Dossier Lasrook

Opgesteld door:
Daan Huizer
Jaap Maas
Helger Siegert
Peter Wielaard

4 februari 2009

Acualisatie door:
Daan Huizer
Jaap Maas
Helger Siegert
Peter Wielaard
Remko Houba

Reviewer:
Prof. Dr. H. (Hans) Kromhout, IRAS, Universiteit Utrecht

December 2013

Inhoudsopgave

1. Beschrijving onderwerp 4
1.1 Beschrijving onderwerp 4
1.1.1 Ontstaan van lasrook 4
1.1.2 Risico-componenten in lasrook 6
1.1.3 Overige gevaren bij het lassen 7
1.2 Psychosociale aspecten 8
1.3 Omvang problematiek 8

2. Relevante werksituaties 9
2.1 Relevante branches 9
2.2 Relevante beroepen 10

3. Inventarisatie- en evaluatie 10
3.1 Risico-inventarisatie 10
3.1.1 Grenswaarden 11
3.1.2 Haalbaarheid grenswaarde 12
3.2 Meten 14
3.3 Blootstellingmeting 15
3.3.1 Luchtmetingen 15
3.3.2 Blootstellingschatting 17
3.3.3 Rapportage van blootstellingmeting of – schatting 18
3.3.4 Biologische monitoring 19
3.4 Effectmeting 20

4. Wetgeving 20
4.1 Arbowet 20
4.2 Arbobesluit 20
4.3 Arboregelingen 20
4.4 Overige nationale wetgeving 20
4.5 Europese wetgeving 20

5. Beleid 21
5.1 Arboconvenanten 21
5.2 Cao-afspraken 21
5.3 Brancheafspraken 21
5.4 Standaardisatie en normalisatie 21
5.5 Certificering 21

6. Beheersmaatregelen 21
6.1 Arbeidshygiënische strategie 22
6.1.1 Bronmaatregelen 23
6.1.2 Technische maatregelen 24
6.1.3 Organisatorische maatregelen 28
6.1.4 Persoonlijke beschermingsmiddelen 28
6.2 Psychosociale aspecten van beheersmaatregelen 30
6.3 Implementatie van beheersmaatregelen 30

7. Medisch Onderzoek 31
7.1 Gezondheidseffecten en beroepsziekte 31
7.1.1Gezondheidseffecten 31
7.1.2 Beroepsziekten 33
7.1.3 Kwetsbare groepen 33
7.2 Diagnostiek en behandeling/begeleiding 33
7.2.1Diagnostiek 33

7.2.2 Behandeling en begeleiding 34
7.2.3 Preventief medisch onderzoek inclusief 35

8. Werkgeversverplichtingen 36

9. Werknemersverplichtingen 36

10. Werknemersrechten 37
10.1 Rechten individuele werknemer 37
10.2 Rechten medezeggenschapsorgaan 37

11. Praktijkverhalen 37

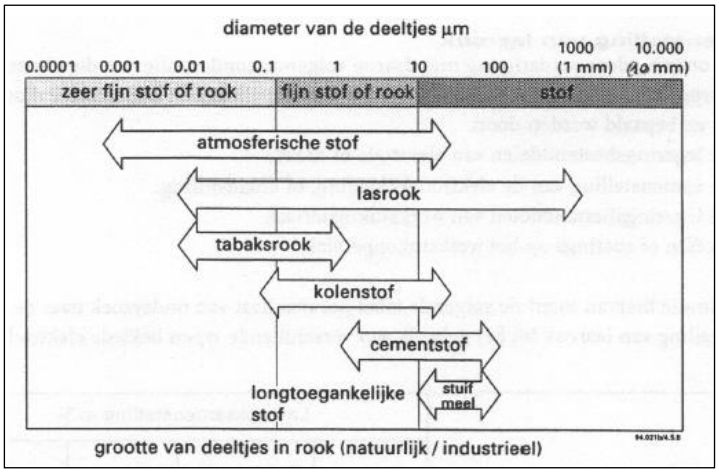
12. Referenties 38

13. Referentie auteurs 42

14. Peer review 42

1. Beschrijving onderwerp
1.1 Beschrijving onderwerp
Bij laswerkzaamheden en aanverwante processen komt lasrook vrij. Werknemers die aan deze rook worden blootgesteld, lopen het risico stoffen in te ademen die onder meer schade aan de luchtwegen en vruchtbaarheidsproblemen kunnen veroorzaken of in sommige gevallen zelfs kanker. Het is dus van belang om de blootstelling aan lasrook en eventuele componenten hierin te minimaliseren.

Lasrook is een verzamelterm voor het mengsel van gassen, dampen en deeltjes dat vrijkomt bij lassen en aanverwante processen. Aanverwante processen kunnen zijn: slijpen, gutsen, schuren, thermisch snijden, etc.
In lasrook komt een grote verscheidenheid aan deeltjes voor met zeer uiteenlopende diameter. Lasrook bevat zodoende zowel inhaleerbaar als respirabel stof. Figuur 1 toont de range van deeltjes in lasrook op basis van diameter. In recente jaren is er veel onderzoek gedaan naar deeltjesgrootte van lasrook, mede in het licht van de discussie over ultrafijn stof en nanodeeltjes. Tijdens het lassen worden veel nanodeeltjes gevormd, maar deze agglomereren snel tot grotere deeltjes. Metingen laten zien dat het grootste deel van lasrook bestaat uit zogenaamde submicrondeeltjes, met een diameter tussen de 100 nanometer en 1 micrometer (Stephenson 2003, Ehlin 2011). Dit zijn deeltjes die tot in de diepste delen van de luchtwegen (de longblaasjes) terecht kunnen komen. Deze deeltjes behoren dus tot de respirabele stoffractie. Aangezien de respirabele stoffractie een onderdeel is van de totale inhaleerbare stoffractie, worden deze deeltjes dus ook mee beoordeeld indien inhaleerbaar stof wordt gemeten (zie ook hoofdstuk 3).



figuur 1 – deeltjesgrootte van lasrook in relatie tot andere stoffen (Pors 2002)

Naast deeltjes komen ook gassen en dampen voor in lasrook. Een deel van deze gassen en dampen is toxisch. Veel voorkomende gassen zijn helium (He), argon (Ar), ozon (O_3), stikstofoxiden (NO, NO_2), koolstofoxiden (CO, CO_2) en in sommige gevallen fosgeen.

1.1.1 Ontstaan van lasrook
Gezien de variatie in toepassingen van gelaste objecten en variatie in te lassen materialen, bestaat een grote diversiteit aan lastechnieken en toevoegmaterialen. Dit heeft mede invloed op de hoeveelheid en de samenstelling van de vrijkomende lasrook.

Lastechnieken
Lasprocessen kunnen worden ingedeeld in drie hoofdgroepen:
1. *smeltlassen:* de verbinding wordt gerealiseerd in vloeibare toestand, meestal zonder druk en met of zonder lastoevoegmateriaal (bijvoorbeeld MIG/MAG-lassen, Booglassen met Beklede Elektroden (BmBE) of Tungsten Inert Gas-lassen (TIG);
2. *warmdruklassen:* de verbinding wordt gerealiseerd in (warme) deegachtige toestand met toepassing van druk en meestal zonder lastoevoegmateriaal (een voorbeeld is weerstandlassen);
3. *kouddruklassen:* de verbinding wordt gerealiseerd in (koude) deegachtige toestand met toepassing van druk en zonder lastoevoegmateriaal (een voorbeeld hiervan is explosielassen).

De hoofdmoot van het laswerk wordt middels smeltlassen uitgevoerd. Bij het smeltlassen wordt het te lassen materiaal en het eventuele lastoevoegmateriaal tot smelten gebracht. Dit gesmolten materiaal moet worden beschermd tegen invloeden van stikstof, waterstof en zuurstof uit de omringende atmosfeer. Vandaar dat deze processen verder worden onderverdeeld naar de wijze van bescherming van het smeltbad.

Een aantal meest gebruikte lastechnieken wordt hieronder kort bessproken. Meer gedetailleerde informatie is te vinden op de website van het Nederlands Instituut voor Lastechniek (NIL):

Booglassen met beklede elektrode
Booglassen met beklede elektrode is een lasprocedé dat behoort tot het elektrisch booglassen. Hierbij wordt een afsmeltende elektrode gebruikt. Er wordt geen toegevoegd beschermgas gebruikt, omdat dat wordt gevormd uit de bekleding van de elektrode. Bij booglassen met beklede elektrode wordt een elektrische boog getrokken tussen het werkstuk en de elektrode. Deze boog zorgt voor de warmte die nodig is om het werkstuk en de elektrode te laten smelten. De elektrode bestaat uit een metalen kerndraad en een bekleding. De kerndraad geleidt de stroom en dient tevens als toevoegmateriaal. Als de boog ontstoken is zullen de kerndraad en de bekleding gaan smelten. Door de stoffen die in de bekleding zijn toegevoegd komen er gassen vrij die helpen de boog in stand te houden en die het vloeibare materiaal beschermen tegen de invloeden van de buitenomgeving. Ook vormt er zich uit de bekleding een slak die over de uiteindelijke las heen zit, en daardoor tijdens het afkoelen ook dient voor bescherming tegen de invloeden van de buitenomgeving.

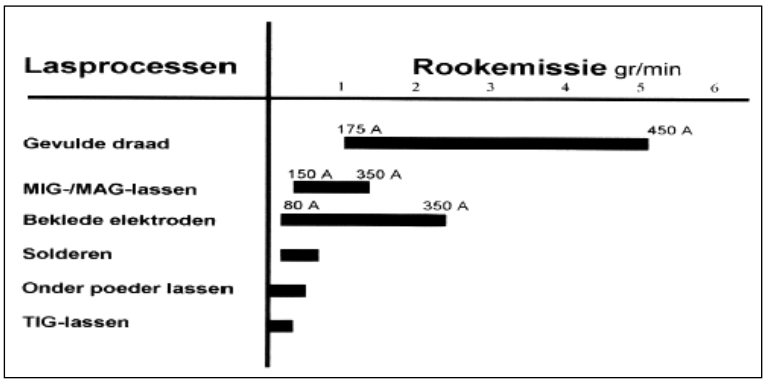
MIG/MAG lassen (Metal Inert Gas & Metal Active Gas)
Bij het MIG/MAG-lassen wordt evenals bij het lassen met beklede elektroden, de warmte die benodigd is om het materiaal te smelten, verkregen uit een boog tussen de draad en het werkstuk. Het uit de draad neergesmolten metaal vormt samen met het meegesmolten werkstukmateriaal de lasverbinding. Het grote verschil is dat de elektrode bij MIG/MAG-lassen bestaat uit een dunne draad, die van een haspel wordt afgewikkeld. Omdat er sprake is van een continue mechanische draadtoevoer wordt het proces ook wel aangeduid als halfautomatisch lassen. Het verschil tussen MIG en MAG lassen zit hem in het gebruik van het beschermgas. Bij MIG lassen wordt gebruik gemaakt van inerte beschermgassen, bijvoorbeeld Argon. Bij gebruik van CO_2 of van argonmengsels met CO_2 of O_2 spreken we over MAG-lassen. Het beschermgas is dan immers actief door zijn oxiderende componenten. Het MIG/MAG lassen verdrong in de loop der jaren merendeels het lassen met beklede elektroden, omdat het door hogere neersmeltsnelheden en betere efficiëntie kostenbesparend werkte.

