

## C.3.1 Lassen

1	Inleiding	5
2	Beleidsafspraken, wettelijke regelingen en richtlijnen	6
3	Beschrijving van de bewerkingsprocessen	7
3.1	Booglassen	9
3.1.1	Booglassen met beklede elektroden	10
3.1.2	MIG/MAG-lassen	10
3.1.3	Onder poeder lassen	10
3.1.4	TIG-lassen	11
3.1.5	Plasmalassen	11
3.1.6	Lassen met gasloze gevulde lasdraad	11
3.2	Weerstandlassen	11
3.2.1	Puntlassen	12
3.2.2	Rolnaadlassen	12
3.3	Autogeen lassen	12
3.4	Bundellassen	12
3.4.1	Elektronenbundellassen	12
3.4.2	Laserlassen	12
3.5	Voor- en nabehandelingen	12
3.6	Toevoegmaterialen en beschermgassen	13
4	Milieuaspecten	15
5	Milieumaatregelen	18
5.1	Algemeen	18
5.2	Emissies naar lucht	19
5.3	Emissies naar water	22
5.4	Energie	22
<b>Bijlagen</b>		
1	Stappenplan nabehandeling lasrookemissies	24
2	Literatuurlijst	30

C.3.1



# 1

## Inleiding

Kader	De module Lassen maakt onderdeel uit van het werkboek milieumaatregelen metaal- en elektrotechnische industrie en is opgesteld in het kader van de Intentieverklaring uitvoering milieubeleid metaal- en elektrotechnische industrie [1]. De module is van toepassing op bedrijven die laswerkzaamheden uitvoeren.
Doel	Met behulp van de module kunnen bedrijven een visie ontwikkelen op de te nemen milieumaatregelen bij het proces lassen. De vergunningverlenende overheid kan de module gebruiken bij de vergunningverlening en het beoordelen van een bedrijfsmilieuplan. De beschreven maatregelen worden gerekend tot de stand der techniek, zoals bedoeld in de intentieverklaring. De module beoogt maatregelen te beschrijven die een brede toepasbaarheid hebben bij bedrijven die genoemde bewerkingsprocessen uitvoeren. Voor de specifieke situatie van een individueel bedrijf kunnen ook andere maatregelen mogelijk zijn.
Opbouw en verwijzingen	<p>In deze inleiding worden eerst de belangrijkste milieuaspecten van het lassen samengevat. Daarna worden beleidsafspraken, wettelijke regelingen en richtlijnen die van toepassing zijn beschreven. Het is voor bedrijven van belang kennis te nemen van deze informatie omdat de overheid bij de beoordeling van het BMP de inhoud van het BMP zal toetsen aan dit bestaande beleid. Hoofdstuk 4 beschrijft de methoden en technieken voor het lassen, alsmede de relevante milieuaspecten. In hoofdstuk 5 zijn mogelijke maatregelen uitgewerkt. In bijlage 1 is een stappenplan opgenomen waarmee kan worden bepaald of nabehandeling van lasrookemissie noodzakelijk is.</p> <p>Het milieubeleid voor de verschillende milieucompartimenten en voor niet aan het productieproces gerelateerde milieuaspecten is beschreven in deel B Modules milieucompartimenten, zoals emissies naar lucht, emissies naar water, afvalstoffen en energie. Voor informatie over nageschakelde technieken en verschillende ondersteunende voorzieningen kan deel D van het werkboek worden geraadpleegd. Voor veel bedrijven zullen de Modules milieucompartimenten (deel B) en ondersteunende voorzieningen (deel D) relevante informatie bevatten die nodig is bij het opstellen van een BMP.</p> <p>Naast lassen, solderen en lijmen/kitten kunnen metalen worden verbonden door middel van mechanische technieken, zoals klinken, popnagelen, bouten, schroeven, felsen en nieten. Deze technieken worden in dit werkboek niet behandeld.</p> <p>Bij het lassen kan het noodzakelijk zijn de te verbinden delen vooraf te reinigen en/of te ontvetten. Voor informatie over reinigen en ontvetten wordt verwezen naar module C.4.2 van dit werkboek.</p>
Milieuaspecten	De mogelijke milieubelasting bij lassen heeft betrekking op emissies naar lucht (met name emissie van lasrook), het energieverbruik, verbruik en lozing van koelwater en het vrijkomen van afvalstoffen. Het treffen van de juiste maatregelen is daarom een kwestie van het maken van de optimale keuze, waarbij de verschillende nadelige milieueffecten zoveel mogelijk worden voorkomen.
Relaties met arbobeleid	Bij het lassen en dan vooral de daarbij vrijkomende lasrook is het van belang om niet alleen naar de milieueisen te kijken, maar ook de arbo-eisen zijn van groot belang. In het verleden werden deze eisen te vaak los van elkaar gezien, met als gevolg vaak niet geheel op elkaar aansluitende en soms zelfs tegenstrijdige eisen. Door bij de milieueisen voor lasrook o.a. aan te sluiten op de (arbo) praktijkrichtlijn Lasrook uit 2002 wordt bereikt dat de arbo- en milieueisen meer op elkaar afgestemd worden en in elkaars verlengde liggen. Dit komt het draagvlak voor naleving alleen maar ten goede.

## 2

## Beleidsafspraken, wettelijke regelingen en richtlijnen

### Beleidsafspraken, wettelijke regelingen en richtlijnen

Naast inzicht in de milieuaspecten van de bewerkingsprocessen moet bij het opstellen van BMP's rekening worden gehouden met het bestaand beleid, zoals dat is vastgelegd in beleidsafspraken, wet- en regelgeving en richtlijnen. In de intentieverklaring is afgesproken dat het bestaand beleid wordt gevolgd. Voor de beschreven processen in deze module zijn de volgende, wettelijke regelingen en richtlijnen van belang:

#### *Wettelijke regelingen*

- In het kader van de Wet milieubeheer (Wm) [2] worden van bedrijven inspanningen verlangd voor het realiseren van energiebesparing. Bij de beoordeling van de haalbaarheid van energiebesparende maatregelen wordt onder andere gebruikgemaakt van terugverdiertijden. In de module Energie (B.6) wordt uitleg gegeven over het hanteren en berekenen van terugverdiertijden. Voor het treffen van energiebesparende maatregelen hebben sommige bedrijven zich aangesloten bij een meerjarenafspraken energiebesparing (MJA). Bedrijven kunnen zich ook nu nog aansluiten bij een MJA. Nadere informatie over de werkwijze van MJA's is weergegeven in de module Energie (B.6), bijlage 2.
- Het Besluit luchtkwaliteit is ook op de emissie van lasrook van toepassing. In de praktijk is de bijdrage van lasrook aan de lokale luchtkwaliteit meestal verwaarloosbaar.

#### *Richtlijnen*

- Nederlandse emissierichtlijn lucht (NeR) [3], waarin richtlijnen zijn gegeven voor emissies naar lucht. Deze richtlijnen kunnen onder andere betrekking hebben op emissies van stof, zoals van lasrook. De NeR wordt verder toegelicht in de module Emissies naar lucht (B.1). Informatie over nageschakelde technieken en ondersteunende voorzieningen voor beperking van emissies naar de lucht is weergegeven in de module Voorzieningen met betrekking tot emissies naar lucht (D.1).

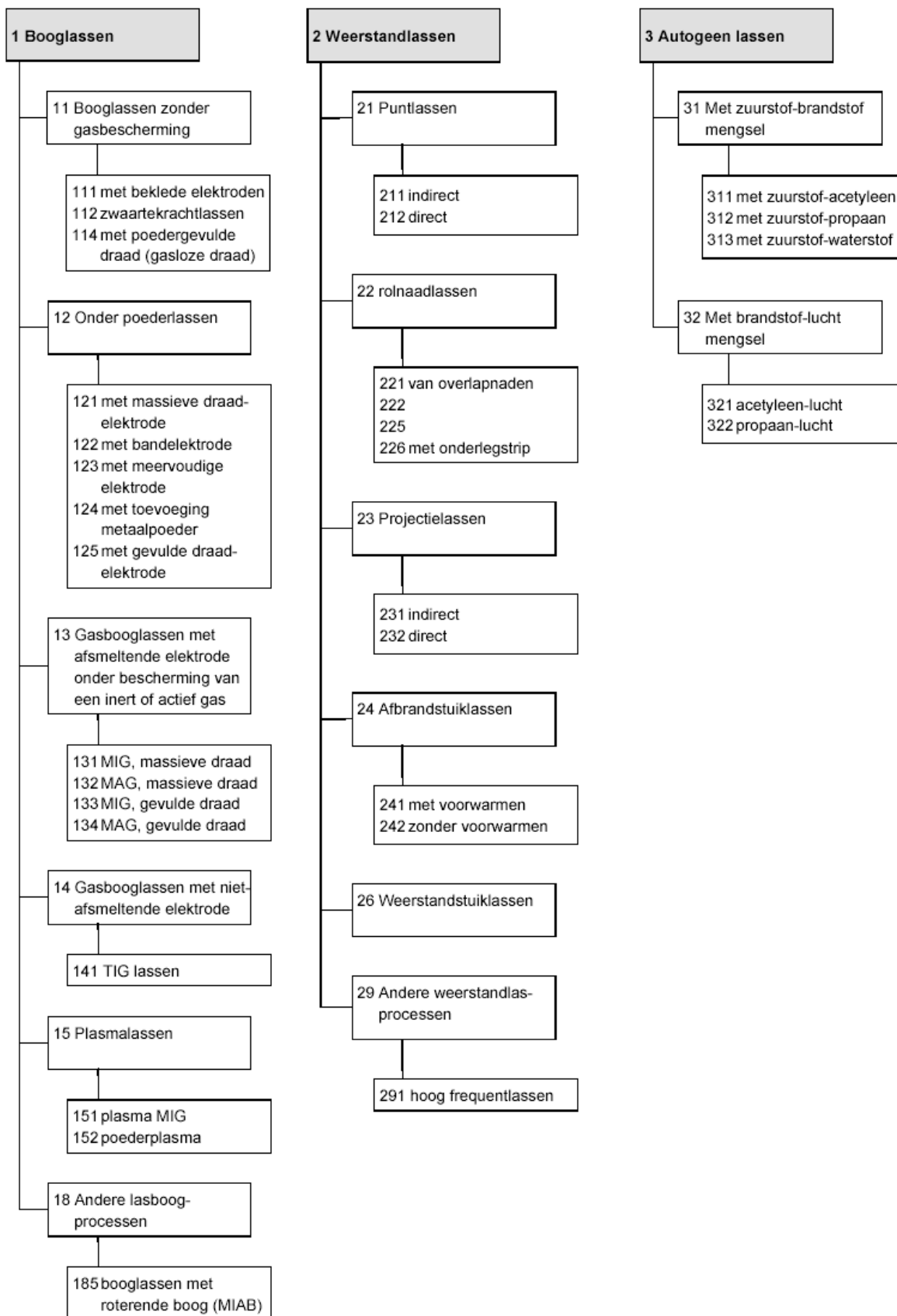
Lassen is een verbindingstechniek, waarbij delen van materialen met elkaar verbonden worden door gebruik te maken van warmte en/of druk. In de diverse lasprocessen is een tweedeling te maken tussen druklassen en smeltlassen. Beide soorten zijn vervolgens weer verder onder te verdelen.

