudende vloeistoffen voor een groot deel van de Europese leerindustrie momenteel economisch niet haalbaar is, met name in situaties waarin een gemeenschappelijke gespecialiseerde zuiveringsinstallatie niet voorhanden is. De beste beschikbare techniek in hun ogen is:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het optimaliseren van het chroomlooiproces door goed toezicht te houden op de pH, de lengte van het bad, de temperatuur, de tijd en de vatsnelheid • Het terugwinnen van chroom door middel van precipitatie Uitzonderingen: - Wanneer er geen gespecialiseerde terugwinningsinstallaties zijn - Wanneer het teruggewonnen chroom niet kan worden gebruikt voor het maken van hoogwaardig leer • Het toepassen van hooguitputtende looimethoden Uitzondering: - Productie van hoogwaardig leer 		

Tabel 5.2. Proces-geïntegreerde BBT-maatregelen

Waterbeheer en -zuivering

De beste beschikbare technieken voor waterbeheer en -zuivering omvatten:

- terugdringing van het waterverbruik
- juiste procesvoering (good housekeeping)
- proces-geïntegreerde maatregelen (genoemd in tabel 5.2) en, ten slotte,
- zuivering van afvalwater.

De beste beschikbare technieken met betrekking tot deze gebieden zijn:

JUISTE PROCES-VOERING (GOOD HOUSEKEEPING) EN PROCES-GEÏNTEGREERDE MAATREGELEN	Het verbeteren van de aanpassing van de waterstroom op de vereisten van het proces
	'Batch'-wassen in plaats van wassen in stromend water
	Het aanpassen van de bestaande apparatuur op het gebruik van baden met weinig water
	Het gebruik van moderne apparatuur voor baden met weinig water
	Het hergebruiken van afvalwater in minder kritieke processen
	Het zo veel mogelijk recyclen of hergebruiken van procesvloeistoffen (zie tabel 5.2)
AFVALWATERZUIVERING	Het gescheiden houden van sulfidehoudend afvalwater van het nathuis bij een hoge pH, totdat de sulfide wordt verwijderd. Na behandeling is het bijbehorende emissieniveau $2 \text{ mg S}^2/\text{l}$, gemeten aan de hand van een willekeurig monster van het gescheiden gehouden afvalwater. Nadat de sulfide is verwijderd (on-site of in een gemeenschappelijke speciale zuiveringsinstallatie), kan het afvalwater worden samengevoegd. (***) verdeelde mening; zie onder.
	Het opvangen van het chroomhoudende deel van het afvalwater (bijvoorbeeld van looien en vochtafpersing) met een concentratie van $\text{Cr}_{\text{totaal}} > 1 \text{ g/l}$, zodat het chroom kan worden teruggewonnen. Chroomterugwinning kan on-site of off-site plaatsvinden (****)
	Het behandelen van (on- of off-site) chroomhoudend afvalwater met een concentratie van $\text{Cr}_{\text{totaal}} > 1 \text{ g/l}$ in combinatie met ander afvalwater (****)
	Het gebruik van mechanische zuiveringstechnieken (on- of off-site)
	Het gebruik van biologische zuiveringstechnieken (on- of off-site)
	Het toepassen van sedimentatie en slibbehandeling na zuivering (on- of off-site)
<p>(***) verdeelde mening over de behandeling van sulfide and chroom: De industrie steunt de conclusie dat de gescheiden zuivering van sulfidehoudend afvalwater tot de beste beschikbare technieken behoort, maar in hun visie behoort ook de gecombineerde - on-site - zuivering van sulfide- en chroomhoudend afvalwater tot de beste beschikbare technieken. Dit zijn de argumenten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • minder kosten • er zijn minder chemicaliën nodig • de techniek is eenvoudig en betrouwbaar • emissieniveaus van $2 \text{ mg S}^2/\text{l}$ en $1 \text{ mg Cr}_{\text{totaal}}/\text{l}$ van de totale hoeveelheid afvalwater - afhankelijk van de mengverhouding - zijn haalbaar. (Als bijvoorbeeld 50 % van het gemengde afvalwater bestaat uit chroomhoudend afvalwater en 50% uit sulfidehoudend afvalwater, dan zijn de emissieniveaus van de totale hoeveelheid afvalwater $1 \text{ mg S}^2/\text{l}$ en $0,5 \text{ mg Cr}_{\text{totaal}}/\text{l}$). <p>(****) zie verdeelde mening over chroomterugwinning in opmerking (**) bij tabel 5.2 en zie verdeelde mening over gescheiden zuivering (***) in deze tabel.</p>	