TIG lassen (Tungsten Inert Gas)
Bij het TIG proces (veel gebruikt voor het lassen van bijvoorbeeld aluminium) wordt de lasboog getrokken tussen een aangepunte wolframelektrode en het werkstuk in een inerte atmosfeer van Argon of Helium of een combinatie hiervan. De geconcentreerde boog, die wordt gevormd aan de stiftvormige elektrode, is ideaal voor nauwkeurig laswerk waaraan hoge kwaliteitseisen worden gesteld. Het TIG lassen wordt in alle sectoren van de industrie toegepast en is in het bijzonder geschikt voor hoogwaardige lasverbindingen.

Autogeen lassen
Bij het autogeen lassen wordt de voor het smelten van het metaal benodigde warmte verkregen uit de verbranding van een brandbaar gas (vaak acetyleen) met zuurstof. De vlam ontstaat na ontsteken van het gasmengsel dat uit het brandermondstuk komt.

Onder poeder lassen
Evenals bij het MIG lassen wordt bij het onder poeder lassen een boog onderhouden tussen een continu aangevoerde blanke draadelektrode en het werkstuk. Om het smeltbad tegen de inwerking van de omringende lucht te beschermen wordt een laspoeder gebruikt. Dit laspoeder produceert de benodigde beschermende gassen alsook een slak. Bovendien kunnen via het poeder legeringselementen aan het lasbad worden toegevoegd. Een extra beschermgas is dus niet nodig bij dit proces. Het onder poeder lassen wordt meestal uitgevoerd als een volledig gemechaniseerd of geautomatiseerd proces.

Onder de meest voorkomende lastechnieken in Nederland zijn gasbooglassen met afsmeltende elektrode (MAG en MIG), dan wel niet-afsmeltende elektrode (TIG). Daarnaast komt 'onder poeder' lassen regelmatig voor. In mindere mate wordt nog met gevulde draad gelast.
Minder frequent voorkomende technieken zijn plasmalassen, weerstandlassen, autogeen lassen, druklassen en laserlassen. Doorgaans komt meer lasrook vrij naarmate de stroomsterkte toeneemt.
Booglassen met beklede elektrode is een techniek die de laatste jaren in populariteit is gedaald in Nederland, maar voor bepaalde toepassingen nog altijd erg geschikt is, bijvoorbeeld indien laswerkzaamheden buiten moeten worden uitgevoerd. Bij het lassen met beklede elektrode komt wel een relatief grote hoeveelheid lasrook vrij (zie figuur 2).



figuur 2 – lasrookemissie bij verschillende lastechnieken (Pors 2002)
De meeste lasprocessen worden hierboven beschreven. Lassen met gevulde draad is feitelijk geen lasproces, maar een mogelijke variant binnen lasprocessen waarbij met lasdraden wordt gewerkt. Voor meer informatie over dit specifieke punt zie het onderdeel 'lastoevoegmaterialen'

Meer informatie:
Een overzicht van alle lasprocessen (zoals onderscheiden volgens NEN-EN-ISO 4063) is opgenomen in de publicatie 'Arbo- en milieuzorg bij het lassen en snijden' (FME 2003)
Zeer uitgebreide technische informatie over lasprocessen is te raadplegen via de website van het Nederlands Instituut voor Lastechniek (NIL)

Lastoevoegmaterialen
De samenstelling van de lasrook wordt voor een groot deel (tot 85-90%) bepaald door de samenstelling van de verbruiksmaterialen (lasdraden en –elektroden), niet door de samenstelling van het materiaal (Richtlijn lasrook). De keuze van deze verbruiksmaterialen is dus van belang voor de samenstelling, maar ook de hoeveelheid lasrook die kan worden gevormd. Lassen met massieve draad geeft bijvoorbeeld tot 55-89% minder blootstelling aan lasrook dan lassen met gevulde draad (Richtlijn lasrook).
Bij onder andere MIG- en MAG-lassen wordt naast de lasdraad tevens de elektrode geconsumeerd tijdens het lassen. Het type elektrode dat wordt gebruikt heeft invloed op de hoeveelheid lasrook die vrijkomt. Bij het lassen van ongelegeerd en laaggelegeerd staal (tot ca. 5% legering) kunnen drie typen elektroden worden gebruikt: cellulose, basisch en rutiel. Het vrijkomen van lasrook neemt af in de genoemde volgorde.

Meer informatie:
De publicatie Lasprocessen en lasrookemissie' van W.Pors (NIL) biedt achtergrondinformatie over lastechnische factoren die een rol spelen bij het vrijkomen van lasrook. Ook in de richtlijn lasrook wordt aandacht besteed aan dit aspect.
'Arbo- en milieuzorg bij het lassen en snijden' (FME 2003)

1.1.2 Risico-componenten in lasrook

Tijdens het lassen komen uit het smeltbad, dat na afkoeling de uiteindelijke las oplevert, deeltjes en gassen vrij. Zoals hiervoor is beschreven wordt de samenstelling van de lasrook vooral bepaald door de keuze en de samenstelling van de verbruiksmaterialen (lasdraden en –elektroden).
Ook kan lasrook delen van metallische of organische oppervlaktebehandelingsmiddelen bevatten, zoals verf, primer, menie, vet en ontvettingsmiddel, die op het verwerkte materiaal aanwezig zijn.

Lasrook wordt als mengsel (ongedefinieerde samenstelling) beschouwd in het kader van een risico-inventarisatie, maar eventuele kritische componenten in dit mengsel kunnen apart worden geïnventariseerd, zie hoofdstuk 3.

Metalen
Het merendeel van de verwerkte materialen betreft ongelegeerd staal. Voor specifiekere toepassingen of kwaliteiten worden legeringen gebruikt. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen laaggelegeerd staal en hooggelegeerd staal. Hooggelegeerde staallegeringen starten vanaf circa 5% andere componenten. Roestvast staal (een van de meest gebruikte legeringen) bevat grofweg tussen de 10% en 30% Chroom. Ook wordt in beperkte mate gelast aan andere metalen zoals koper, aluminium en nikkel.
Met name wanneer aan legeringen wordt gelast, komen verschillende metalen vrij. Dit hangt samen met de lastoevoegmaterialen die worden afgestemd op het te lassen materiaal. Het kan hierbij gaan om, onder andere, Aluminium, Koper, Mangaan, Chroom, Nikkel, Wolfraam, Molybdeen, Beryllium, Vanadium, Lood, Kobalt etc.
Tijdens laswerkzaamheden aan roestvast staal kan het kankerverwekkende zeswaardig Chroom (Chroom-VI) ontstaan. Lees meer over risico's van metalen in hoofdstuk 3 van dit dossier

(Scherm)gassen
In het lasrookmengsel komen ook gassen voor. Deze kunnen zijn toegevoegd tijdens het lasproces als (be)schermgas (argon, helium, stikstofdioxide, koolstofdioxide) of zijn ontstaan tijdens het lasproces (ozon, onder invloed van UV-licht). In hoofdstuk 3 van dit dossier wordt meer aandacht besteed aan de risico's van gassen. Van belang is echter ook dat de hoeveelheid lasrook beïnvloedt kan worden door de keuze van de beschermgas. Binnen het domein van het MAG-lassen, neemt de lasrook emissie bijvoorbeeld toe naarmate hogere concentraties O_2 en CO_2 in het beschermgas zitten. Ook het toevoegen van een zogenaamde 'silica precursor' aan het beschermgas zou de hoeveelheid en schadelijkheid van de lasrook kunnen beïnvloeden, al bevindt zich dat nog in een experimenteel stadium.

Meer informatie:
Over de invloed van verbruiksmaterialen en beschermgassen op de hoeveelheid en samenstelling van de lasrook kan meer worden gevonden in het achtergrond document bij de Richtlijn lasrook.

1.1.3 Overige gevaren bij het lassen

Naast de blootstelling aan lasrook brengt lassen ook een aantal mogelijke risico's met zich mee. Deze worden in dit dossier niet verder behandeld.
Hieronder worden de meest voorkomende gevaren opgesomd met een verwijzing naar mogelijke informatiebronnen:

- Oplosmiddelen
  Verbetercheck Oplosmiddelen
  Kennisdossier vluchtige organische stoffen
- Metaalbewerkingsvloeistoffen
  Handboek 'veilig en gezond werken met metaalbewerkingsvloeistoffen'
- Geluid
  verbetercheck schadelijk geluid` via de website van 5xbeter
  Kennisdossier geluid
- Licht (zichtbaar en onzichtbaar; UV en IR)
- Lasspatten
- Elektromagnetische velden of non-ioniserende straling
  Kennisdossier elektromagnetische straling
- Werken in besloten ruimten
  procedure werken in besloten ruimten
- Fysieke belasting
  verbetercheck fysieke belasting via de website van 5xbeter
  Kennisdossiers op het gebied van fysieke belasting

1.2 Psychosociale aspecten

Naast gezondheidskundige effecten kunnen door of tijdens de blootstelling aan lasrook ook psychosociale effecten optreden. In het dossier “Algemeen Stoffenbeleid” worden deze effecten uitgewerkt Anders dan vallen van hoogte of bij het snijden aan een scherp voorwerp liggen de gevolgen van blootstelling aan lasrook over het algemeen in de toekomst. Medewerkers accepteren veelal de gevaren van mogelijke blootstellingen dan ook vaak als een onvermijdelijk onderdeel van het werk zelf. De wijze waarop medewerkers de risico’s bij de blootstelling aan lasrook zien (risicoperceptie) is essentieel voor het gedrag van medewerkers. En krachtige interventie om deze perceptie te beïnvloeden is gebruik te maken van de zogenaamde PIMEX-methodiek. Bij deze methode worden blootstellingen real-time zichtbaar gemaakt en gekoppeld aan handelingen en gedrag. In paragraaf 1.2 van het dossier “Algemeen Stoffenbeleid” wordt een aanzet gegeven voor de beschrijving van het fenomeen risicoperceptie. Bij de beschrijving van maatregelen in hoofdstuk 6 wordt dit verder uitgewerkt.
De algemene tekst is te raadplegen in het dossier “Algemeen Stoffenbeleid”.