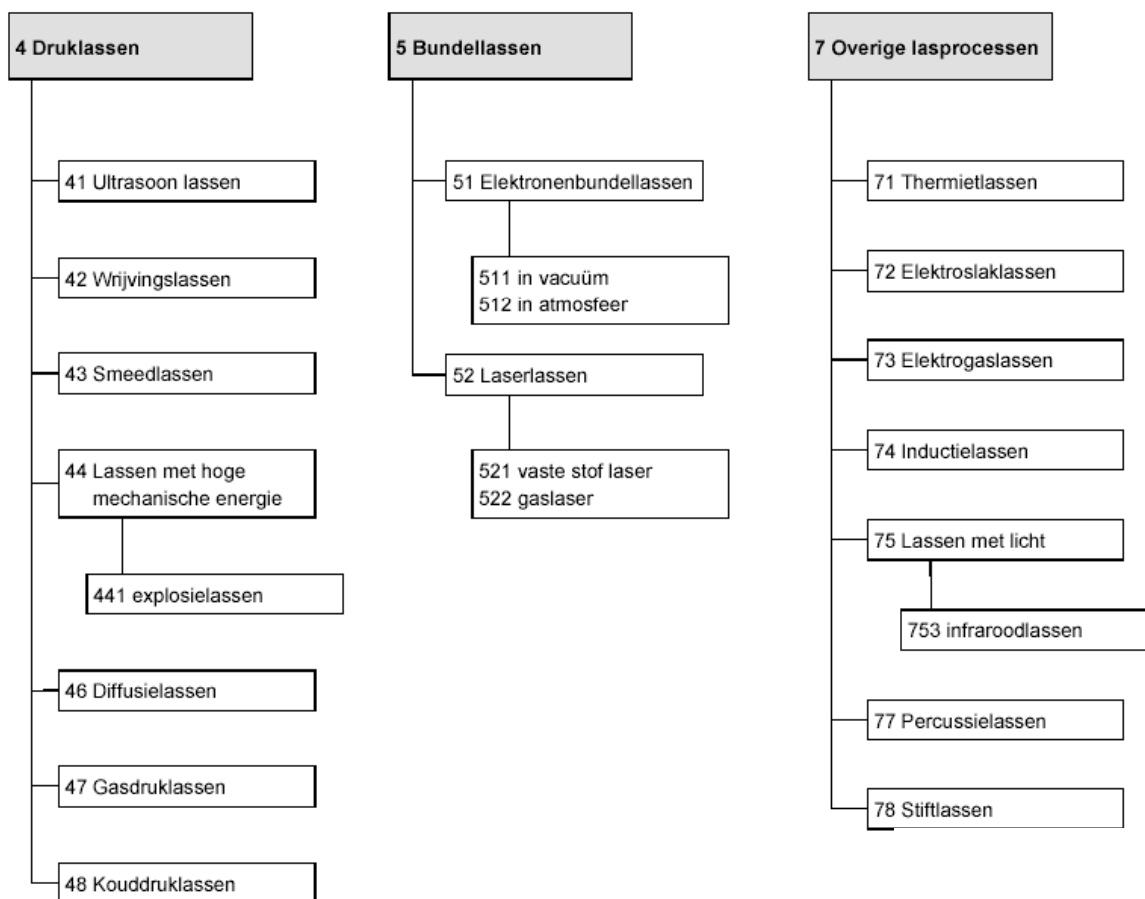
Druklassen is een proces, waarbij de te lassen werkstukdelen worden verbonden door deze zodanig hard tegen elkaar te drukken dat na het opheffen van de druk een lasverbinding tot stand is gebracht. Gedurende het proces blijft het materiaal van het werkstuk in vaste vorm of het wordt deegachtig, afhankelijk van de temperatuur. De druklasprocessen kunnen daarom worden onderverdeeld in kouddruk- en warmdruklasprocessen. Ook weerstandlassen hoort tot het druklassen.

Bij het smeltlassen worden de te lassen werkstukdelen verbonden door – met behulp van warmte – materiaal van het te lassen werkstuk en eventueel toevoegmetaal tijdelijk in de vloeibare fase te brengen. In de vloeibare fase vloeien de materialen samen, zodat na het stollen van het vloeibare metaal, een lasverbinding tot stand is gebracht. De smeltlasprocessen kunnen afhankelijk van de gebruikte warmtebron worden onderverdeeld in elektrisch, autogeen of thermietlassen. Bij smeltlassen liggen de smeltpunten van toevoegmateriaal en basismateriaal, in tegenstelling tot solderen, dicht bij elkaar

Een overzicht van de diverse processen wordt in afbeelding 1 weergegeven. De meest voorkomende processen worden in de volgende paragrafen nader beschreven.

Om een goede lasverbinding te krijgen kan het werkstuk diverse voor- en nabehandelingen ondergaan. In paragraaf 3.5 wordt in het kort op deze behandelingen ingegaan.





Afbeelding 1 Overzicht lasprocessen (gebaseerd op ISO 4063)

Bij diverse lasprocessen spelen toevoegmaterialen in de vorm van beklede elektroden, massieve draden, gevulde draden en laspoeders een belangrijke rol. Deze toevoegmaterialen zijn in bepaalde gevallen noodzakelijk om een bepaald lasproces toe te passen of om aan bepaalde kwaliteitseisen te kunnen voldoen. Ditzelfde geldt voor de toepassing van beschermgassen. In paragraaf 4.6 wordt nader ingegaan op het gebruik van deze toevoegmaterialen en beschermgassen.

Bepaalde lasapparatuur kan ook worden gebruikt om metaaldelen van elkaar te scheiden. Deze technieken worden niet in deze module, maar in de module C.2 Metaalbewerking behandeld.

Opmerkingen ten aanzien van de keuze van een lasproces

Uit oogpunt van arbeidsomstandigheden en milieu is men geneigd die lasprocessen te kiezen die een geringe lasrookemissie hebben. Echter, er zijn ook nog een aantal andere factoren die de keuze van een lasproces beïnvloeden. Zo bepalen de te realiseren mechanische eigenschappen de kwaliteit en het type toe te passen lastoevoegmateriaal. Daarnaast spelen economische factoren, zoals de te realiseren neersmeltsnelheid, de omstandigheden waaronder gelast moet worden, de plaats waar gelast moet worden alsook de verkrijgbaarheid van een lastoevoegmateriaal de keuze van een lasproces.

### 3.1

#### Booglassen

Bij het booglassen wordt een elektrische boog onderhouden tussen het te lassen materiaal en een al dan niet afsmeltende elektrode. Hierbij komt de noodzakelijke warmte vrij voor het smelten van het basis- en toevoegmateriaal. Booglassen omvat een aantal processen die allemaal met elkaar gemeen hebben dat het gesmolten metaal (het smelt-

bad) door middel van een gas of poeder tegen de negatieve invloed van de omgevingslucht moet worden beschermd.

In dit werkboek zal op de volgende booglasprocessen nader worden ingegaan:  
lassen met beklede elektroden;

- MIG/MAG-lassen;
- onder poeder lassen;
- TIG-lassen;
- plasmalassen;
- lassen met gasloze gevulde draad.

### 3.1.1

#### **Booglassen met beklede elektroden**

Bij dit proces wordt gebruikgemaakt van afsmeltende beklede elektrode. De kerndraad, bestaande uit het toe te voegen metaal al dan niet bij gelegerd, is hierbij omgeven door een bekleding welke het gesmolten metaal beschermt tegen de schadelijke inwerking van zuurstof en stikstof uit de omringende lucht. Deze bescherming werkt op twee manieren. De bekleding kan stoffen bevatten die langs chemische weg zuurstof binden en opnemen in de slak. Ook bevat de bekleding gasvormende stoffen die een aanvullende gasbescherming tot gevolg hebben.

Het lassen met beklede elektroden is een hoofdzakelijk handmatig proces. Mechanisatie is beperkt mogelijk in de vorm van zwaartekrachtlassen.

Toepassing: Verbindingslassen van alle staalsoorten, koper- en nikkellegeringen alsook oplassen van corrosievaste- en slijtvaste opslageringen.

### 3.1.2

#### **MIG/MAG-lassen**

Bij het MIG- en MAG-lassen wordt een boog onderhouden tussen een continu aangevoerde afsmeltende lasdraad als elektrode. Bij het MIG-(Metal Inert Gas-)lassen bestaat het beschermgas uit een inert gas (argon, helium of een mengsel van beide).