Tabel 5.3: Beste beschikbare technieken voor waterbeheer en -zuivering

Bij alle technieken die in tabel 5.3 zijn genoemd, moet per site worden bepaald of het vanuit milieukundig en economisch oogpunt efficiënter is om het primair, secundair of zelfs tertiair zuiveren on-site uit te voeren of in een gemeenschappelijke speciale waterzuiveringsinstallatie. Het kan voor een looierij ook efficiënt zijn om een deel van de zuivering van het afvalwater on-site uit te voeren en dit water vervolgens te lozen op het gemeentelijke riool. Ook moet per site worden bekeken waar de verwijdering van bepaalde stoffen uit het afvalwater, bijvoorbeeld biociden, gehalogeneerde organische verbindingen, oppervlakteactieve stoffen en andere procesmiddelen die een speciale behandeling behoeven, moet plaatsvinden.

Afvalbeheer en -behandeling

De beste beschikbare technieken voor het beheer en de behandeling van afval zijn (in afnemende prioriteitsvolgorde):

- preventie
- beperking
- hergebruik
- recycling / terugwinning
- thermische behandeling bij bepaalde soorten afval.

Storten behoort niet tot de beste beschikbare technieken, hoewel dit in sommige gevallen de enige beschikbare optie is.

Een grote hoeveelheid afval, met name organisch afval, is inherent aan looien. Zowel organische afvalfracties als andere residuen kunnen voor een groot deel worden voorkomen en beperkt door in de proces-units de beste beschikbare technieken toe te passen. Er zijn talloze recycle mogelijkheden, zowel on-site als off-site. Om de mogelijkheden voor recyclen te kunnen benutten, moet het afval worden gescheiden. Van even groot belang is de commercialisatie van afval als bijproduct en samenwerking tussen looierijen om recycle- en hergebruikmogelijkheden economisch aantrekkelijk te maken.

Afval dat in de looierij wordt geproduceerd moet zodanig worden behandeld en opgeslagen dat uitlogen, geurproblemen en emissies naar de lucht worden voorkomen.

In de eerste kolom van tabel 5.4 staan de mogelijkheden voor hergebruik, gerecycled / teruggewonnen en behandeld afval, en in de tweede kolom de afvalfracties die ervoor geschikt zijn. De beste beschikbare techniek is het identificeren van mogelijkheden waar deze maatregelen kunnen worden geïmplementeerd - mits haalbaar - zodat er ook werkelijk actie wordt ondernomen.

Hergebruik / recycling / terugwinning en behandeling	Soort afval
Leerproductie	Splits
Productie van leervezelplaten	Geloid afval in het algemeen, bijvoorbeeld splits, schaafsel, snijresten
Kleine lederwaren enz.	Splits en geloide snijresten
Vulmateriaal, wol	Haar en wol
Gelatine en/of huidenlijm	Ruwe snijresten, ongeloid vlees en gekalkte vleesrafels, en splits
Worstvellen	Niet-geloide splits
Terugwinning van vet	Ruwe snijresten, ongeloid vlees en gekalkte vleesrafels
Proteïne-hydrolysaat	Haar, ruwe en gekalkte snijresten, ongeloid en gekalkte vleesrafels, en ongeloid, gekalkte en geloid splits en schaafresten
Collageen	Gekalkte snijresten en splits
Landbouw en kunstmest	Haar voor de stikstof, residu van het composteren en de anaërobe afbraak, slib van de afvalwaterzuivering. De wettelijke voorschriften voor de toepassing van afval op land vereisen een geraffineerde scheiding en behandeling van de verschillende afvalfracties.
Composteren	Haar, ruwe en gekalkte snijresten, ongeloid en gekalkte vleesrafels, vetten en olie; slib van de afvalwaterzuivering
Anaërobe afbraak	Haar, ruwe snijresten, ongeloid en gekalkte vleesrafel, ongeloid en gekalkte splits, vetten en olie; slib van de afvalwaterzuivering
Thermische behandeling	Vetten, mengsels van niet-gehalogeneerde organische oplosmiddelen en olie
Recycling van organische oplosmiddelen	Organische oplosmiddelen (geen mengsels)
Regeneratie van luchtfilters	Actief-koolfilters
Hergebruik en recycling van verpakkingsmateriaal door deze terug te bezorgen bij de leverancier via een geschikt recyclingsysteem	Container, pallets, plastic, karton