Gezondheidsklachten en verzuim

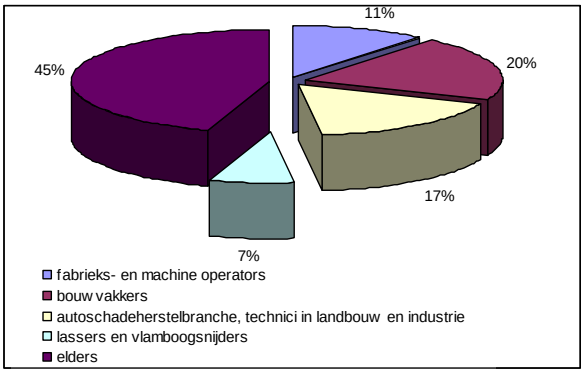
Uit onderzoek (Geurts et al, 1991) is bekend dat individuele werknemers gezondheidsklachten eerder aan het werk toeschrijven als deze ook bij andere werknemers aanwezig zijn. Vooral bij de combinatie van het zelf ervaren van klachten, bijvoorbeeld als gevolg van blootstelling aan lasrook, én het waarnemen van klachten bij anderen gaat dit gepaard met attributie van klachten aan het werk. Attributie van klachten aan het werk levert een significante bijdrage aan de verzuimtendentie van werknemers.

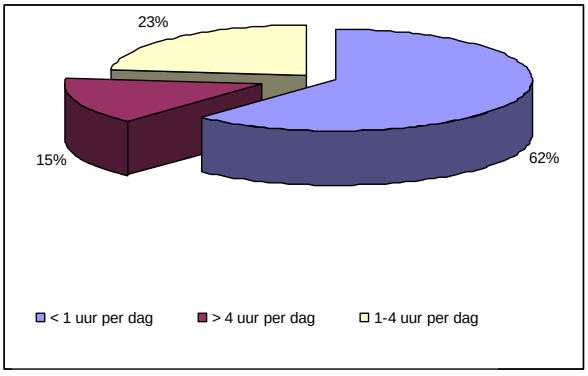
1.3 Omvang problematiek

Populatie

De Arbeidsinspectie rapporteert dat in 2006 in 4% van de Nederlandse bedrijven lasrook een arbeidsrisico vormt. Ongeveer 1% van gehele Nederlandse arbeidspopulatie staat volgens de inspectie bloot aan lasrook. Het is belangrijk om onderscheid te maken tussen full-time lassers, werknemers die als onderdeel van hun taak periodiek laswerkzaamheden verrichten en werknemers die niet zelf lassen, maar die indirect blootgesteld kunnen zijn aan lasrook.
Volgens de brancheverenigingen en de bonden in de metaal- en metalektrobranche zijn in circa 30.000 bedrijven tussen de 60.000 en 80.000 lassers werkzaam (FME 2004). Deze groep wordt met grote regelmaat blootgesteld aan lasrook. Buiten deze groep worden door een groot aantal mensen met enige regelmaat lastaken verricht als onderdeel van hun werkzaamheden. Volgens de overheidsinformatie op het arboportaal worden in Nederland naar schatting 400.000 mensen dagelijks blootgesteld aan lasrook.

In een internationale studie naar de respiratoire gezondheid van de totale werkende populatie in 10 Europese landen is gekeken naar het voorkomen van laswerkzaamheden binnen andere beroepsgroepen. Hierbij kwam naar voren dat lassers nog geen 7% van totale groep aan lasrook blootgestelde individuen uitmaakten. Vooral werknemers in de bouw, de autoschadeherstelbranche en in technische functies binnen industrie en landbouw bleken met regelmaat laswerkzaamheden te verrichten ondanks het feit dat zij geen lasser van beroep waren. Echter het aantal uren per werkdag dat laswerkzaamheden worden uitgevoerd is in de groep lassers wel het hoogst.





figuur 3 (bron: (Lillienberg et al. 2008)) *figuur 4 bron: (Lillienberg et al. 2008))*

Meer informatie:
Arbomonitor 2006
Een onderzoek naar de naleving van arbo-verplichtingen, blootstelling aan arbeidsrisico's en genomen maatregelen in 2006 – Arbeidsinspectie.

Beroepsziekten
Ten gevolge van de blootstelling aan lasrook komen voornamelijk long- en luchtwegaandoeningen voor bij lasser en slijpers. Blootstelling aan lasrook wordt in verband gebracht met een acute afname van de longfunctie (Fishwick 2004). Ook is blootstelling aan lasrook sterk geassocieerd met metaaldampkoorts, een acute koortsachtige reactie op blootstelling aan voornamelijk metaaloxides (El-Zein et al. 2003). Naast deze en andere acute gezondheidseffecten worden ook langetermijneffecten geassocieerd met blootstelling aan lasrook. Meer informatie kan worden gevonden in paragraaf 7.1.1 van dit kennisdossier.
Het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten toont beroepsziekten die vanuit de praktijk worden gemeld:

Tabel 1– gemelde beroepsziekten uit de metaal en metalektro

Long- en luchtwegaandoeningen		
Beroepsziekte	**Oorzaak**	**Risicoberoepen**
Beroepsastma	Metalen (aluminiumfluoride, kobalt, vanadium, chroom, nikkel)	Lasser, slijper
Metaaldampkoorts (lasrook)	Inademing metaaloxiden, gegalvaniseerd staal *(lasrook)*	Productiepersoneel, lasser
Siderose	Inademing metaaloxiden	Lasser (kan vooral relevant zijn bij lassen in besloten ruimten)

Bron: Nederlands Centrum voor Beroepsziekten

De gezondheidsraad concludeert in haar rapportage uit 1998 dat de blootstelling aan hexavalent (ofwel: zeswaardig) chroom kan leiden tot longkanker (Gezondheidsraad 1998).

Meer informatie:
De publicatie 'A population-based study on welding exposures at work and respiratory symptoms' (Lillienberg et al. 2008) gaat dieper in op de relatie tussen het voorkomen van respiratoire gezondheidseffecten in de algemene werkende bevolking en blootstelling aan lasrook. Ook de website van de ECRHS studie geeft hierover achtergrondinformatie.
De website van het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten geeft per sector en beroepsgroep informatie over de voorkomende beroepsziekten. Ook het aantal meldingen van beroepsziekten in de afgelopen jaren wordt weergegeven.
Ook zijn er enkele meer wetenschappelijk georiënteerde artikelen beschikbaar, hoewel heel recent geen nieuwe overzichtsartikelen op dit gebied zijn verschenen (Liss 1996, Antonini 2003).

In paragraaf 7.1.1 van dit dossier worden de medische gevolgen van blootstelling aan lasrook, respectievelijk de grenswaarden van lasrook en metalen, verder toegelicht.

2. Relevante werksituaties

2.1 Relevante branches

Er wordt onderscheid gemaakt tussen 'klein metaal' en 'groot metaal'. Zij worden vertegenwoordigd door ondernemersorganisaties Metaalunie en FME-CWM.

De Koninklijke Metaalunie is de ondernemersorganisatie voor het MKB in de metaal. Ze heeft meer dan 13.000 leden die werkgelegenheid bieden aan circa 150.000 personen. Metaalunie richt zich op bedrijven tot ongeveer 100 werknemers in uiteenlopende branches en sectoren zoals: machine- en

apparatenbouw, metaalwaren, meet- en regeltechniek, elektronica, engineering, las- en constructiewerk, gereedschappen, gietwerk, jachtbouw, verspaning, plaatbewerking, landbouwmechanisatie, revisie en onderhoud, alsmede handel en service. (Bron, website Metaalunie)

De Vereniging FME-CWM is de ondernemersorganisatie voor de technologisch-industriële sector. Bij FME zijn ongeveer 2.750 lidondernemingen (metaal, kunststof, elektronica en elektrotechniek) aangesloten. Het zijn doorgaans grotere ondernemingen met gezamenlijk zo'n 260.000 medewerkers. Bij FME zijn 150 brancheorganisaties aangesloten.
De bedrijvigheid in de sector betreft engineering, productie, handel, industrieel onderhoud en industriële automatisering. (Bron, website FME-CWM)

De websites van Metaalunie en FME-CWM tonen een overzicht van alle aangesloten branches. Blootstelling aan lasrook vindt niet alleen in de metaalsectoren plaats, maar ook hierbuiten. Hierbij kan worden gedacht aan de bouw, landbouw, autoschadeherstelbranche, industrie en technische diensten van een verscheidenheid aan bedrijven. Met name bij onderhoud en herstelwerkzaamheden wordt met regelmaat gelast.

2.2 Relevante beroepen

De verscheidenheid aan branches waar laswerkzaamheden voorkomen, brengt een nog grotere verscheidenheid aan beroepen met zich mee waar lastaken met regelmaat worden uitgevoerd. Volgens een recent onderzoek naar de respiratoire gezondheid van de totale werkende populatie in 10 Europese landen zijn 102 ISCO codes (International Standard Classification of Occupations) gerelateerd aan lassen (Lillienberg et al. 2008). Dit houdt in dat er meer dan 100 beroepen bekend zijn waarbij met regelmaat blootstelling aan lasrook kan optreden.

Meer informatie
International Standard Classification of Occupations lijst te raadplegen via de website van de International Labour Organisation (ILO).

3. Inventarisatie- en evaluatie

De afgelopen jaren zijn binnen de metaalsector veel initiatieven ontplooid om de blootstelling aan lasrook onder de aandacht te brengen bij werkgevers en werknemers en om de blootstelling te reduceren.
Voor de arbo-professional die zich meer wil verdiepen in de lastechniek en het vrijkomen van lasrook kunnen de volgende informatiebronnen meer inzicht verschaffen:

- De website van het NIL (Nederlands Instituut voor Lastechniek). Met name de informatiebladen 'Laskennis opgefrist'.
- W. Pors, 'Lasprocessen en lasrookemissie' NIL, 2002.
- De evidence-based richtlijn lasrook, met name het achtergrond document bij deze richtlijn.

3.1 Risico-inventarisatie

Om aan de wettelijke risico-inventarisatie en -evaluatie (RIE) verplichting te voldoen is door de sociale partners in de metaal de RIE Metaalbewerking opgesteld.
Het onderdeel lasrook kan worden geïnventariseerd gebruikmakend van de Verbetercheck Lasrook (zie hieronder). De verbetercheck lasrook is verdere uitwerking van de vroegere Praktijkrichtlijn Lasrook.
Ook de Lasrook Assistent is een instrument dat gebruikt kan worden ter ondersteuning van de RIE. Dit instrument wordt verder behandeld in paragraaf 3.3.2 van dit dossier.
Men moet zich realiseren dat zowel de Verbetercheck Lasrook als de Lasrook Assistent een schatting maken van de blootstelling aan lasrook op grond van onderliggende modellen. De blootstelling aan lasrook wordt dus niet daadwerkelijk gemeten. Bij elk van deze instrumenten is het van belang goed te kijken in welke situaties deze gebruikt kan en mag worden. In het achtergrond document bij de Richtlijn lasrook wordt het domein en reikweidte van elk meet- en schattingsinstrument nader beoordeeld en beschreven.