Toepassing: Lassen van non-ferro materialen.

Het beschermgas voor het MAG-(Metal Active Gas-)lassen bestaat meestal uit koolzuur of argon, waaraan een hoeveelheid actief gas zoals zuurstof en/of CO<sub>2</sub> is toegevoegd. Door deze toevoegingen wordt de boog gestabiliseerd en krijgt het gesmolten metaal betere vloeieigenschappen en een betere kwaliteit.

Toepassing: Verbindings- en oplassen van staalsoorten (inclusief RVS).

Bij het MIG/MAG-lassen wordt onderscheid gemaakt tussen MIG/MAG-lassen met:

- massieve draad;
- gevulde draad.

MIG/MAG-lasprocessen zijn zowel geschikt voor handlassen als half- en volledig gemechaniseerd c.q. geautomatiseerd lassen, bijvoorbeeld met lasrobots.

### 3.1.3

#### **Onder poeder lassen**

Bij het onder poeder lassen wordt een boog onderhouden tussen een afsmeltende elektrode en het werkstuk. De vlamboog wordt in zijn geheel omgeven door een continu aangevoerd poeder. Het deel van het poeder dat rechtstreeks wordt blootgesteld aan de straling (warmte) van de lasboog, smelt en vormt een beschermende slaklaag over het smeltbad. Het laspoeder dat niet gesmolten is, kan tijdens of na het lassen worden opgezogen en opnieuw worden hergebruikt. Paragraaf 3.6 gaat nader in op de laspoeders.

Het onder poeder lassen wordt veelal geautomatiseerd toegepast, maar kan ook half gemechaniseerd worden toegepast. De lasdraad en het poeder worden continu toegevoerd, waardoor er continu kan worden gelast.

Toepassing: Verbindingslassen en oplassen van staal, rvs koper- en nikkellegeringen.



**3.1.4****TIG-lassen**

Bij het TIG-(Tungsten Inert Gas-)lassen wordt een boog onderhouden tussen een niet-afsmeltende wolfraamelektrode en het werkstuk. Bij het TIG-lassen wordt de vlamboog beschermd door een beschermgas. Dit beschermgas bestaat uit een inert gas (argon, helium of een mengsel van beide). Meestal wordt extra metaal toegevoegd. Dit kan in blanke draad- of staafvorm worden aangevoerd. Bij de geautomatiseerde TIG-lasprocessen wordt dit lastoevoegmateriaal mechanisch vanaf een draadhaspel aangevoerd.

Bij het TIG-lassen kan, met name bij pijp-pijpverbindingen, gebruik worden gemaakt van een backing gas, bijvoorbeeld formeergas. Dit gas wordt gebruikt om de achterzijde van de las te beschermen. Het TIG-lassen wordt veel toegepast voor het lassen van dunne platen of zogenaamde doorlassingen in dikke plaat/pijp vanwege goede beheersing van het smeltbad en een hogere eindkwaliteit. Bij dit laatste wordt vervolgens een ander lasproces (MIG/MAG of booglassen met beklede elektroden) toegepast ter wille van de efficiency. Het TIG-lasproces kan zowel handmatig als volledig gemechaniseerd worden toegepast.

Toepassing: Alle metalen.

**3.1.5****Plasmalassen**

Het plasmalassen wordt als een verfijning van het TIG-lassen beschouwd. De vlamboog die tussen de elektrode en het werkstuk optreedt, wordt door een watergekoeld mondstuk vernauwd, waardoor een zeer smal, energiedichte plasmastraal ontstaat. Deze plasmastraal wordt eveneens beschermd door een inert beschermgas.

Het plasmalassenproces is vooral geschikt voor half- en volledig gemechaniseerd c.q. geautomatiseerd lassen van alle materialen.

Toepassing: Alle metalen.

**3.1.6****Lassen met gasloze gevulde lasdraad**

Dit proces wordt vaak onterecht onder de lasprocessen met gasbescherming geschaard daar geen extra aangevoerd beschermgas wordt gebruikt. Bij dit proces wordt een elektrische boog onderhouden tussen een continu aangevoerde gevulde lasdraad en het werkstuk. De vulling van de draad bevat componenten die gasbescherming creëren en de zuurstof, stikstof en waterstof die in de boog omringende lucht aanwezig zijn binden tot oxiden en nitriden. Dit lasproces is dan ook ontwikkeld voor het lassen in de buitenlucht, waarbij een wind tot kracht vijf geen effect heeft op de badbescherming.

Dit proces kan worden toegepast voor het verbindingslassen van on- en laaggelegeerde staalsoorten, alsmede in het grootste toepassingsgebied, het oplassen van slijtvaste lagen.

**3.2****Weerstandlassen**

Het weerstandlassen omvat een groep van processen, waarbij de benodigde warmte wordt opgewekt door de overgangsweerstand die een elektrische stroom ondervindt wanneer deze door twee (of meer) op elkaar geklemde platen wordt gevoerd. Het bij hoge temperatuur zacht geworden materiaal wordt door de druk van de laselektroden samengesmeed. Bij het weerstandlassen worden geen toevoegmaterialen toegepast.

In dit werkboek worden twee varianten van het weerstandlassen behandeld, te weten:

- het puntlassen;
- het rolnaadlassen.

Toepassing: Dunne plaat industrie zoals de meubel- en automobiellindustrie.

### 3.2.1

#### **Puntlassen**

Bij het puntlassen worden de te verbinden delen op elkaar gedrukt door (meestal) een tweetal watergekoelde koperen elektroden. Door de elektroden wordt een stroom gevoerd, waardoor er warmteontwikkeling plaatsvindt in de te verbinden delen. Deze warmteontwikkeling is het grootst op het scheidingsvlak van de te verbinden delen, waar het materiaal (gedeeltelijk) tot smelten wordt gebracht. Na het wegvallen van de stroom stolt de las terwijl de elektrodedruk gehandhaafd blijft, waardoor een goede verbinding tot stand wordt gebracht, bij toepassing van de juiste parameters.

### 3.2.2

#### **Rolnaadlassen**

De verbinding bij het rolnaadlassen wordt op dezelfde wijze verkregen als bij het puntlassen. Door gebruik te maken van watergekoelde wielvormige koperen elektroden wordt, door een aaneenschakeling van in elkaar overlopende puntlassen, een gas- en vloeistofdichte verbinding tot stand gebracht.

### 3.3

#### **Autogeen lassen**

Bij het autogeen lassen wordt de benodigde warmte voor het proces verkregen door een brandbaar gas (acetyleen) met (meestal) zuivere zuurstof te verbranden. De gassen worden gemengd in een regelbare brander, waarmee een goede controle over de gasvlam kan worden verkregen. Vaak worden bij het autogeen lassen massieve draden toegepast.

Toepassing:      Installatietechniek.

### 3.4

#### **Bundellassen**

Zoals in afbeelding 1 reeds is vermeld is het bundellassen als volgt onder te verdelen: elektronenbundellassen; laserlassen.

#### 3.4.1

##### **Elektronenbundellassen**

Bij het elektronenbundellassen wordt een elektronenstroom door een elektronenkanon geproduceerd. Deze elektronenstroom kan men door middel van elektromagnetische lenzen bundelen en zeer nauwkeurig richten, waardoor een elektronenbundel met hoge energiedichtheid (warmte) wordt verkregen.

Het elektronenbundellassen wordt meestal in een vacuümkamer uitgevoerd, hoewel er ook apparatuur is voor het werken in een minder diep vacuüm en onder atmosferische omstandigheden.

De te verbinden delen worden tot smelten gebracht zonder toevoegmateriaal. De delen moeten hierdoor zeer goed passen bij de lasnaad. Het proces is enkel geschikt voor volledig gemechaniseerd lassen.

#### 3.4.2

##### **Laserlassen**

Bij het laserlassen wordt de warmte door middel van een bundel monochromatisch coherent licht (licht van één golflengte, waarbij de lichtgolven met elkaar in fase zijn) opgewekt. Het smeltbad wordt beschermd door middel van een beschermgas. Het laserlassen is geschikt voor dunne en middelmatige dikten.

Het voordeel van laserlassen ten opzichte van het elektronenbundellassen is dat er geen vacuümkamer nodig is.

### 3.5

#### **Voor- en nabehandelingen**

Alvorens een lasverbinding kan worden gemaakt, ondergaan de te verbinden delen een voorbehandeling. Veelal dienen de te lassen onderdelen een bepaalde vorm te hebben. Deze bewerking vindt plaats door middel van brandsnijden, zagen, frezen, slijpen,

gutsen en dergelijke. De werkstukken worden veelal geslepen om scherpe kanten te breken en bramen te verwijderen.

In bepaalde gevallen dienen de te lassen werkstukken te worden voorverwarmd om de kans op scheuren te verkleinen, krimpspanningen te verminderen en geharde zones aan weerszijden van de las te voorkomen. Het voorverwarmen vindt plaats door middel van gasbranders of elektriciteit (directe of indirecte weerstand of inductie).

Het gesmolten beschermmateriaal (elektrodebekleding, laspoeders en draadvulling) zal op de lasnaad stollen. Deze laag (de slak) dient na afloop van het lasproces te worden verwijderd. Dit vindt plaats door middel van slijpen, bikken en staalborstelen. Deze voor- en nabehandelingen worden in de modules C.2 Metaalbewerking en C.5.5 Harden, gloeien nitreren en carbonitreren behandeld.

C.3.1

### 3.6

#### **Toevoegmaterialen en beschermgassen**

Tijdens het lassen kunnen materialen worden toegevoegd voor naadvulling. Ook kunnen bepaalde legeringselementen aan het smeltbad worden toegevoegd om de mechanische eigenschappen van de las te verbeteren.

Daarnaast is het nodig om het gesmolten materiaal (smeltbad) en ook het gestolde materiaal dat nog op hoge temperatuur is, te beschermen tegen de inwerking van zuurstof en stikstof uit de lucht.