Tabel 5.4: Beste beschikbare technieken voor afvalbeheer

Beperking van emissies naar de lucht

De beste beschikbare techniek is preventie van het ontstaan van geur door middel van procescontrole, onderhoud en de juiste werkwijze met en opslag van ruwe huiden en afval. In bepaalde gevallen moeten hiervoor filters worden geïnstalleerd, bijvoorbeeld in afvalwaterzuiveringsinstallaties of bij VOS-emissies.

De beste beschikbare technieken ter voorkoming van de emissie van bijvoorbeeld zwavelwaterstof, ammoniak, VOS en stof, worden genoemd in tabel 5.1, tabel 5.2 en/of tabel 5.3. Verder zijn de volgende end-of-pipe maatregelen de beste beschikbare technieken voor het beperken van de uitstoot van met name zwavelwaterstof, ammoniak en VOS:

- natte gaswassing, bijvoorbeeld voor het beperken de emissie van ammoniak en zwavelwaterstof tijdens het ontkalkings-, pikkel- en verfproces
- natte gaswassing, absorptie, biofilters, cryogeenverwijdering of verbranding voor het beperken van VOS-emissies tijdens het ontvettings-, droog- en finishingproces

- natte gaswassing, absorptie of biofilters voor de beperking van allerlei soorten emissies tijdens de afvalwaterzuivering.

Er zijn technieken beschikbaar voor het beperken van de emissie van een combinatie van stoffen, bijvoorbeeld natte gaswassing voor het verwijderen van aërosolen, organische oplosmiddelen en geurstoffen. Er is te weinig informatie beschikbaar om tot gedetailleerde conclusies omtrent de beste beschikbare technieken te komen.

Energie

De beste beschikbare techniek is het bijhouden van het energieverbruik, waaronder elektriciteit, warmte (stoom en verwarming) en samengeperste lucht, met name van de units met het hoogste verbruik, zoals afvalwaterzuivering en droogprocessen.

Operators moeten daarom een systeem implementeren voor het registreren van energieverbruik en -prestaties. De mate van toepassing van een dergelijk systeem moet overeenkomen met het niveau van energieverbruik, maar de volgende activiteiten moeten altijd overwogen worden:

- het registreren van het werkelijke energieverbruik, opgesplitst per energietype en belangrijkste verbruikers, met een geschikte frequentie die vooraf is bepaald (bijvoorbeeld elk uur, elke dag, elke week, enz.)
- het opstellen van energieprestatie-indicatoren (historische energieprestaties of genormaliseerd op een indicator voor productie/externe temperatuur/bezetting van het gebouw enz.)
- het toezicht houden op energieprestaties, met inbegrip van mechanismen die de operator waarschuwen voor aanzienlijke afwijkingen van de voorspelde energieprestaties
- ervoor zorgen dat afwijkingen goed worden onderzocht en de juiste corrigerende maatregelen worden genomen en geregistreerd
- het verschaffen van beknopte, juiste en tijdige informatie over energieprestaties aan alle individuen met vastgestelde taken op het gebied van energiebeheer
- vaststellen, beoordelen en bijstellen van prestatiedoelen.

Er is te weinig informatie beschikbaar om tot gedetailleerde conclusies omtrent de beste beschikbare technieken te komen.