Verbetercheck Lasrook
Aan de hand van door de gebruiker ingegeven informatie over lastechniek en verwerkt materiaal adviseert de verbetercheck lasrook een zeker beheersregime. De feitelijke risico-inventarisatie wordt dus achter de schermen uitgevoerd. Nadeel daarvan is dat niet helemaal transparant is hoe de risico-inventarisatie precies wordt uitgevoerd.
De verbetercheck houdt rekening met zowel de wettelijke grenswaarde voor lasrook (vanaf 1 april 2010 bedraagt deze 1 mg/m^3) als met eventuele strengere grenswaarden voor componenten in lasrook.
De Verbetercheck Lasrook is vrij toegankelijk via de website van het 5x beter project. De verbetercheck lasrook is opgenomen in het Verbeterboek Metaal, de arbocatalogus voor de metaal, en is goedgekeurd door de Arbeidsinspectie.

Uitzonderingen en beperkingen
- De verbetercheck lasrook kan niet in alle situaties worden gebruikt voor de scheepsbouw. In de scheepsbouw worden soms zeer hoge inschakelduren gebruikt. De verbetercheck lasrook is alleen toepasbaar voor werkzaamheden met een inschakelduur van maximaal 35%.
- Niet in alle situaties kan de verbetercheck lasrook worden gebruikt. Lees de uitzonderingen op de website van het 5x beter project.

3.1.1 Grenswaarden
De samenstelling van lasrook is zeer divers en sterk variabel. Het gaat om een mix van deeltjes, dampen en gassen van verschillende oorsprong. Dit is onder andere afhankelijk van gebruikte (toevoeg)materialen en lastechnieken. Hoofdstuk 1 van dit dossier biedt hierover aanvullende informatie.

Om rekening te houden met de variatie in fysisch-chemische eigenschappen van componenten in lasrook en specifieke toxiciteit van sommige componenten wordt een algemene grenswaarde voor lasrook gehanteerd en bestaat een aantal stofspecifieke grenswaarden. Afhankelijk van de componenten die kunnen voorkomen in lasrook per situatie wordt bepaald of de grenswaarde voor lasrook of een stofspecifieke grenswaarde wordt gehanteerd.

Grenswaarde lasrook
In Nederland wordt onderscheid gemaakt tussen publieke en private grenswaarden. Voor meer informatie hierover wordt verwezen naar het Kennisdossier algemeen stoffenbeleid.
Vanaf 1 april 2010 geldt voor lasrook een publieke grenswaarde van 1 mg/m^3 (8-u TGG). Er bestaat geen grenswaarde voor kortdurende blootstelling.
De Databank Grenswaarden Stoffen op de Werkplek (GSW) van de SER geeft actuele informatie over grenswaarden, aangevuld met het historisch verloop en eventuele wetenschappelijke onderbouwing.

Tabel 2– grenswaarden componenten in lasrook

Naam	Wettelijk grenswaarde (mg/m^3)		Voorkomen	
	8-u TGG	15-min TGG	gas	deeltjes
Lasrook	1	-	x	x
Aluminium (oplosbaar)	2 (vervallen per 1-1-2007)	-		x
Beryllium metallisch	Geen Nederlandse grenswaarde	-		x
Chroom metallisch	0,5	-		x
Chroom-III (oplosbaar)	0,06	-		x
Chroom-III (onoplosbaar)	0,5	1		x
Chroom-III (chromaat)	0,01	-		
Chroom-VI	0,025	0,05		x
Kobalt	0,02	-		x
Koper	0,1	-		x
Lood	0,1	-		x
Mangaan metallisch	1 (vervallen per 1-1-2007)	-		x
Molybdeen (onoplosbaar)	10 (vervallen per 1-1-2007)	-		x
Nikkel metallisch	0,005	-		x
Vanadium metalllisch	0,01 (vervallen per 1-1-2007)	-		x
Wolfram	Geen Nederlandse grenswaarde			x
Argon	Geen Nederlandse grenswaarde	-	x	
Fosgeen	0,08	0,4	x	
Helium	Geen Nederlandse grenswaarde	-	x	
Koolstofdioxide	9000	-	x	
Stikstofdioxide	0,4	1	x	

Bron: Databank GSW*,* (versie november 2013)

Chroom
Chroom-VI ofwel hexavalent chroom is als kankerverwekkend geclassificeerd door de Gezondheidsraad. In eerste instantie werd onderscheid gemaakt tussen oplosbaar en onoplosbaar chroom, waarbij onoplosbare verbindingen schadelijker worden geacht dan oplosbare verbindingen. Sinds het Gezondheidsraad rapport uit 1998 wordt geen onderscheid meer gemaakt tussen de oplosbaarheid en schadelijkheid voor de gezondheid (Gezondheidsraad 1998).

3.1.2 Haalbaarheid grenswaarde

Bij het opstellen van grenswaarden voor lasrook of componenten hiervan is rekening gehouden met acute, dan wel chronische kritische gezondheidseffecten. Voor stoffen met een acuut gezondheidseffect is, naast de 8-uurs grenswaarde, vaak een 15-minuten grenswaarde beschikbaar. Voor stoffen met langetermijneffecten is niet alleen van belang of de 8-uurs grenswaarde wordt overschreden, maar ook hoe regelmatig dit gebeurt. Een incidentele slechte dag (met blootstelling boven de 8-uurs grenswaarde) heeft op de lange termijn minder impact dan blootstelling op of rondom de grenswaarde gedurende een langere periode.
Bij toetsing aan grenswaarden is het van belang na te denken over het toetsingskader. Maak bijvoorbeeld onderscheid tussen de kans op normoverschrijding (overschrijdingskans, ook wel exceedence) en lange termijn gemiddelde blootstelling boven de norm (ook wel overexposure). Het is van groot belang dat voorafgaand aan de normtoetsing een gefundeerde meetopzet wordt gekozen, die goed bij de vraagstelling past.
Hoofdstuk 5 van het ‘Handboek Arbeid en Gezondheid (versie 2013) geeft ruime achtergronden en bovendien diverse praktische voorbeelden (Houba 2013).

Haalbaarheid grenswaarde lasrook in de praktijk
In de dagelijkse praktijk blijkt het niet altijd eenvoudig te zijn om te voldoen aan de norm voor lasrook. Het onderzoek ‘Haalbaarheid van een verlaagde grenswaarde voor lasrook’ (uit 1999) concludeert dat

ten tijde van het onderzoek slechts 2 van de 11 onderzochte bedrijven volledig aan de toenmalige norm voor lasrook (5 mg/m3) voldeden (Knoll 1999).
Een overzicht van relevante uitkomsten van het onderzoek:

- Alle onderzochte bedrijven zijn voorloper op het gebied van beheersing van de blootstelling aan lasrook
- Beheersmaatregelen worden gebruikt, maar niet in alle gevallen en vaak verkeerd
- lastoortsafzuiging, verbeterde lashelmen en automatisch meebewegende afzuigarmen zijn rekening houdend met toekomstige ontwikkelingen de meest kansrijke beheersmaatregelen.
- Grote verbeterpunten zijn instructie en handhaving op gebruik.
- Bij verbetering van de situatie moet met dezelfde beheersmaatregelen (anno 1999) een grenswaarde van 3,5 mg/m^3 haalbaar zijn

Sinds de verdere verlaging van de grenswaarde naar 1,0 mg/m^3 die op 1 april 2010 is ingegaan, worden nog hogere eisen gesteld aan beheersmaatregelen om de blootstelling verder te reduceren. Daarentegen zijn sinds het haalbaarheidsonderzoek (1999) bestaande beheersmaatregelen verder ontwikkeld en zijn mogelijk nieuwe maatregelen beschikbaar gekomen. In hoofdstuk 6 van dit dossier wordt een groot aantal van deze maatregelen toegelicht.

Resumerend de huidige grenswaarde voor lasrook voor een groot aantal bedrijven nog veel inspanning gaan kosten. Veel winst valt te behalen op zowel investeringen in stand der techniek beheersmaatregelen, maar ook zeker op het gebied van voorlichting en handhaving.

Meer informatie
Knoll, B. 1999. Haalbaarheid van een verlaagde grenswaarde voor lasrook. TNO Bouw (niet elektronisch beschikbaar)

Overzicht blootstellingniveaus enkele recente onderzoeken
De resultaten van een aantal uitgevoerde onderzoeken naar de blootstelling aan lasrook worden weergegeven in tabel 3. Dit overzicht is beperkt, maar geeft een indicatie van de hoogte van de blootstelling in praktijksituaties.

Tabel 3– Overzicht van gemeten blootstelling aan lasrook en metalen

Naam	Omschrijving	Aantal N / n/ k	Gemeten blootstelling range in mg/m^3 (AM/GM)	Wettelijke grens-waarde, 8u-TGG (mg/m3)	Bron	Opmerkelijk
Lasrook	Voorlopers qua beheersmaatregelen	200 / 100 / 11	0,2 - 14,6 *(AM 2,0)*	1	(Knoll 1999)	
	Steekproef metaal en metalektro	53 / 53 / 13	- *(GM 0,2 – 3,7)*		(Scheepers 2004)	respirabel stof
	Transportmiddelen productie	77 / 44 / 1	0,5 - 6,1 *(GM 1,9)*		(Veldhof 2002)	
	Steekproef RVS lassers	43 / ? / 8	0,1 - 14,2 *(AM 2,9)*		(Wouters 2005)	
Aluminium	Transportmiddelen productie	8 / 44 / 1	<LOD - 0,003	vervallen	(Veldhof 2002)	
Totaal chroom	Steekproef metaal en metalektro	53 / 53 / 13	0,0008 - 0,059	vervallen	(Scheepers 2004)	respirabel stof
	Transportmiddelen productie	8 / 44 / 1	<LOD - 0,006		(Veldhof 2002)	
	Steekproef RVS lassers	38 / ? / 8	0,001 - 0,4 *(AM 0,088)*		(Wouters 2005)	
Chroom-VI	Steekproef metaal en metalektro	53 / 53 / 13	<LOD - 0,002	0,025	(Scheepers 2004)	respirabel stof
	Steekproef RVS lassers	47 / ? / 8	<LOD - 0,017 *(AM 0,004)*		(Wouters 2005)	
Koper	Transportmiddelen productie	8 / 44 / 1	0,01 - 0,056	0,1	(Veldhof 2002)	
Mangaan	Transportmiddelen productie	8 / 44 / 1	0,1 - 0,8	vervallen	(Veldhof 2002)	
	Steekproef RVS lassers	38 / ? / 8	0,0003 - 0,32 *(AM 0,082)*		(Wouters 2005)	
Nikkel	Steekproef RVS lassers	38 / ? / 8	0,0001 - 0,38 *(AM 0,1)*	0,005	(Wouters 2005)	
Slijpstof	Steekproef RVS lassers	5 / ? / ?	0,33 – 44 *(AM 20)*	-	(Wouters 2005)	

N / n / K – aantal metingen / werknemers / bedrijven

3.2 Meten

Meten kan gericht zijn op het vaststellen van blootstelling, of het vaststellen van effect van eerdere blootstelling op de gezondheid. In het laatste geval wordt gesproken van effectmetingen, zie paragraaf 3.4.