De toe te voegen materialen worden veelal verwerkt in de elektrodebekleding, de draadvulling of in de draad zelf. Ook worden poeders toegepast. De bescherming tegen de inwerking van zuurstof en stikstof uit de lucht kan plaatsvinden door elementen die de schadelijke gassen binden alvorens deze met het metaal kunnen reageren. Andere stoffen zijn gasvormende stoffen. Tijdens het lassen worden ze omgezet in een beschermende gasmantel. Tenslotte kunnen ook beschermgassen worden toegevoegd, welke eveneens een beschermende gasmantel tot stand brengen.

In het navolgende zal nader worden ingegaan op de meest toegepaste toevoegmaterialen en beschermgassen. De te lassen metalen hebben een grote invloed op de keuzemogelijkheden van toevoegmaterialen en beschermgassen.

##### ***Beklede elektroden***

Een beklede elektrode bestaat uit een metalen kern omgeven door een bekleding, waarbij de kern als elektrische geleider fungeert. Onder invloed van de vlamboog tussen de elektrode en het werkstuk, zal de elektrode smelten en verplaatsen de gesmolten metaaldruppels zich naar het werkstuk, waarbij ze worden beschermd door de gesmolten bekleding. Naast deze beschermende functie heeft de bekleding tot taak de samenstelling en de vloeibaarheid van het smeltbad te regelen, het smeltpunt te wijzigen en de aard van de slak te bepalen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen zure, basische, rutiel- en cellulose-elektroden.

##### ***Gevulde draad***

Een gevulde draad is een holle draad gevuld met poeder. Gevulde draden kunnen een slaklaag vormen, welke bijdraagt aan de bescherming van het vloeibare metaal tegen de inwerking van de lucht. De vulling kan bestaan uit rutiel-, basisch of metaalpoeder. Gevulde draden worden continu toegevoerd, al of niet onder een beschermgas.

##### ***Massieve draad***

De bescherming bij massieve draden wordt grotendeels verkregen door de toepassing van een (actief) beschermgas. Aangezien deze bescherming zeker bij een actief gas zoals zuurstof of kooldioxide niet volledig is, bevat de lasdraad reducerende elementen. Veelal worden voor dit doel mangaan- en siliciumlegeringen gebruikt.

##### ***Laspoeders***

Bij het onder poeder lassen wordt de vlamboog afgedekt door een laspoeder. De lasdraad wordt continu toegevoegd en smelt in de vlamboog onder het poeder. Het poeder

vormt een slak die de las volledig afdekt. De poeders kunnen worden onderverdeeld naar de aard van de fabricage alsook naar de beschermingseigenschappen (bijvoorbeeld MS, CS, AB).

### ***Beschermgassen***

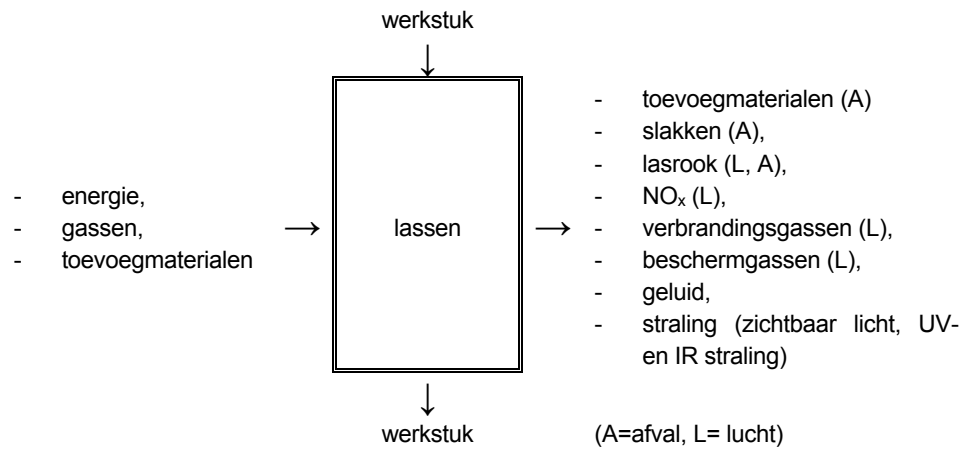
Bij het lassen onder beschermgassen wordt de elektrode omspoeld met een gas (helium, argon, CO<sub>2</sub> of een menggas) teneinde deze alsook de overgaande druppels en het smeltbad te beschermen tegen de inwerking van zuurstof en stikstof uit de lucht.

## 4

## Milieuaspecten

### In-/outputschema

Bij het lassen treedt een belasting van het milieu op. In onderstaand in-output schema is de milieubelasting weergegeven



C.3.1

Afbeelding 2 In-/outputschema

### Milieuaspecten

#### Afvalstoffen

In onderstaand overzicht worden de diverse vrijkomende afvalstoffen van het lassen weergegeven.

Tabel 1 Vrijkomende afvalstoffen van het lassen

Afvalgroepen	Eural afval-code	Omschrijving
Ongebruikte elektroden: - Ongelegeerd - Gelegeerd	120113	Lasafval
Elektroderestanten (peuken): - Ongelegeerd - Gelegeerd	120113	Lasafval
Laspoederrestanten: - Mangaansilicaat typen - Calciumsilicaat typen - Aluminaatruitiel typen - Aluminaatbasische typen - Fluorietbasische typen	120113	Lasafval
Lasslakken	120113	Lasafval
Draden en draadresten	120113	Lasafval
Lasrookfilters en filterstof: - Ongelegeerde rutielelektroden - Ongelegeerde rutiel gevulde draden - Ongelegeerde massieve draden - Ongelegeerde metaal gevulde draden - Lastoevoegmaterialen, waarbij Chroom VI (klasse A) vrijkomt - Lastoevoegmaterialen, waarbij Chroom III (klasse B) vrijkomt - Lastoevoegmaterialen, waarbij Barium en Fluor-verbindingen (Klasse C) vrijkomen	150203 150203 150203 150203 150202 (G) 150202 (G) 150202 (G)	Niet onder 150202 vallende absorptentia, filtermateriaal, poetsdoeken en beschermende kleding  Absorbentia, filtermateriaal (inclusief niet elders genoemde oliefilters), poetsdoeken en beschermende kleding die met gevaarlijke stoffen zijn verontreinigd
Slijpstof van TIG-elektroden	120104	Non-ferro metaalstof en -deeltjes
Verpakkingsmaterialen: - Schoon - Gevaarlijke afvalstoffen bevattend of niet schud- of schraapleeg	150101, 150102, 150106 150110 (G)	- Papieren en kartonnen verpakkingen, kunststof verpakking, gemengde verpakking - Verpakking, die resten van gevaarlijke stoffen bevat of daarmee is verontreinigd
Draadhaspels: - Kunststof - Metaal	150102 150104	- Kunststofverpakking - Metalenverpakking

(G): Deze stoffen worden gezien als gevaarlijk afval.

#### Emissies naar lucht

Bij lassen kunnen uit het smeltbad stofdeeltjes en gassen ontwijken en kan materiaal verdampen. De aard en hoeveelheid van deze emissies hangen van vele factoren af, waaronder het lasproces, de te lassen metalen, de lasparameters, de toevoegmaterialen en de aanwezige stoffen op het te lassen oppervlak.

Voornoemde emissies kunnen als gevolg van het proces vrijkomen of ontstaan naar aanleiding van reacties van bepaalde stoffen. Zo zet de UV-straling, die bij het lassen kan vrijkomen, zuurstof om in ozon. De optredende emissie van NO kan vervolgens door deze ozon weer worden omgezet in NO<sub>2</sub> en O<sub>2</sub>.

Zware metalen als chroom, nikkel, koper, mangaan en barium kunnen vrijkomen als verbinding (lasrook). Bij het lassen van roestvast staal is de emissie afhankelijk van de staalsoort. Hoe hoger deze gelegen is, des te hoger is de emissie van zware metalen.

Niet verwijderde lak- of primerlagen op de werkstukken kunnen, onder andere, aanleiding geven tot de emissie van metaalverbindingen en koolmonoxide (CO).

Door de toepassing van acetyleen bij het autogeen lassen komen verbrandingsproducten vrij.

De invloed van de toevoegmaterialen op de emissies is groot. De emissie van lasrook bij het booglassen is het grootst bij de beklede elektroden en gevulde draden. Bij MIG/MAG massieve draden is deze emissie lager en bij TIG en onder poeder lassen het laagst.

**C.3.1**

#### *Emissies naar water*

Bepaalde lasbranders worden gekoeld met koelwater dat vervolgens thermisch verontreinigd raakt.

Bij het lassen boven open water kan door het gebruik van toevoegmaterialen en het vrijkomen van afvalstoffen, waaronder slakresten, verontreiniging van het oppervlaktewater optreden. Bij het lassen in de openlucht kunnen voornoemde stoffen via schoonmaak-, spoel- of hemelwater in het afvalwater terechtkomen.

#### *Energie*

Bij het lassen wordt energie in de vorm van elektriciteit of gassen verbruikt.

#### *Geluid en trillingen*

Afhankelijk van de gebruikte processen/lasapparaten en materialen kunnen verhoogde geluidniveaus optreden. Ook nevenwerkzaamheden zoals slakbikken leiden tot een verhoogd geluidsniveau.

#### *Opslag van gevaarlijke stoffen*

Door de hoge boogtemperaturen, vonken, wegsplattend gloeiende materiaaldruppels en dergelijke is er sprake van verhoogd brandgevaar bij de aanwezigheid van brandbaar materiaal. Dit geldt niet alleen tijdens maar ook enkele uren na het lassen (smeulende resten).

#### *Verstoring*

Bij het booglassen veroorzaakt de vlamboog een flitsend fel blauwwit licht dat hinder kan veroorzaken.