Ontmanteling

Over het algemeen omvatten de beste beschikbare technieken voor de ontmanteling van een looierij alle voorzieningen en maatregelen die in aanmerking moeten worden genomen teneinde negatieve gevolgen voor het milieu tijdens en na het sluitingsproces te voorkomen. Doel is om negatieve gevolgen voor het milieu in het algemeen en met name voor de directe omgeving te voorkomen door middel van handelingen die moeten worden uitgevoerd teneinde het gebied zodanig achter te laten dat het opnieuw kan worden gebruikt (afhankelijk van de beslissing van het uitvoerende overheidsorgaan ten aanzien van de ruimtelijke ordening). Dit omvat verrichtingen die verband houden met het sluiten van de fabriek zelf, de verwijdering van de gebouwen, apparatuur, residuen enz. van de site, en de verontreiniging van

oppervlaktewater, grondwater, lucht of bodem. Er is te weinig informatie beschikbaar om tot gedetailleerde conclusies omtrent de beste beschikbare technieken te komen.

Slotopmerkingen (hoofdstuk 7)

Mate van consensus

Deze BREF wordt gesteund door de meerderheid van de TWG-leden, hoewel inzake drie BBT-conclusies de volgende verdeelde meningen moesten worden opgetekend:

1. De meerderheid in de TWG was het erover eens dat het gedeeltelijk recyclen of hergebruiken van pikkelvloeistoffen tot de beste beschikbare technieken behoort, maar deskundigen van één lidstaat alsmede een aantal deskundigen die namens de industrie deelnamen, waren het hier niet geheel mee eens. In hun visie behoort het gedeeltelijk hergebruiken en recyclen van pikkelvloeistoffen tot de beste beschikbare techniek, maar niet als het gaat om het maken van hoogwaardig leer.
2. Deskundigen van één lidstaat en een aantal deskundigen namens de industrie staan niet volledig achter deze BBT-conclusie inzake chroomterugwinning. Zij stellen dat een aparte behandeling van chroomhoudende vloeistoffen voor vele zelfstandige looierijen die geen gebruik kunnen maken van een gemeenschappelijke gespecialiseerde zuiveringsinstallatie momenteel economisch niet haalbaar is.
3. De industrie steunt de conclusie dat de gescheiden zuivering van sulfidehoudend afvalwater tot de beste beschikbare technieken behoort, maar in hun visie geldt dat ook voor de gecombineerde - on-site - zuivering van sulfide- en chroomhoudend afvalwater.

Aanbevelingen voor de toekomst

Voor toekomstige BREF-herzieningen zouden alle TWG-leden en belanghebbende partijen moeten doorgaan met het verzamelen van gegevens over de actuele emissie- en verbruiksniveaus en over de prestaties van technieken die moeten worden overwogen bij de bepaling van de beste beschikbare technieken. Voor deze herziening is het ook van belang om meer gegevens te verzamelen over de haalbare emissie- en verbruiksniveaus en de economische aspecten van alle looiprocessen en -middelen. Informatie over referentiefabrieken en werkelijke prestatiegegevens is ook schaars; bij de herziening van dit document moet deze informatie wel beschikbaar zijn. Naast deze algemene terreinen, zijn eerder in dit BREF-document ook andere, meer specifieke, terreinen ter sprake gebracht waarover nog te weinig informatie en gegevens beschikbaar zijn.

Aanbevelingen voor toekomstige O&O-werkzaamheden (R&D-werkzaamheden)

In de vorige alinea zijn verschillende terreinen genoemd waar in de toekomst nader onderzoek naar gedaan moet worden. Veel van dit toekomstige werk houdt verband met het verzamelen van informatie die nodig is voor de herziening van deze BREF. Voorstellen voor toekomstige O&O-werkzaamheden (R&D-werkzaamheden) zijn gericht op de technieken die in deze BREF zijn vastgesteld, maar die te duur zijn of

nog niet kunnen worden toegepast vanwege het risico dat de huiden, vellen en/of het leer erdoor worden beschadigd. Voorstellen voor toekomstig onderzoek naar nieuwe technieken voor looierijen, met inbegrip van technieken die betrekking hebben op water en slib, vaste afvalstoffen, lucht en bodem, zijn ook behandeld in hoofdstuk 7.