Bij het vaststellen van blootstelling aan lasrook (of onderdelen hiervan) is het verrichten van luchtmetingen, zie paragraaf 3.3.1, een voor de hand liggende stap. Deze metingen kunnen gericht zijn op:

- Lasrook als mengsel,
- Gassen als onderdeel van lasrook,
- Metalen als onderdeel van lasrook

Het uitvoeren van (persoonlijke adem-)luchtmetingen is het meest gangbaar, maar daarnaast is in sommige gevallen ook het meten van componenten van lasrook in urine of bloed (biologische monitoring), zie paragraaf 3.3.4, mogelijk.

Naast het uitvoeren van metingen kan de blootstelling aan lasrook ook worden geschat door middel van de Lasrook Assistent, zie paragraaf 3.3.2.

Of de blootstelling nu gemeten of geschat wordt, het is altijd van belang om goed te rapporteren welke methode(n) zijn gebruikt (zie paragraaf 3.3.3). Dit helpt bij de interpretatie van het uitgevoerde werk en biedt aanknopingspunten voor beheersmaatregelen en een eventuele herhaling van het blootstellingsonderzoek.

3.3 Blootstellingmeting

3.3.1 Luchtmetingen

Lasrook komt vrij in de vorm van (stof)deeltjes. Bij het meten van stof kunnen bijvoorbeeld verschillende deeltjesfracties worden gemeten. Vanuit arbeidsgezondheidskundige en arbeidshygiënische overwegingen is het noodzakelijk gezondheidskundig relevante stoffracties te maken. Daarbij worden verschillende stoffracties onderscheiden die elk op verschillende locaties in de luchtwegen terechtkomen: de inhaleerbare stoffractie, de respirabele stoffractie en de ultrafijne stoffractie. In het verleden (ongeveer tot en met de jaren 80) werd ook nog de term totaalstof gebruikt. De fractie totaalstof had echter geen gezondheidskundige onderbouwing, kan als verouderde terminologie worden beschouwd en is feite vervangen door de inhaleerbare stoffractie.
Het meten van lasrook als inhaleerbaar stof is algemeen geaccepteerd en ook toegepast in een groot aantal studies Bovendien is het meten van inhaleerbaar stof ook in overeenstemming met de normen die in de praktijk zijn vastgelegd om blootstelling aan lasrook te meten NEN-EN-ISO 10882-1 (NEN 2010), NEN-EN 481 (NEN 1994) & ISO 7708 (ISO 1995). Ook de gezondheidskundige grenswaarde zoals opgesteld door de gezondheidsraad in 1993 gaat uit van deze stoffractie, hoewel in de documenten uit die tijd vaak nog de inmiddels verouderde term ‘totaalstof’ werd gebruikt (Gezondheidsraad 1993). In paragraaf 1.1 van dit kennisdossier staat wat nadere informatie over deeltjesgrootte die relevant zijn bij laswerkzaamheden. Bij het lassen zelf komen vooral kleine (submicron) deeltjes vrij. Desondanks wordt lasrook als inhaleerbaar stof gemeten en zijn ook de normen van lasrook hierop van toepassing.

Verstorende factoren van andere processen
Echter omdat lassen vrijwel altijd in combinatie met andere (metaal)bewerkingsprocessen plaatsvindt, denk aan slijpen, schuren, boren etcetera, komen ook andere inhaleerbare deeltjes vrij. Bij de meetstrategie moet hiermee rekening worden gehouden. Doel van de metingen kan natuurlijk zijn om de stofbelasting van alle bewerkingen te meten en ook te meten tijdens de andere metaalbewerkingsprocessen zoals slijpen. Ben je echter alleen geïnteresseerd in de blootstelling aan lasrook (bijvoorbeeld om te toetsen aan de gezondheidskundige grenswaarde) dan moeten die andere metaalbewerkingsprocessen als een verstorende factor worden beschouwd. Uit onderzoek blijkt dat slijpactiviteiten de lasrook metingen aanzienlijk kunnen verstoren en zorgen voor een signaal in de stofmeting dat groter kan zijn dan het meetsignaal als gevolg van het lassen. In de richtlijn lasrook wordt daarom geadviseerd om gedurende de meting van lasrook slijpactiviteiten niet te laten plaatsvinden, omdat dit de meting van lasrook verstoort.
Gassen die in lasrook voorkomen, worden met deze (gravimetrische) methode dus niet gemeten.

Onderstaande subparagrafen geven handvatten voor het meten van lasrook. Per onderdeel worden gecertificeerde meetmethoden genoemd die van toepassing zijn. Dit is een selectie van de beschikbare internationale CEN, ISO en EN standaarden. Voor de volledigheid is een completer overzicht van deze standaarden opgenomen in de referentielijst, zie Hoofdstuk 12.

Keuze van de meetkop
Voor het meten van inhaleerbaar stof is een aantal verschillende meetkoppen bruikbaar. Het meest gangbaar in Nederland zijn de PAS-6 meetkop en de IOM meetkop. Het voordeel van de PAS-6 meetkop is dat het filter goed afgeschermd is, zodat deze minder snel beschadigd raakt en een er een kleinere kans bestaat dat neerdwarrelende deeltjes bij toeval in de meetkop terecht kunnen komen. Daarnaast is het een relatief kleine meetkop, die makkelijker in de ademzone van de lasser geplaatst kan worden.
De IOM meetkop heeft als voordeel dat de gehele cassette wordt meegewogen bij de (gravimetrische) bepaling van de concentratie, inclusief de deeltjes die zich wel binnen de meetkop bevinden, maar op de binnenkant van de cassette zijn neergeslagen in plaats van op de filter.
Recent is in Zweden een nieuw type meetkop ontwikkeld (Liden 2009). Deze is zeer klein van formaat, wat de plaatsing binnen de lashelm vergemakkelijkt. Vergelijking met andere meetkoppen laat zien dat deze kleine meetkop goed presteert en goed vergelijkbaar is met andere meetkoppen voor inhaleerbaar stof. Inmiddels is deze ook commercieel verkrijgbaar.

Meer informatie:
Bijlage B van het CEN Technical Report ‘Workplace atmospheres – Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions’ geeft een overzicht van bruikbare meetkoppen en literatuurverwijzingen hiernaar (CEN 2005).

Positie van de meetkop
Doorgaans wordt onderscheid gemaakt tussen meten binnen de lashelm of laskap en meten hierbuiten. Het eventuele beschermende effect van de lashelm of laskap, zie hoofdstuk 6, wordt meegenomen wanneer binnen de laskap wordt gemeten en geeft dus een realistischer beeld van de blootstelling. In het kader van normtoetsing is het inmiddels gebruikelijk om binnen de lashelm of laskap te meten. Hanteer in dat geval ook een meetstrategie conform NEN-EN 689:1995 (NEN 1995).
Meten binnen de laskap vergt meer voorbereiding en kan lastiger zijn omdat de meetkop binnen de lashelm of laskap moet worden geplaatst. Het type meetkop dat wordt gekozen is hierdoor ook van invloed op het gemak van het uitvoeren van de meting.
Er bestaan speciale houders om de meetkop in de lashelm zodanig te positioneren dat deze in de ademzone van de werknemer blijft. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen houders die aan de lashelm worden bevestigd en houders die middels een hoofdband van de lasser in de ademzone worden geplaatst. De bijlagen van de ISO TC44:2006 part 1 tonen illustraties van dergelijke houders (ISO 2006). Houd er echter wel rekening mee dat de meetkop door bevestiging aan de lashelm zich alleen in de ademzone bevindt wanneer de lashelm of –kap gebruikt wordt. In de praktijk wordt deze regelmatig ofwel opgeklapt, of wel terzijde gelegd wanneer geen laswerkzaamheden plaatsvinden maar nog wel blootstelling aan lasrook kan optreden.
Bevestiging van de meetkop hoog op het revers van de lasser is een methode die onafhankelijk van het gebruik van een lashelm of –kap kan worden toegepast. Let in dat geval goed op dat de meetkop daadwerkelijk achter de lashelm valt. Ook wanneer er met airstreamhelmen wordt gewerkt is het van groot belang dat de meetkop zich in de ademzone bevindt en niet juist buiten de luchtstroom die over het gelaat wordt geblazen.
De ISO norm beschrijft de ademzone als de zone van maximaal 50 mm links of rechts van de mond van de lasser. De meetkop moet binnen deze zone met de inlaat naar voren worden geplaatst. De praktijk leert dat dit niet eenvoudig is en de haalbaarheid hiervan onder andere afhangt van de gekozen meetkop en bevestigingsmethode.

Onderscheid tussen ademhalingsbescherming en laskappen zonder ademhalingsbescherming
Uit onderzoek blijkt echter dat bij een reguliere laskap (niet zijnde ademhalingsbescherming) het niet veel uitmaakt of je binnen of buiten de kap meet. Indien geen gebruik wordt gemaakt van ademhalingsbescherming, maar uitsluitend van een laskap, dan kan de meting feitelijk dus ook buiten de laskap plaatsvinden (zie voor meer informatie de richtlijn lasrook).

Meer informatie:
CEN Technical Report 'Workplace atmospheres – Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions' geeft een overzicht van bruikbare meetkoppen en literatuurverwijzingen hiernaar.
ISO TC 44/SC 9 N 119 Health and safety in welding and allied processes – sampling of airborne particles and gasses in the operator's breathing zone – part1: Sampling of airborne particles

Meten van blootstelling aan gassen
Indien de blootstelling aan gassen in de lasrook moet worden bepaald, geldt uiteraard niet dezelfde gravimetrische meetmethode als voor deeltjes. Overwegingen om binnen dan wel buiten de lashelm of –kap te meten zijn ook hier van toepassing.
Het tweede deel van de ISO TC 44 norm ('sampling of gasses') geeft meer achtergrondinformatie.

Bepalen van de blootstelling aan metalen
Na het uitvoeren van de luchtmeting in de ademzone van de lasser, kan een metalenanalyse worden uitgevoerd op de verzamelde filters. Het filter wordt hierbij geheel of gedeeltelijk gebruikt. Zorg dus dat de filters zijn gewogen voordat de metaalanalyse wordt uitgevoerd.
Ook kan het zijn dat voor een bepaalde metalenanalyse een specifiek filter voorgeschreven wordt. Check dus altijd van tevoren welk filter het meest geschikt is.