#### *Bodem*

Door het gebruik van toevoegmaterialen en het vrijkomen van afvalstoffen, waaronder slakresten, kan mogelijk bodemverontreiniging optreden.

## 5

## Milieumaatregelen

Op lassen kunnen de maatregelen LA.01 tot en met LA.06 van toepassing zijn. Uitsluitend hierover wordt per maatregel verstrekt. Overige relevante maatregelen zijn beschreven in deel B Modules milieucompartimenten en in deel D Modules ondersteunende voorzieningen.

*Tabel 2 Overzicht maatregelen*

milieuaspect	maatregelnummer	omschrijving maatregel
Algemeen	LA.01	schoon materiaal lassen
Lucht	-	zie ook module D.1 Voorzieningen met betrekking tot emissies naar lucht
	LA.02	optimalisatie van de procescondities bij het booglassen
	LA.03	toepassing van minder milieuschadelijke toevoegmaterialen en/of een minder schadelijk lasproces
	LA.04	afzuiging en nabehandeling van lasrook
Water	-	zie ook de module D.2 Voorzieningen met betrekking tot emissies naar water
	LA.05	toepassen gesloten koelwatersysteem
Bodem	-	zie de module D.3 Bodembeschermende voorzieningen
Geluid en trillingen	-	zie ook de module B.4 Geluid- en trillinghinder
Afvalstoffen	-	zie de module B.5 Afvalstoffen. In deze module is een methodiek voor afvalpreventie opgenomen. tevens zijn maatregelen te vinden ten aanzien van het beheersen van grondstoffen / materialen en afvalstoffen, verpakkingsafval en maatregelen op het gebied van gebouwen en faciliteiten
Energie	-	zie ook de module B.6 Energie. In deze module is een methodiek voor energiebesparing en -beheer opgenomen. Deze module bevat tevens een overzicht van maatregelen op het gebied van gebouwen en faciliteiten.
	LA.06	optimalisatie van de lasrookafzuiging
Opslag van gevaarlijke stoffen	-	zie de module D.4 voorzieningen voor opslag en (over)tappen

### 5.1

#### Algemeen

#### LA.01

#### Schoon materiaal lassen

Het lassen van materiaal met een 'verontreinigd' lasoppervlak in de vorm van organische deklagen, shopprimers, olieresten en dergelijke, heeft extra emissies tot gevolg. Het schone lasoppervlak kan op twee manieren worden verkregen: het inkopen/aangeleverd krijgen van materiaal met schone lasoppervlakken (inkoopeis) en voorkomen dat deze bij de overige bewerkingen verontreinigd raken; zelf de lasoppervlakken vóór het lassen schoonmaken (zie modules C.4.1 Stralen en C.4.2 Reinigen en ontvetten).

#### Toepasbaarheid

Deze maatregel is breed toepasbaar.

#### Milieuaspecten

Het lassen van schone materialen vermindert de lasrookemissie, waarbij tevens de aard van de daarin aanwezige componenten zal veranderen. Door het reinigen van het oppervlak treedt een verschuiving van de emissies op.



**Kosten**                      **Investeringskosten:**                      Het schoon aanleveren en schoonhouden van materialen/lasoppervlakken is mogelijk zonder al te hoge kosten. De kosten voor het eigenhandig schoonmaken zijn zeer afhankelijk van de gekozen uitvoering.

## **5.2                      Emissies naar lucht**

Zie ook maatregel LA.06

**LA.02**                      **Optimalisatie van de procescondities bij het booglassen**  
Een las in een werkstuk zal altijd aan in normen vastgelegde kwaliteitseisen moeten voldoen. De lasmethode en het toevoegmateriaal worden vaak door de constructeur bepaald. Bij het lasproces moet de lasser aan de hand van de meegeleverde lasmethodebeschrijving, waarin de lasparameters zoals stroomsoort, lasstroomsterkte, boogspanning alsook het lastoevoegmateriaal zijn vastgelegd, ervoor zorgen dat een kwalitatief goede las ontstaat die aan de gestelde kwaliteitseisen voldoet. De hoeveelheid lasrook die dan bij het lassen ontstaat en het energieverbruik zijn een gevolg van het lasproces en zijn niet te beïnvloeden door de lasser. Het is dan ook nauwelijks mogelijk om optimalisatie van de procescondities voor te schrijven om de lasrook en het energieverbruik te verminderen. Wel kan invloed uitgeoefend worden op het juiste gebruik / scheiden van het lasafval.

Heden ten dage worden bij het lassen steeds vaker elektronisch geregelde lasstroombronnen toegepast. De in deze stroombronnen gebruikte elektronica zorgt ervoor dat het verbruik tijdens het niet lassen laag is en niet meer vergeleken kan worden met de vroeger toegepaste stroombronnen die vaak de gehele werkdag ingeschakeld stonden en ook tijdens stilstand een aanzienlijk energieverbruik hadden. Uitschakelen tijdens langere perioden van stilstand levert een besparing op.

**LA.03**                      **Toepassing van minder milieuschadelijke toevoegmaterialen en/of een minder schadelijk lasproces**  
Op het gebied van toevoegmaterialen zijn momenteel diverse verschuivingen waar te nemen die de milieuschadelijkheid van deze stoffen verlagen. Hierbij valt te denken aan de toepassing van:  
toevoegmaterialen met een lagere milieubelasting (bijvoorbeeld toevoegmaterialen die geen fluor of minder zware metalen bevatten of minder lasrook tot gevolg hebben);  
elektroden, waarbij de zware metalen in de draad in plaats van in de mantel of vulling zijn opgenomen.

De effecten van de diverse toevoegmaterialen op het milieu kan worden afgeleid uit de productinformatiebladen van de leverancier van voornoemde materialen. Daarnaast kan gekozen worden voor de toepassing van een minder milieubelastend lasproces. Door op alternatieve toevoegmaterialen en/of processen over te schakelen, zal het milieu minder worden belast.

**Toepasbaarheid**                      De toepasbaarheid van deze minder milieuschadelijke toevoegmaterialen en/of processen is sterk afhankelijk van de te verbinden materialen en de gestelde kwaliteitseisen.

**Milieuaspecten**                      De toepassing van minder milieuschadelijke toevoegmaterialen en/of processen heeft tot gevolg dat de lasrook minder milieuschadelijke elementen zal bevatten.

**Kosten**                      De prijzen van de minder milieuschadelijke toevoegmaterialen en/of lasprocessen zijn niet aan te geven. Indien de overschakeling aanschaf van nieuwe apparatuur tot gevolg heeft, kunnen de kosten aanzienlijk oplopen.

**LA.04**                      **Afzuiging en nabehandeling van lasrook**  
Emissies van lasrook naar de omgeving kunnen het beste gereduceerd worden door een aanpak bij de bron. Dit is beschreven in maatregel LA.01 t/m LA.03 en LA.06. Als dat

onvoldoende resultaten oplevert zullen de lasrookemissies op andere manieren bestreden moeten worden. Emissies van lasrook naar de omgeving kunnen vermeden of gereduceerd worden door het lassen in de openlucht zoveel mogelijk te beperken en indien noodzakelijk, de opstelling zo te kiezen dat de rook dusdanig kan worden afgezogen, dat nabehandeling mogelijk is. Deze maatregel kan op twee manieren worden uitgevoerd:

- het lassen in een daarvoor bestemde en ingerichte ruimte, waar een optimale afzuiging mogelijk is;
- indien een vaste opstelling niet mogelijk is, kan indien mogelijk een mobiele afzuiginstallatie worden toegepast, waarna nabehandeling mogelijk is.

De afgezogen lasrook kan, waar nodig, worden gereinigd in een stofverwijderingsinstallatie. De volgende technieken kunnen hiervoor worden toegepast:

- elektrostatische filters;
- mechanische filters;
- patronenfilters.

(zie verder filterkwaliteiten)

Lasrook vrijkomend bij het lassen van roestvaststaal kan complexe Cr(VI)- en/of nikkelverbindingen bevatten. Afhankelijk van het lasproces is de minimalisatieverplichting van toepassing.

Door mobiele en vaste afzuiginstallaties met geïntegreerde stofverwijderingsinstallatie te gebruiken, waarbij de gefilterde lucht in de ruimte wordt teruggevoerd, wordt ook verlies van warmte uit de ventilatielucht tegengegaan (zie ook maatregel LA.06).

Terugvoeren van gereinigde lucht is in verband met artikel 4.18 van de Arbo-regeling slechts onder strenge voorwaarden toegestaan. Artikel 4.18 is van toepassing op kankerverwekkende, mutagene en sensibiliserende stoffen. Het risico op het vrijkomen van deze stoffen doet zich bij een aantal klassen bij het elektrode RVS-lassen voor. Bij het vrijkomen van deze stoffen dient bij het toepassen van recirculatie het volgende in acht genomen te worden:

1. Het is verboden deze stoffen opnieuw in circulatie te brengen op een arbeidsplaats waar deze stoffen niet aanwezig zijn. Recirculatie van werkplaatslucht naar een kantoorruimte is bijvoorbeeld niet toegestaan;
2. Ruimteventilatielucht mag worden gerecirculeerd, mits aangetoond wordt dat de teruggevoerde lucht maximaal 10 procent van de voor de stof vastgestelde grenswaarde (meestal MAC waarde) bevat. (Tip: Leg bij de aanschaf van nieuwe afzuigapparatuur deze bewijslast van 10 procent van de grenswaarde bij de leverancier. Meer informatie hierover vindt u op [lasrook-online.nl](http://lasrook-online.nl) [4]);
3. Bij toepassing van bronafzuiging mag slechts worden gerecirculeerd als het direct afvoeren van de ventilatielucht naar buiten toe in de praktijk niet mogelijk is (al dan niet via een "milieu-filter", zie hiervoor ook het stappenplan in bijlage 1);
4. Bij recirculeren dient 30 procent verse lucht bijgemengd te worden.

Het tweede tot en met het vierde punt gelden niet alleen voor kankerverwekkende, mutagene en sensibiliserende stoffen, maar voor alle stoffen conform de bepalingen in de Arbo-regeling.

Bij het treffen van deze maatregel wordt tevens verwezen naar de van toepassing zijnde maatregelen voor de arbeidsomstandigheden, omdat deze vaak supplementair zijn.

#### Toepasbaarheid

Technisch gezien is deze maatregel breed toepasbaar. De noodzakelijkheid van nabehandeling van lasrookemissies kan aan de hand van het stappenplan in bijlage 1 worden bepaald. De aanpak volgens dit stappenplan kan worden gezien als een invulling van de NeR voor lasrookemissies.

#### Filterkwaliteiten

Bij het filtreren van lasrook worden drie type filtersystemen gebruikt:

- patronenfilter;

- mechanisch filter;
- elektrostatisch filter.

Ad 1; Een patronenfilter is een zelfreinigend filtersysteem dat is uitgerust met een patronenfilter dat een speciale behandeling heeft ondergaan en een reinigingssysteem dat ervoor zorgt dat de afgevangen stof van de filters wordt verwijderd. Het filter is geschikt voor droge stofstromen. Het rendement van dit systeem kan oplopen tot boven de 99,5%. Het voordeel is een gering onderhoud door het geïntegreerde reiniging systeem. De investeringen liggen hoger in vergelijking met een mechanisch filter. De filters kunnen modulair geleverd worden waardoor hoge afzuigcapaciteiten behaald kunnen worden.

Ad 2; Een mechanisch filter is ook uitgerust met een patronenfilter, maar is niet zelfreinigend. Het filter moet, afhankelijk van het lasmateriaalgebruik, regelmatig vervangen worden. Het filterrendement is vergelijkbaar met een zelfreinigend systeem. De investeringen zijn lager in vergelijking met een zelfreinigend systeem maar de variabele kosten zijn hoger (vervanging filters).

Ad 3; Een elektrostatische filter is uitgerust met reinigbare elektrostatische filters waarvan de filterplaten op geregelde tijden schoongemaakt moeten worden. Het filter kan breder toegepast worden dan de vorige filtersystemen omdat ook vervuilde stofstromen (bijvoorbeeld met oliedruppeltjes) gereinigd kunnen worden. Het rendement van deze systemen is iets lager (ongeveer 99%). De investeringen kunnen sterk uiteenlopen afhankelijk van extra accessoires. Indien compleet uitgerust (inclusief ventilator) zijn de kosten bij gelijke afzuigcapaciteiten gemiddeld vergelijkbaar met zelfreinigende systemen. De variabele kosten zijn hoger met name door onderhoud, inclusief schoonmaken, van de filterplaten.

Alle drie de systemen zijn als stand der techniek te beschouwen voor het filteren van lasrook en zijn goed in staat om restconcentraties te realiseren die lager zijn dan 5 mg/m<sup>3</sup>. Meer details over deze filtertechnieken zie Module D.1; Voorzieningen met betrekking tot emissies naar de lucht. De procesomstandigheden, de omvang van het lasproces en de kosten bepalen welk systeem het meeste geschikt is. Die keuze moet in nauwe samenwerking met de leverancier van de filtersystemen gemaakt worden. De toepassing van minder milieuschadelijke toevoegmaterialen en/of processen heeft tot gevolg dat de lasrook minder milieuschadelijke elementen zal bevatten.

#### Milieuaspecten

Door de nabehandeling van lasrook wordt de emissie van lasrook naar het milieu gereduceerd. Het afgevangen stof komt, afhankelijk van de nabehandelingstechniek, als afval of afvalwater vrij. Lasrookstof van gelegeerde materialen komt veelal als gevaarlijke afvalstof vrij. Het verdient in bepaalde gevallen dan ook de voorkeur om bij grote hoeveelheden lasrook stof gescheiden af te zuigen (rekening houdend met de samenstelling van het toevoegmateriaal en de elektrodebekleding), waardoor het stof respectievelijk als niet gevaarlijk en gevaarlijk afval kan worden afgevoerd.

#### Kosten

De kosten voor afzuiginstallaties en (ingebouwde) reinigingsapparatuur zijn afhankelijk van het te reinigen debiet. De kosten van filterunits in stationaire afzuiginstallaties zijn opgenomen in Tabel 3. Mobiele afzuiginstallaties met ingebouwd filter zijn beschikbaar vanaf circa € 2900,-. De weergegeven kosten zijn slechts een indicatie, voor actuele informatie wordt verwezen naar de brochures van de betreffende leveranciers.

Tabel 3 Kosten filterunits in stationaire afzuiginstallaties

Type filter	investeringskosten filterunit <sup>1)</sup>			Operationele kosten
	Max. aantal Afzuigarmen <sup>2)</sup>	Prijs filter-unit	Filter Rendement	
Mechanisch filter (disposable)	2	€ 1450,-	99,8 %	Energieverbruik Reinigingskosten Extra filterpatronen Afvoerkosten afval <sup>3)</sup>
Patronenfilter (zelfreinigend)	2	€ 3200,-	99,8 %	Energiekosten Reinigingskosten Afvoerkosten <sup>3)</sup>
Elektrostatisch filter (voor lassen van oliebehandeld staal)	1	€ 2600,-	99 %	Energiekosten Reinigingskosten Afvoerkosten <sup>3)</sup>

- 1) De investeringskosten van het reinigingsgedeelte bedragen circa 20 – 40% van de totale installatie. Ten behoeve van energiebesparing kunnen extra voorzieningen worden aangebracht, waardoor de investeringskosten met circa 20% kunnen toenemen. Genoemde prijzen zijn exclusief installatiekosten, kosten bouwkundige aanpassingen, kosten van de afzuigarmen en kosten ventilator. Prijzen 2004.
- 2) Capaciteit per afzuigarm conform Arbo-norm, minimaal 1000 m<sup>3</sup> / uur.
- 3) De afvoerkosten van droog lasrookstof zijn lager dan wanneer het stof is opgelost in water.

Voor meer details aangaande de toepasbaarheid en kosten van de genoemde en overige luchtreinigingstechnieken wordt verwezen naar de module Voorzieningen met betrekking tot emissies naar lucht (D.1).

### 5.3

#### Emissies naar water

##### LA.05

#### Toepassing gesloten koelwatersysteem

Het toepassen van een gesloten koelwatersysteem leidt tot een aanzienlijke vermindering van het koelwaterverbruik. Hierbij kan men onderscheid maken in volledig gesloten systemen en halfgesloten systemen. Voor een beschrijving van deze systemen wordt verwezen naar de module B.6 Energie (Informatieblad faciliteiten).

In sommige gevallen wordt lasapparatuur sterker gekoeld dan strikt noodzakelijk. Door optimalisatie van de koeling kan in die gevallen koelwater worden bespaard. Indien bedrijven geen gesloten koelsysteem kunnen toepassen, kan toch water worden bespaard door te bezien of het (verwarmde, maar schone) koelwater elders in het proces kan worden ingezet.

##### Toepasbaarheid

Deze maatregel is toepasbaar voor machines (bijvoorbeeld puntlasmachines) die gekoeld worden met grondwater (zogenaamde 'pass-through'-systemen).

##### Milieuaspecten

Door de toepassing van gesloten koelwatersystemen wordt grondwateronttrekking voorkomen en de hoeveelheid te lozen afvalwater gereduceerd.

##### Kosten

Investeringskosten: Eenvoudige gesloten koelwatersysteem geschikt voor lassen / puntlassen zijn verkrijgbaar vanaf € 750,- (prijsspeil januari 2005), afhankelijk van de koelwatervoorraad en de mate waarin deze moet worden teruggekoeld. Voor de uitvoerigere koelwatersystemen kunnen de investeringskosten behoorlijk oplopen.

### 5.4

#### Energie

De terugverdientijden van energiemaatregelen wordt behandeld in module B6 Energie.

LA.06

### Optimalisatie van de lasrookafzuiging

De afzuiging van lasrook kan op diverse manieren worden geoptimaliseerd, waardoor er minder lang of met een lager debiet kan worden afgezogen. Optimalisatie kan plaatsvinden door:

- emissies aan de bron af te zuigen. Het benodigde debiet voor enkel ruimteafzuiging is groter dan het debiet van puntafzuiging met aanvullende ruimteafzuiging;
- automatische regeling van afzuiging. Hierdoor wordt er niet afgezogen als er niet gelast wordt.

Toepasbaarheid

Optimalisatie van de lasrookafzuiging is breed toepasbaar met inachtneming van de eisen ten aanzien van de Arbo-wetgeving. Het automatisch regelen van de afzuiging is met name mogelijk bij afzuiging aan de bron. Automatische regeling van de ruimteventilatie is moeilijker te realiseren. Deze afzuiging is mede afhankelijk van de overige activiteiten die ruimteventilatie wellicht noodzakelijk maken.

Milieuaspecten

Met deze maatregel zal het energieverbruik dalen, doordat er minder lang of met een lager debiet kan worden afgezogen. Hierdoor zal er ook energie worden bespaard op een eventuele ruimteverwarming. Daarnaast zal de geluidemissie afnemen.

Kosten

Investeringskosten: De investering betreft de lasrookfilters in bronafzuigingen om lasrook te reinigen en de gereinigde lucht terug te kunnen voeren in de hal. De kosten zijn afhankelijk van het debiet dat wordt afgezogen en gereinigd.

Baten: Lagere energiekosten door lagere afzuigcapaciteit. Verder energiebesparing door recirculatie van lucht.

**C.3.1**

In deze bijlage is een stappenplan gegeven waarmee kan worden bepaald of nabehandeling van lasrookemissies van de in deze module behandelde lasprocessen noodzakelijk is. Daarna worden een aantal toelichtende teksten gegeven over recirculatie, het toepassen van bronafzuiging, filterkwaliteiten, het berekenen van lasrookemissies en metingen.