Afhankelijk van de metalen waarop geanalyseerd dient te worden, zijn verschillende analytische methode geschikt. Bijlage D van ISO TC 44 geeft een beknopt overzicht van gangbare analytische technieken behorende bij specifieke metalen (ISO 2006).
Uiteraard is het verstandig om vooraf met het analyselaboratorium contact op te nemen. Vraag hierbij naar de methode die het lab hanteert. Dit geeft een kwaliteitsborging van de analyse. Het Amerikaanse NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) heeft een uitgebreide

bibliotheek met gecertificeerde analytische methoden die vrij toegankelijk is via hun website. Deze methoden bieden eveneens informatie over de wijze waar op de blootstellingsmetingen uitgevoerd dienen te worden. Ook DOHSbase biedt meer informatie over te gebruiken methodieken

Fabrikanten van (lastoevoeg)materialen die bij het lassen worden gebruikt geven soms ook datasheets uit met informatie over de samenstelling van de lasrook die vrijkomt bij het verwerken van het desbetreffende materiaal. Hierin kunnen specifieke metalen worden vermeld. Houd echter in het achterhoofd dat dit standaardwaarden zijn die sterk kunnen afwijken van de werkelijkheid, zeker wanneer combinaties van materialen worden gebruikt of wanneer bijvoorbeeld oppervlaktebehandelingsmiddelen aanwezig zijn. Hanteer dit soort informatie als niet meer dan indicatief.

Meer informatie:
Laboratory evaluation of a protocol for personal sampling of airborne particles in welding and allied processes (Chung et al. 1999).
Performance of laboratories analysing welding fume on filter samples: results from the WASP proficiency testing scheme (Stacey and Butler 2008).

Blootstelling aan (hexavalent) chroom
De Gezondheidsraad heeft hexavalent chroom, ook wel Chroom-VI, geclassificeerd als carcinogeen. Het bepalen van de blootstelling hieraan verdient speciale aandacht.
Wanneer chroomhoudend materiaal wordt verwerkt, bijvoorbeeld als roestvast staal of chroomhoudende toevoegmaterialen, kan chroom in verschillende gedaanten vrijkomen als onderdeel van lasrook:
- Metallisch chroom
- Driewaardig chroom (Cr-III)
- Zeswaardig of hexavalent chroom (Cr-VI)

Hexavalent chroom vervalt tot driewaardig chroom, waardoor het moment waarop de analyse wordt uitgevoerd van belang is. Er bestaat onduidelijkheid over de exacte vervaltijden van hexavalent chroom, maar er is consensus over het feit dat de analyse bij voorkeur kort na het verzamelen van de metingen plaats moet vinden. Een alternatief is om het zeswaardig chroom vlak na de monstername te fixeren.
De filters moeten binnen een uur na beëindiging van de meting uit de meetkop worden gehaald en apart worden opgeslagen. Vervoer de filters zo snel mogelijk naar het laboratorium. Daar kunnen ze onder stabiele klimaatomstandigheden worden bewaard tot het moment van analyse. Dit moet in ieder geval binnen 2 weken na monstername gebeuren.
Raadpleeg voor meer informatie de NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM).
- Nummer 7600 / 7604: Hexavalent chromium
- Nummer 9101: Hexavalent chromium in settled dust samples

Houdt ook rekening met de eventueel geldende voorwaarden die worden gesteld aan de te gebruiken filter.

Meer informatie:
Rapport chromium and its inorganic compounds Health-based recommend occupational exposure limit (revised version) (Gezondheidsraad 1998)

3.3.2 Blootstellingschatting

Naast een kwalitatieve beoordeling van de blootstelling middels de Verbetercheck Lasrook en een kwantitatieve beoordeling door het uitvoeren van metingen kan ook een kwantitatieve schatting van de blootstelling aan lasrook worden gedaan. Hiervoor is de ‘Lasrook Assistent’ een geschikt instrument. In het kader van de richtlijn lasrook zijn de verschillende instrumenten om blootstelling aan lasrook in te schatten nog eens onder de loep genomen. De ‘Lasrook Assistent’ wordt hierbij gezien als een valide en betrouwbare manier om de blootstelling aan lasrook te schatten.

De Lasrook Assistent maakt gebruik van de resultaten en contextuele informatie van ruim 1250 uitgevoerde metingen naar de blootstelling aan lasrook. Op basis van de invoer van technische, situationele en gedragskenmerken genereert de Lasrook Assistent een kwantitatieve schatting voor een specifieke werksituatie met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval. Ook wordt inzicht gegeven op welke wijze de blootstelling aan lasrook verlaagd kan worden door voorgestelde beheersmaatregelen.

Een voordeel van de Lasrook Assistent is dat op een snelle wijze inzicht wordt gegeven in de mate van blootstelling aan lasrook, zonder metingen uit te voeren. Zodoende kan het instrument goed worden gebruikt om bijvoorbeeld werksituaties te prioriteren.

De Lasrook Assistent is kosteloos verkrijgbaar via www.lasrookassistent.nl

Meer informatie
Ontwikkeling van de lasrook assistent - een praktisch instrument voor het voorspellen en beheersen van blootstelling aan lasrook (Huizer 2007)

3.3.3 Rapportage van blootstellingmeting of –schatting

Bij het inventariseren van de blootstelling door middel van het gebruik van de Verbetercheck en/of Lasrook Assistent of het daadwerkelijk meten van blootstelling is het van belang om factoren die invloed hebben op de blootstelling aan lasrook, zogenoemde determinanten van blootstelling, in kaart te brengen. Bij de verslaglegging is het verstandig de waarnemingen te rapporteren.

Determinanten van blootstelling zijn in veel studies (deels) in kaart gebracht. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen technische, situationele en gedragskenmerken. Tabel 5 toont een overzicht van determinanten van blootstelling die worden genoemd in literatuur en/of worden gebruikt in de Verbetercheck Lasrook en/of de Lasrook Assistent.
Bijlage 2 van het rapport 'Haalbaarheid van een verlaagde grenswaarde voor lasrook' bevat een controlelijst voor laswerkplekken. Hierin komt eveneens een groot aantal determinanten van blootstelling aan de orde (Knoll 1999). Deze lijst is van toegevoegde waarde bij het uitvoeren van inventarisaties en observaties van werkplekken, al dan niet voorafgaand of tijdens het uitvoeren van metingen.

Tabel 5– Determinanten van blootstelling aan lasrook

Determinant	**Toelichting**
Technisch	
Lastechniek	MIG, MAG, TIG enz
Bewerkt materiaal	Staal, RVS, Koperlegering enz
Stroomsterkte lasproces	aantal Ampere
Gebruikte hoeveelheid lasdraad	aantal kg /jaar
Situationeel	
Inschakelduur (boogtijd*)	% werkdag of aantal minuten
Ruimtelijke (mechanische) ventilatie	debiet afzuiging in m3/uur
Locale afzuiging	debiet afzuiging in m3/uur
Aanwezigheid van deklaag	deklaag op gelaste materiaal
Locatie werkplek	binnen, buiten, besloten, gecompartimenteerde ruimte
Aanwezigheid lasrobot	laswerkzaamheden uitgevoerd door werknemer of lasrobot?
Gedrag	
Stand van het hoofd	ten opzichte van de (rook)pluim
Verwijderen van deklagen	worden deze verwijderd voor het lassen?
Gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen	al dan niet correct
Gebruik van locale afzuiging	al dan niet correct
Uitvoeren van slijpwerkzaamheden	wordt er geslepen? Veel of weinig?

** boogtijd is de tijdsduur dat de boog is ingeschakeld, dus de werkelijke lastijd*

Houd bij het beoordelen van locale afzuiging en persoonlijke beschermingsmiddelen niet alleen rekening met de aanwezigheid hiervan. In de praktijk zijn deze middelen vaak aanwezig, maar worden ze slechts af en toe of verkeerd gebruikt.
Ook onderhoud en vervanging behoort een aandachtspunt te zijn. Met name filters bieden veel minder bescherming dan opgegeven door de fabrikant wanneer de opgegeven levensduur is verstreken.

In hoofdstuk 6 wordt meer aandacht besteed aan beheersmaatregelen en persoonlijke beschermingsmiddelen.

3.3.4 Biologische monitoring

Een aantal metalen komt in aanmerking om ook in bloed en/of urine bepaald te worden. Als biologische monitoring wordt overwogen, maak dan eerst een overzicht van de metalen die kunnen voorkomen in de lasrook op basis van de gebruikte materialen en procesomstandigheden.
Houd hierbij rekening met de samenstelling van:

- Het te lassen materiaal
- Eventuele deklagen op dit materiaal (bijvoorbeeld coatings)
- Lastoevoegmaterialen en dan met name de laasdraad

In Nederland zijn geen (wettelijke) grenswaarden beschikbaar voor biologische monitoring. Doorgaans wordt verwezen naar Amerikaanse BEI-waarden (Biological Exposure Index) of Duitse BAT-wertes (biologischer Arbeitsplatstoleranzwerten). Het gebruik van deze buitenlandse biologische grenswaarden is legitiem, mits deze corresponderen met luchtgrenswaarden die vergelijkbaar zijn met de Nederlandse grenswaarden of voormalige MAC-waarden.

Tabel 4 toont een overzicht van metalen die mogelijk voorkomen in lasrook en de mogelijkheden deze biologisch te monitoren in bloed en/of urine.

Tabel 4– Mogelijkheden tot biologisch monitoren van metalen in lasrook

Metaal	**Medium**	**Norm**	**Opmerking**	**Bron**	**Oordeel**
Aluminium	urine	-	aspecifiek	1	weinig geschikt
Beryllium	urine	-	kwalitatief	1	ongeschikt
Chroom (totaal)	urine	BEI toename in shift: 10 ug/L	som Cr-III en VI	1,2	geschikt
	bloed	BEI einde werkweek: 25 ug/L		1,2	geschikt
Kobalt	urine	BEI einde werkweek: 15 ug/L		1,2	geschikt
	bloed	BEI einde werkweek: 1 ug/L		1,2	geschikt
Koper	bloed		te wenig data	1	ongeschikt
Lood	bloed	BEI 30 ug/ 100 ml		1,2	geschikt
Mangaan	urine	-	analytisch moeilijk	1	ongeschikt
	bloed	-	op groepsniveau	1	weinig geschikt
Molybdeen	urine	-	te snelle excretie	1	ongeschikt
Nikkel (totaal)	urine / bloed	-	Indicatief	1	weinig geschikt
Vanadium (pentoxide)	urine	BEI einde werkdag: 1,5 g/g CT*	komt zelden voor bij lassers	1,2	weinig geschikt

* g/g CT – gram vanadium per gram creatinine

Bron: 1 – (Lauwerys 2001)
2 – (ACGIH 2013)

Slechts een klein aantal metalen in lasrook kan op een betrouwbare manier worden gemeten in bloed en/of urine. Het verzamelen van urine is een laagdrempelige methode ten opzichte van het afnemen van bloed en is daarom in de praktijk vaak makkelijker te realiseren.
Voor veel metalen is echter geen biologische grenswaarde of andere referentiewaarde beschikbaar. Chroom, lood en kobalt zijn metalen die met voldoende betrouwbaarheid biologisch te meten zijn. In de praktijk zijn kobalt en lood vaak in geringe mate aanwezig in de gebruikte materialen, dus houd in die gevallen rekening met de (analytische) detectielimiet.