Zoals in hoofdstuk 5 is beschreven zijn er een aantal maatregelen om luchtmissies te verminderen. Het betreft de volgende maatregelen:

- LA.01 schoon materiaal lassen;
- LA.02 optimalisatie van de procescondities bij het booglassen;
- LA.03 toepassing van minder milieuschadelijke toevoegmaterialen en/of een minder schadelijk lasproces;
- LA.04 afzuiging en nabehandeling van lasrook.

Deze bijlage gaat in op de maatregel LA.04, afzuiging en nabehandeling van lasrook. Het overzicht is ook te gebruiken voor de maatregel LA.03, toepassing van minder milieuschadelijke toevoegmaterialen en/of een minder schadelijk lasproces. In het overzicht zijn de lasprocessen namelijk opgedeeld in de klassen I t/m VII, waarbij de lasprocessen van Klasse I het minst milieubelastend zijn en de lasprocessen van klasse VII het meest milieubelastend. Deze klasse-indeling komt overeen met de klasse-indeling van de op 13 maart 2002 door sociale partners in de metaal –met instemming van het ministerie van SZW- opgestelde Praktijkrichtlijn lasrook, officieel genaamd: *Praktijkrichtlijn, beschrijving van doeltreffende maatregelen bij blootstelling aan rook en/of gassen afkomstig van lassen en/of verwante processen*. Dit, ten behoeve van de arbeidsomstandigheden.

**Stap 1****Is recirculatie mogelijk?**

In maatregel LA.06 is aangegeven dat het uit het oogpunt van energiebesparing is aan te raden om de gereinigde lucht terug te brengen in de ruimte waaruit deze is afgezogen. Met name in situaties waarbij het gaat om grote hoeveelheden en grote hallen is energiebesparing relevant. Wel moet daarbij worden nagegaan of het vanuit de Arbowetgeving in de specifieke situatie is toegestaan om recirculatie toe te passen. Indien gerecirculeerd wordt is het verplicht om de lasrook na te behandelen met een filter, ook wanneer gebruik wordt gemaakt van ongelegeerd staal.

Recirculatie, oftewel terugvoeren van gereinigde lucht is in verband met artikel 4.18 Arbo-regeling slechts onder stringente voorwaarden toegestaan. Dit artikel is van toepassing op kankerverwekkende, mutagene en sensibiliserende stoffen. Het risico op het vrijkomen van deze stoffen doet zich bij een aantal klassen bij het elektrode RVS-lassen voor. Bij het vrijkomen van deze stoffen is het slechts toegestaan lucht te recirculeren als (voor de Arbeidsinspectie) aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- 1 Het is verboden deze stoffen opnieuw in circulatie te brengen op een arbeidsplaats waar deze stoffen niet aanwezig zijn (recirculatie van werkplaatslucht naar kantoor is bijvoorbeeld niet toegestaan);
- 2 Ruimteventilatielucht mag worden gerecirculeerd, mits aangetoond wordt dat de teruggevoerde lucht maximaal één tiende van de voor de stof vastgestelde grenswaarde (meestal MAC-waarde) betreft;
- 3 Bij toepassing van bronafzuiging mag slechts worden gerecirculeerd als direct afvoeren van de ventilatielucht naar buiten toe in de praktijk niet mogelijk is (al dan niet via een 'milieu-filter');
- 4 Bij het recirculeren dient 30 % verse lucht bijgemengd te worden.

Tip: leg bij aanschaf van nieuwe afzuigapparatuur deze bewijslast van één tiende van de grenswaarde (berekeningen en metingen) bij de leverancier.

De punten 2 tot en met 4 gelden niet alleen voor kankerverwekkende, mutagene en sensibiliserende stoffen, maar voor alle stoffen conform de bepalingen in de Arbo-regeling.

Indien recirculatie wordt toegepast dan zal de lucht die naar buiten wordt geëmitteerd maximaal de concentratie aan lasrook bevatten die volgens de MAC-waarde in de werkplaats is toegestaan. Verdere nabehandeling van de emissie is dan niet nodig.

Indien geen recirculatie wordt toegepast gaat u verder met stap 2. In deze stap wordt op basis van het lasproces aangegeven of nabehandeling van de lasrookemissie wel of niet nodig is.

**Stap 2**

Is bij het toegepaste lasproces, de soort toevoegmateriaal en het te lassen materiaal nabehandeling van lasrookemissies nodig?

Onderstaand overzicht is gebaseerd op situaties waar maar één lasproces plaatsvindt, wanneer meerdere lasprocessen in hetzelfde bedrijf worden toegepast moeten alle hoeveelheden lastoevoegmateriaal worden opgeteld en het totaal getoetst aan het lasproces met het hoogste nummer, waarbij klasse I het laagste is en klasse VII het hoogste. Wanneer het betreffende bedrijf dit niet redelijk acht moet ze op een andere manier (middels berekening of meting) aantonen dat aan de emissie-eisen van de NeR wordt voldaan.

Wanneer er tegelijkertijd lasprocessen plaatsvinden uit zowel de klasse III als I en/of II, dan moet voor het antwoord op de vraag of er filtering milieufiltering moet worden toegepast, alleen gekeken worden naar de hoeveelheden lasdraad die jaarlijks gebruikt wordt voor klasse III lasprocessen.

De klasse-indeling in het onderstaande overzicht komt uit de Arbo-regelgeving en is gebaseerd op de praktijkrichtlijn van 13 maart 2002, "Beschrijving doeltreffende maatregelen bij blootstelling aan rook en/of gassen afkomstig van lassen en/of aanverwante processen." Deze praktijkrichtlijn is geënt op de beleidsregel 4.9-2 die zijn grondslag vindt in het arbeidsomstandighedenbesluit.

In het overzicht worden de volgende afkortingen gebruikt:  
 BA = bronafzuiging  
 RV = ruimteventilatie  
 LV = lokale ventilatie

<b>Klasse</b>	<b>I en II</b>	
Lasproces en materialen	TIG Plasma Druk Autogeen Onder poeder	Alle materialen m.u.v. geverfde materialen
Ventilatie / afzuiging	-	
Milieu-eis	RV: geen filtratie nodig BA: geen filtratie nodig	

<b>Klasse</b>	<b>III</b>	
Lasproces en materialen	Beklede elektrode	Alle materialen m.u.v. RVS, Be- en V-legeringen en m.u.v. geverfde materialen
	MAG gevulde draad	Alle materialen m.u.v. RVS, met gelegerde electrode of met gevulde gelegerde draad en m.u.v. geverfde materialen
	MIG/MAG massieve draad	Alle materialen m.u.v. Cu-, Be- en V-legeringen en m.u.v. geverfde materialen

Ventilatie / afzuiging	Toepassen van bronafzuiging is verplicht, tenzij dit redelijkerwijs niet mogelijk is, zie voorbeelden pagina 24.
Milieu-eis	RV: geen filtratie nodig BA, nieuwe situaties: filtratie is verplicht bij een verbruik van meer dan 6500 kg lastoevoegmateriaal per jaar*. BA, bestaande situaties: Bij een verbruik van meer dan 6500 kg lastoevoegmateriaal per jaar is filtratie verplicht tenzij de emissie-eisen uit de NER niet worden overschreden **. Bij een verbruik van minder dan 6500 kg lastoevoegmateriaal is nabehandeling niet nodig.

\* Bij nieuwe situaties (als er een nieuwe installatie wordt aangelegd of de bestaande installatie wordt vervangen) geldt dat er altijd nabehandeling van lasrookemissies moet plaatsvinden, tenzij de emissie-eisen uit de NER niet worden overschreden en uit het oogpunt van kosteneffectiviteit (op het niveau van het individuele bedrijf) in redelijkheid geen nabehandeling kan worden gevergd. Deze uitzondering zal zich met name kunnen voordoen in situaties waar alleen met massieve draad en/of gevulde draad met gasbescherming wordt gelast of waar zodanige brongerichte maatregelen als genoemd in maatregel LA.03 zijn getroffen of alsnog worden getroffen.

\*\* Bij een lager verbruik dan 6500 kg lastoevoegmateriaal is geen nabehandeling van de lasrook noodzakelijk. Wel is het nuttig om na te gaan of bestrijding toch zinvol kan zijn, als gereinigde lucht teruggeblazen kan worden in de ruimte waardoor energie en dus kosten bespaard kunnen worden. Ook is het aan te bevelen om bij de aanleg van een lasafzuiginstallatie rekening te houden met een eventueel later aan te brengen filterinstallatie en eventueel voor een zwaardere ventilator te kiezen.

Klasse	IV	
Lasproces en materialen	TIG Plasma Druk Autogeen Onder poeder	geverfde materialen (behalve loodmenie)
	Beklede elektrode MAG gevulde draad MIG/MAG massieve draad	geverfde materialen (behalve loodmenie)
Ventilatie / afzuiging	Toepassen van bronafzuiging is verplicht, tenzij dit redelijkerwijs niet mogelijk is, zie voorbeelden pagina 24.	
Milieu-eis	RV: geen filtratie nodig BA: filtratie verplicht	

Klasse	V VI en VII	
Lasproces en materialen (klasse V)	Beklede elektrode	RVS, Be- en V-legeringen*
	MAG gevulde draad	RVS, met gelegerde elektrode of met gevulde gelegerde draad*
	MIG massieve draad	Koperlegeringen
(klasse VI)	MIG massieve draad	Be- en V- legeringen
(klasse VII)	Ongelegerd en gelegerd staal	Gevulde draad zonder barium
	Ongelegerd en gelegerd staal	Gevulde draad met barium
	Alle processen	Geverfd staal met loodmenie
Ventilatie / afzuiging	Toepassen van bronafzuiging is verplicht, tenzij dit redelijkerwijs niet mogelijk is, zie voorbeelden pagina 24.	
Milieu-eis	RV: filtratie verplicht* BA: filtratie verplicht*	

\* Bij de klassen V, VI en VII moet het volgende onderscheid gemaakt worden: **Lassen van roestvast staal als hoofdactiviteit (Klasse V, VI en VII).** Bij dit type bedrijven moet in principe bronafzuiging toegepast worden tenzij dit redelijkerwijs niet mogelijk is. In de praktijk moet voor wat betreft het lassen met beklede elektroden en MAG lassen met gevulde draad conform de



Praktijkrichtlijn gelast worden in afgescheiden ruimten die een onderdruk hebben ten opzichte van de omringende ruimten. Bovendien moet bronafzuiging worden toegepast. In deze situaties geldt het volgende:

- in nieuwe situaties worden direct filters toegepast;
- in bestaande situaties is voor 1 januari 2011 filtratie verplicht voor bedrijven met bronafzuiging tenzij zij kunnen aantonen dat zij op een andere wijze een vergelijkbaar resultaat kunnen behalen.