Het bepalen van chroom in urine (of naar keuze in bloed) is een goede methode om de blootstelling aan chroom te bepalen. Nadeel van de methode is dat de analyse geen onderscheid maakt tussen de verschillende gedaantes van chroom (3, 4 en/of 6-waardig), er wordt dus totaal chroom gemeten. Houdt hier rekening mee wanneer je geïnteresseerd bent in bijvoorbeeld alleen hexavalent chroom.

Bij het uitvoeren van biologische monitoring van chroom is het van zeer groot belang dat zowel de monstername als de analytische bepaling wordt uitgevoerd conform bestaande protocollen.

Vraag voor de analytische bepaling in het laboratorium altijd naar de gehanteerde methodes en tevens recente resultaten van onafhankelijke kwaliteitscontroles (round-robin interlaboratory comparisons) waaraan het laboratorium deelneemt.

3.4 Effectmeting

Het meten van effecten op de gezondheid ten gevolge van de blootstelling aan lasrook, richt zich voornamelijk op het uitvoeren van longfunctietesten. In hoofdstuk 7 'Medisch onderzoek' van dit dossier wordt hier verder op ingegaan.

4. Wetgeving

4.1 Arbowet

In de Arbowet zijn geen specifieke passages opgenomen over lasrook.

4.2 Arbobesluit

In de Arbowet zijn geen specifieke passages opgenomen over lasrook.

4.3 Arboregelingen

Beleidsregel 4.9 -2 Doeltreffende maatregelen bij blootstelling aan rook als gevolg van lassen, gutsen, plasmasnijden en solderen van metaal.
Deze beleidsregel is formeel geen wetgeving en beschrijft de grondslag van de Praktijkrichtlijn Lasrook (inmiddels Verbetercheck Lasrook genaamd). De beleidsregel is per 1 januari 2013 komen te vervallen.

In bijlage XIII van de arboregelingen is een grenswaarde opgenomen voor lasrook. Verder zijn er geen specifieke bepalingen met betrekking tot lasrook.

Correct gebruik van de verbetercheck lasrook en het opvolgen van de voorgestelde beheersmaatregelen wordt door de Arbeidsinspectie gezien als het voldoen aan de huidige grenswaarde.

4.4 Overige nationale wetgeving

Het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer (geldend op: 30-10-2008)

Artikel 4.40
1. Onverminderd de artikelen 2.5 en 2.6 is bij laswerkzaamheden behorend tot de klassen III tot en met VII als genoemd in de Praktijkrichtlijn Lasrook, beschrijving doeltreffende maatregelen bij blootstelling aan rook en/of gassen en/of aanverwante processen, de emissieconcentratie van totaal stof niet meer dan:
a. 5 milligram per normaal kubieke meter, indien de massastroom van totaal stof naar de lucht gelijk is aan of groter is dan 200 gram per uur; en
b. 50 milligram per normaal kubieke meter indien de massastroom kleiner is dan 200 gram per uur.
2. Het eerste lid is niet van toepassing indien de laswerkzaamheden op grond van de artikelen 4.39, tweede lid, of 4.86 in de buitenlucht worden verricht.

NB: de 'Verbetercheck Lasrook' is de nieuwe term voor de Praktijkrichtlijn Lasrook.

4.5 Europese wetgeving

Hier wordt verwezen naar de CEN, EN en ISO richtlijnen zoals opgenomen in de referentielijst.

5. Beleid

5.1 Arboconvenanten

In de meest recente arboconvenantenreeks (periode 2003 – 2007) is binnen de metaalbewerking en metalektro een zestal onderzoeken verricht. Er zijn 2 uitgaven gepubliceerd:

In 2005:
Ontwikkelingen in de stand der techniek voor beheersing van de blootstelling aan lasrook in de metalelektro en metaalbewerking *(vier onderzoeken)*

- Inventarisatie lasrookemissie van verschillende typen lastoevoegmaterialen (Pors 2004)
- Inventarisatie van innovatieve metaalverbindingstechnieken en beheersmaatregelen van lasrookemissie (Sipkes 2004)
- Vooronderzoek naar verbeterde beheersing van lasrook door meebewegende puntafzuiging (Knoll 2003b)
- Vooronderzoek naar verbeterde beheersing van lasrook door aangepaste toortsafzuiging (Knoll 2003a)

In 2006:
Blootstelling aan lasrook en chroomverbindingen bij laswerkzaamheden in de metalektro en Metaalbewerking (twee onderzoeken)

- Blootstelling aan lasrook en chroomverbindingen bij laswerkzaamheden in de metalelektro en metaalbewerking (Scheepers 2003)
- Blootstellingsonderzoek bij laswerkzaamheden: lasrook en Chroomverbindingen (Scheepers 2004)

5.2 Cao-afspraken

De meest recente CAO's in de metaal zijn op te vragen via: www.CAO.SZW.nl of (betaald) via CAOweb.

5.3 Brancheafspraken

De Verbetercheck Lasrook wordt binnen de branche gezien als het primaire instrument om de blootstelling aan lasrook in te schatten in het kader van de Risico Inventarisatie en -Evaluatie. Correct gebruik van deze methode en het opvolgen van de voorgestelde beheersmaatregelen wordt door de Arbeidsinspectie gezien als het voldoen aan de huidige grenswaarde.

5.4 Standaardisatie en normalisatie

Hier wordt verwezen naar de CEN, EN en ISO richtlijnen zoals opgenomen in de referentielijst.

5.5 Certificering

Er zijn geen specifieke of noemenswaardige items met betrekking tot certificering.

6. Beheersmaatregelen

Onderstaande beheersmaatregelen richten zich met name op het verlagen van de blootstelling aan lasrook. Deze blootstelling wordt vooral veroorzaakt door laswerkzaamheden. Houd er rekening mee dat blootstelling ook kan optreden als er geen laswerk wordt uitgevoerd, bijvoorbeeld door inademing van de ruimteconcentratie of lasrook afkomstig van processen die in de directe nabijheid worden uitgevoerd.
In de onderstaande paragrafen passeren een groot aantal mogelijke beheersmaatregelen de revue. Alle maatregelen zullen in principe bijdragen aan een verlaging van de blootstelling aan lasrook. De effectiviteit van de maatregelen is echter niet in alle gevallen vastgelegd door middel van onderzoek, waarbij blootstelling aan lasrook voorafgaand en na invoering van de maatregel is gemeten. In 2012 is de Richtlijn lasrook opgesteld, waarin een overzicht is opgenomen welke maatregelen aantoonbaar een verlaging van de blootstelling aan lasrook laten zien. Maatregelen die in de richtlijn lasrook zijn opgenomen kunnen dus als zogenaamde 'evidence-based' maatregelen worden beschouwd.

Maatregelen die niet in de richtlijn lasrook zijn opgenomen kunnen mogelijk ook zorgen voor een verlaging van de blootstelling aan lasrook, alleen is de effectiviteit daarvan niet middels onderzoek vastgesteld.

6.1 Arbeidshygiënische strategie

De arbowet voorziet dat arboknelpunten in eerste instantie bij de bron worden aangepakt. Voorkomen van het vrijkomen van lasrook verdient de voorkeur boven het vervolgens weer wegnemen uit de (werk)atmosfeer. Bronaanpak kan bijvoorbeeld geschieden via:

- Substitutie van schadelijke stoffen door minder schadelijke
- Aanpassingen van (delen van) het proces (bijvoorbeeld de verbindingstechniek)

Als bronaanpak niet mogelijk is, kunnen technische maatregelen worden genomen. Deze maatregelen kunnen op werkplekniveau worden doorgevoerd (bijvoorbeeld lokale afzuiging) of op werkruimteniveau (bijvoorbeeld ruimtelijke ventilatie).
Als de situatie na bronaanpak en technische maatregelen nog steeds niet onder controle is, kunnen organisatorische maatregelen worden overwogen (bijvoorbeeld taakroulatie).
Het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) krijgt volgens de arbeidshygiënische strategie niet de voorkeur boven de eerder genoemde maatregelen. In het geval van lassen is het echter onmogelijk om zonder persoonlijke bescherming te werken. Denk bijvoorbeeld aan lasglas ter bescherming van de ogen, wat ten aller tijde gebruikt moet worden evenals bescherming tegen hitte en verbranding door UV-licht.
Het feit dat PBM niet weg te denken zijn uit de laspraktijk, betekent echter niet dat alleen op deze middelen mag worden teruggevallen.

Reductiefactoren voor beheersmaatregelen
Ruwweg sinds het bestaan van de eerste versie van de Praktijkrichtlijn Lasrook (2002) is het begrip reductiefactor in de metaal geïntroduceerd. Per combinatie van lasproces en te lassen materiaal is een reductiefactor bepaald. Dit getal is de vermenigvuldigingsfactor waarmee de blootstelling aan lasrook verlaagd moet worden om te voldoen aan de norm. Aangezien de reductiefactor mede afhankelijk is van de hoogte van de norm, en deze norm sinds 2002 verlaagd is van 5 mg/m^3 naar 1 mg/m^3, is het van belang om in de gaten te houden op welke norm een beschreven reductiefactor is gebaseerd. De Verbetercheck Lasrook gaat uit van een grenswaarde voor lasrook van 1 mg/m^3.

Reductiefactoren voor ademhalingsbeschermingsmiddelen
Producenten van beschermingsmiddelen noemen vaak reductiefactoren (ook wel APF of Approved/Assigned Protection Factors) op hun producten zetten. Realiseer dat deze waarden vaak in experimentele (laboratorium)situaties zijn vastgesteld, dus vaak de technisch hoogst haalbare waarde zijn. In de praktijk vallen deze dus vaak lager uit. Dit kan onder andere veroorzaakt worden door:

- Onjuist gebruik (bijvoorbeeld door slechte aansluiting op het gelaat of te grote afstand tussen bron en afzuiging)
- Schade aan een onderdeel van het middel (bijvoorbeeld filterschade)
- Achterstallig onderhoud
- Opslag in een vervuilde ruimte
- Te lang gebruik zonder vervanging (zogenoemde ‘clogging’ van de filter)

Ook moet rekening gehouden worden met beperkte extra bescherming door toevoeging van een extra beheersmaatregel. De Lasrook Assistent houdt hiermee rekening door zich alleen te baseren op praktijkmetingen. Zodoende wordt niet het technisch hoogst haalbare effect berekend, maar het in de praktijk gemeten effect.