#### **Lassen van roestvast staal als incidentele activiteit (Klasse V, VI en VII)**

Uit de onderverdeling van lasprocessen blijkt dat meer dan 80% van de laswerkzaamheden plaatsvindt aan ongeleerd staal. In de praktijk wordt door een aantal van deze bedrijven incidenteel gelast aan roestvast staal. Het verplicht aanbrengen van een filter is voor dit soort activiteiten een veel te zware belasting gezien de omvang van de emissies in relatie tot de grensmassastroom van de minimalisatieverplichte stoffen (MVP-stoffen). Daarom wordt het volgende vastgesteld:

- bedrijven moeten kunnen aantonen wat voor materiaal wordt gebruikt en hoe de hoeveelheid lastoevoegmateriaal tot stand komt;
- bij gebruik van minder dan 200 kg lastoevoegmateriaal voor RVS lassen met beklede elektroden en of MAG gevulde draad is filtratie niet verplicht.

C.3.1

#### Achtergrond- Informatie

##### Recirculatie

In de meeste gevallen is het uit het oogpunt van energiebesparing aan te raden om recirculatie toe te passen. Met name in situaties waarbij het gaat om grote hoeveelheden en grote hallen is energiebesparing relevant. Wel moet daarbij worden nagegaan of het vanuit de Arbo-wetgeving in de specifieke situatie is toegestaan om recirculatie toe te passen. Indien gerecirculeerd wordt is het verplicht om de lasrook na te behandelen met een filter, ook wanneer gebruik wordt gemaakt van ongeleerd staal.

Recirculatie, oftewel terugvoeren van gereinigde lucht is in verband met artikel 4.18 Arbo-regeling slechts onder stringente voorwaarden toegestaan. Dit artikel is van toepassing op kankerverwekkende, mutagene en sensibiliserende stoffen. Het risico op het vrijkomen van deze stoffen doet zich bij een aantal klassen bij het elektrode RVS-lassen voor. Bij het vrijkomen van deze stoffen is het slechts toegestaan lucht te recirculeren als (voor de Arbeidsinspectie) aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- 1 Het is verboden deze stoffen opnieuw in circulatie te brengen op een arbeidsplaats waar deze stoffen niet aanwezig zijn (recirculatie van werkplaatslucht naar kantoor is bijvoorbeeld niet toegestaan);
- 2 Ruimteventilatielucht mag worden gerecirculeerd, mits aangetoond wordt dat de teruggevoerde lucht maximaal één tiende van de voor de stof vastgestelde grenswaarde (meestal MAC-waarde) betreft;
- 3 Bij toepassing van bronafzuiging mag slechts worden gerecirculeerd als direct afvoeren van de ventilatielucht naar buiten toe in de praktijk niet mogelijk is (al dan niet via een 'milieu-filter');
- 4 Bij het recirculeren dient 30 % verse lucht bijgemengd te worden.

Tip: leg bij aanschaf van nieuwe afzuigapparatuur deze bewijslast van één tiende van de grenswaarde (berekeningen en metingen) bij de leverancier.

Het tweede tot en met het vierde punt gelden niet alleen voor kankerverwekkende, mutagene en sensibiliserende stoffen, maar voor alle stoffen conform de bepalingen in de Arbo-regeling.

Indien recirculatie wordt toegepast dan zal de lucht die naar buiten wordt geëmitteerd maximaal de concentratie aan lasrook bevatten die volgens de MAC-waarde in de werkplaats is toegestaan. Verdere nabehandeling van de emissie is dan niet nodig.

Voorbeelden van situaties waar BRONafzuiging redelijkerwijs niet mogelijk is.

In een aantal situaties is bronafzuiging redelijkerwijs niet mogelijk. Voorbeelden hiervan zijn:

- Lassen aan grote en/of lange constructies

- Lassen waarbij de bronafzuigingsapparatuur meer dan 10 keer per uur verplaatst moet worden

Het berekenen van lasrookemissies

De emissies van lasrook verschillen zeer sterk zowel wat de hoeveelheid in grammen per uur betreft als qua samenstelling. Parameters zijn:

- het lasproces;
- de stroomsterkte;
- de diameter van de laselektrode;
- het te lassen materiaal;
- het soort toevoegmateriaal (bijvoorbeeld elektrode of draad);
- het soort beschermgas;
- de lasser;
- de gebruikte apparatuur;
- de inschakelduur.

Lasrookemissies worden uitgerekend aan de hand van emissiefactoren (gram lasrook per kg laselektrode) of uitgedrukt in grammen per uur (mg/seconde). Deze laatste waarden worden aangeduid als FER (Fume Emission Rate). Een hoge emissiefactor hoeft niet te betekenen dat er een hoge FER is. Bepalend is de lassnelheid of neersmelt (kg lastoevoegmateriaal per uur). Een lasproces met een hoge emissiefactor maar een lage neersmelt kan toch een beperkte emissie per uur hebben en omgekeerd. De FER is dan ook een betere maat om lasrookemissies in kwalitatieve zin met elkaar te vergelijken, dan emissiefactoren.

Emissiefactoren kunnen, gebaseerd op de eigen situatie en rekening houdend met de toegepaste draaddiameter, stroomsterkte, de eigen lastijd (inschakelduur) en de neersmelt per dag, wel gebruikt worden bij de berekening van de lasrookemissie. De benodigde gegevens zijn te verkrijgen bij de leverancier van de lastoevoegmaterialen. Het is voor bedrijven die meer dan 6.500 kg elektroden of draadmateriaal per jaar gebruiken en die lasprocessen hebben waar mogelijk filters geplaatst moeten worden, altijd goed die informatie op te vragen.

Door bovengenoemde lasparameters blijken de FER's per geval enorm te variëren en is het daardoor niet zinvol gedetailleerde absolute waarden op te geven. Het zijn altijd ranges waarbij de hoogste en laagste waarde ver uit elkaar kunnen liggen. Desalniettemin zijn er wel enkele kwalitatieve opmerkingen te maken die iets zeggen over de omvang van een lasrookemissie:

- 1 De emissie in g/uur hangt sterk af van de stroomsterkte en diameter van de lasdraad of elektrode. Bij lage stroomsterkte (tot ca. 100 A) is de FER bij vrijwel alle lasprocessen kleiner dan 10 g/uur. Bij hoge stroomsterktes (meer dan 300 A) kan de FER oplopen van 50–200 g/uur. Doorgaans is voor een lasproces met dunnere elektroden een lagere stroomsterkte nodig.
- 2 Een zeer belangrijke factor is het type toevoegmateriaal (elektrode). Een onderlinge vergelijking blijft lastig omdat ook andere parameters een rol spelen. Algemeen kan gesteld worden dat basische elektrodes een hogere FER hebben dan rutiele elektrodes. Bij gevulde draad lassen, speelt de vulling een rol bij de lasrookemissie. Een gasloos gevulde draad heeft bij het lassen een hogere FER dan een gasbeschermd massieve draad.
- 3 Een andere factor is het lasproces zelf, waarbij het verschil veroorzaakt wordt door het gebruik van toevoegmateriaal. In stap 2 is aangegeven dat bij een aantal lasprocessen zoals TIG-lassen en OP-lassen, vrijwel geen stofvormige emissies vrijkomt.

Naast de genoemde zaken spelen nog meer parameters een rol zoals stroomsoort (wissel- of gelijkstroom), de samenstelling van het beschermgas en type stroombron (waarmee de instelling kan variëren tijdens het lasproces). Door een goede optimalisatie van het lasproces kan de lasrookemissie verminderd worden en hoeft daardoor minder snel nageschakelde filterapparatuur gebruikt te worden; zie maatregel LA.06.

### *Het meten van lasrook*

Metingen kunnen worden verricht als berekeningen niet mogelijk zijn of geen eenduidig antwoord geven. Metingen zijn vrij kostbaar en dienen daarom pas als laatste middel te worden ingezet. In bepaalde gevallen kan het goedkoper zijn om direct een maatregel te treffen in plaats van een meting uit te voeren.

**C.3.1**

## Bijlage 2

## Literatuurlijst

De literatuurlijst is op chronologische volgorde (voorkomen van een titel in de tekst). De getallen in de tekst refereren aan de nummers van de bronnen in de literatuurlijst. Bijvoorbeeld [1] verwijst naar de Intentieverklaring uitvoering milieubeleid metaal- en elektrotechnische industrie.

1. *Intentieverklaring uitvoering milieubeleid metaal- en elektrotechnische industrie*. 1995 (FO-Industrie, Den Haag).
2. *Wet milieubeheer (Wm)*. Staatsblad 442, 1979 met alle wijzigingen en aanvullingen Sdu Uitgeverij, Den Haag).
3. *Nederlandse emissierichtlijn lucht (NeR)*. InfoMil, Den Haag.
4. [www.lasrook-online.nl](http://www.lasrook-online.nl).