Een voorbeeld:

Als een flexibele afzuigarm bij het lassen een opgegeven reductiefactor van bijvoorbeeld 20 heeft en de lasser bovendien een airstreamhelm draagt met een opgegeven reductiefactor van 30, is het in de praktijk niet zo dat de totale bescherming een factor 50 (20 + 30) bedraagt. De werkelijke bescherming zal in de praktijk in het gunstigste geval ergens tussen de opgegeven waarden liggen.

Meer informatie

- Op de website van 5xbeter worden een groot aantal factsheets van verschillende soorten maatregelen gepresenteerd
- In Engeland heeft de Health and Safety Executive (HSE) een ‘goede praktijken aanpak’ voor het lassen ontwikkeld. In deze Welding Essentials wordt voor een groot aantal werksituaties

aangegeven op welke manier de blootstelling het beste beperkt kan worden. Ook worden veel handvatten geboden naar extra informatie in de vorm van (online) publicaties. De Welding Essentials is eenvoudig online te raadplegen, zonder kosten. Bovendien bevatten de zogenoemde 'control guidance sheets' vaak schematische afbeeldingen die de gewenste situatie inzichtelijk maken. Dit kan bij advisering naar bijvoorbeeld werkgevers handig zijn. Tenslotte biedt de Welding Essentials ook informatie voor lassen in besloten ruimten (confined spaces), iets wat in de Praktijkrichtlijn en Verbetercheck ontbreekt.
- De factsheet 'Algemene beheersmaatregelen' uit de Lasrook Assistent.
- Safety and Health factsheets (31) van de American Welding Society (AWS), beschikbaar via de website van de AWS.

6.1.1 Bronmaatregelen

Bronmaatregelen zijn maatregelen waarbij het vrijkomen van lasrook in de (werk) atmosfeer wordt voorkomen.

Keuze van elektrode en/of lasdraad

Een aanzienlijk deel van de vrijgekomen lasrook is afkomstig door consumptie van de elektrode (afhankelijk van de lastechniek) en/of de lasdraden. Fabrikanten leveren vaak informatie over de samenstelling van de desbetreffende materialen. Regelmatig worden ook emissiecijfers gegeven door de leveranciers. Van belang is dat met een gezond kritisch oog gekeken moet worden naar deze informatie omdat deze vaak door de producent zelf wordt verstrekt. De richtlijn lasrook adviseert te kiezen voor massieve draad, indien bij een toepassing zowel gebruik kan worden gemaakt van een massieve draad als gevulde draad. Lassen met massieve draad geeft namelijk 55-89% minder lasrook emissie.

Lastechnische aanpassingen

Er is een aantal lastechnische aanpassingen dat de emissie van lasrook (sterk) kan reduceren.
Een korte opsomming van mogelijkheden omvat:
- Reduceren van de stroomsterkte
- Verwijderen van deklagen op het te lassen materiaal
- Nieuwe metaal verbindingstechnieken
- Aanpassingen aan bestaande technieken
- Nieuwe lastechnieken

In de richtlijn lasrook zijn diverse lastechnische aanpassingen onder de loep genomen, voor zover de blootstelling aan lasrook hierbij is onderzocht. De volgende adviezen zijn hierover opgenomen, die kunnen worden beschouwd als evidence-based maatregelen:

1. Om de emissie van lasrook te reduceren wordt geadviseerd om bij MAG lassen gebruik te maken van zo laag mogelijke concentraties actieve gassen (CO_2 en O_2) binnen voorgeschreven marges van de fabrikant van verbruiksmaterialen (lasdraden).
2. Indien bij een toepassing gebruik kan worden gemaakt van zowel lassen met massieve draad als met gevulde draad wordt aanbevolen te kiezen voor een massieve draad.
3. Om de emissie van lasrook te beperken moet met een stabiele boog worden gelast.
4. Bij een vaststaande hoeveelheid te lassen objecten (vaste lasnaadlengte), is een verlaging van de stroomsterkte geen praktisch toepasbare maatregel om de blootstelling aan lasrook te verlagen (Verlaging van de stroomsterkte leidt echter ook tot een toename van de duur van de laswerkzaamheden en daarmee de blootstellingsduur voor de lasser. Het netto effect van het verlagen van de stroomsterkte op de blootstelling aan lasrook is onbekend)
5. Om de blootstelling aan lasrook te verlagen wordt geadviseerd om bij MIG/MAG-lassen gebruik te maken van pulserend lassen (Een variant op het normale MIG/MAG-lassen is pulserend lassen. Bij pulserend lassen heeft de stroombron twee verschillende niveaus van stroomsterkte. Er is een constante basisstroom die de boog in stand houdt, met daaroverheen een pulserende stroom die zorgt voor het loslaten van de druppels van de elektrode. Voor een gegeven lasobject is er een lagere emissie aan lasrook bij pulserend lassen (variërend van 15-90% reductie) ten opzichte van niet-pulserend lassen)

6.1.2 Technische maatregelen

Technische beheersmaatregelen omvatten de afvoer van vrijgekomen lasrook. Het zijn zodoende geen bronoplossingen aangezien er al sprake is van emissie van lasrook naar de werkomgeving. Er wordt hieronder onderscheid gemaakt tussen maatregelen op werkplekniveau en op werkruimteniveau.

Maatregelen op werkplekniveau

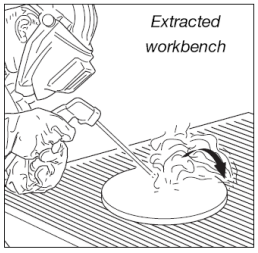
Op werkplekniveau bestaat een groot aantal oplossingen in de vorm van locale afzuiging. De ontstane lasrook wordt zo snel mogelijk afgezogen om verdere verspreiding en vervolgens blootstelling te voorkomen. Er zijn verschillende vormen van locale afzuiging, waarbij onderscheid gemaakt kan worden in vaste afzuigpunten en flexibele of mobiele afzuigpunten. Afhankelijk van de werkplek en het type laswerk kan gekozen worden voor vaste of mobiele afzuiging. Hieronder worden veel voorkomende locale afzuigmogelijkheden beschreven. Deze lijst is niet volledig en per beschreven mogelijkheid bestaat een verscheidenheid aan producten. Informeer voor meer inhoudelijke informatie en een overzicht van de nieuwste technieken bij de fabrikanten.

Vaste werkplek - Tafelafzuiging / Wandafzuiging

Omschrijving:	Afzuiging van lasrook via het werkblad (figuur 5) of via de wand van de lasbox.
Plus:	Hoeft niet steeds opnieuw gericht te worden
Min:	Alleen bruikbaar in vaste lasopstellingen, capaciteit moet groot zijn in verband met het grote afgezogen oppervlak
Tips:	Zorg ervoor dat de luchtstroom niet negatief beïnvloed kan worden door objecten die zich tussen object en afzuiging bevinden te verwijderen.

Deze maatregel wordt in de richtlijn lasrook als evidence-based methode beschreven.

Figuur 5 – voorbeeld van een vaste laswerkplek met afzuiging



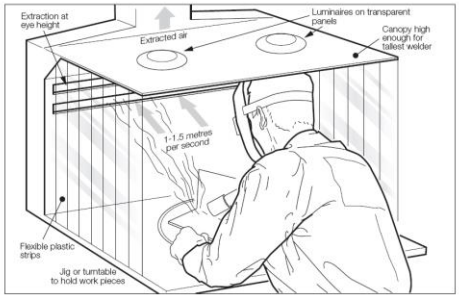
Bron: HSE COSHH Essentials (WL10).

Meer informatie
Factheet ‘Tafelafzuiging’ uit de Lasrook Assistent.

Vaste werkplek - Afzuigkap

Omschrijving:	Afzuiging van lasrook via kap boven het werkblad.
Plus:	Lasrook stijgt door de warmte al richting afzuigkap
Min:	Alleen bruikbaar in vaste lasopstellingen, capaciteit moet groot zijn in verband met het grote afgezogen oppervlak, hoofd van de lasser vaak tussen afzuiging en gelast object in.
Tips:	Houd rekening met de lashouding om afzuiging efficiënt te laten verlopen.

Figuur 6 – voorbeeld van een vaste laswerkplek met afzuiging



Bron: HSE COSHH Essentials (WL10).

Meer informatie
Factheet ‘Vaste Afzuigkap’ uit de Lasrook Assistent.

Vaste / Mobiele werkplek - Flexibele afzuigarm

Omschrijving: De flexibele afzuigarm (figuur 7) kan ofwel verbonden zijn aan een (vast) ventilatiesysteem ofwel onafhankelijk functioneren. In het laatste geval wordt ook wel van een mobiele unit gesproken

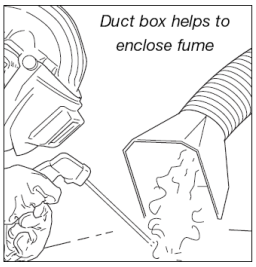
Plus: Door de flexibiliteit van de afzuigarm kan deze tot vlakbij het te lassen object worden gericht.

Min: In de praktijk wordt de afzuigarm vaak vergeten of onvoldoende dicht bij het werk geplaatst. Indien de afzuigarm te dicht bij de werkplek wordt geplaatst, kan de kwaliteit van de las negatief worden beïnvloed.
Zeker wanneer één afzuigarm voor meerdere werkplekken is bedoeld, wordt deze in de praktijk vaak niet gebruikt.

Tips: Mobiele units (met flexibele afzuigarm) hebben niet altijd voldoende vermogen om efficiënt af te zuigen, ook de filter die wordt gebruikt moet van goede kwaliteit zijn en op tijd worden vervangen.

Deze maatregel wordt in de richtlijn lasrook als evidence-based methode beschreven, maar de effectiviteit varieert tussen de 10 en 99% doordat de maatregel niet altijd goed wordt ingezet. In de richtlijn lasrook is de volgende aanbeveling gegeven: ‘Om de blootstelling aan lasrook te verlagen wordt sterk aanbevolen om bij laswerkzaamheden gebruik te maken van locale bronafzuiging middels afzuigmondstukken. Hierbij moet veel aandacht zijn voor de juiste positionering van de afzuigmond. Deze moet bij voorkeur worden geplaatst schuin boven en achter de plaats waar wordt gelast, op maximaal 10-20 centimeter van het laswerkstuk’.

Figuur 7 – voorbeeld van een flexibele afzuigarm



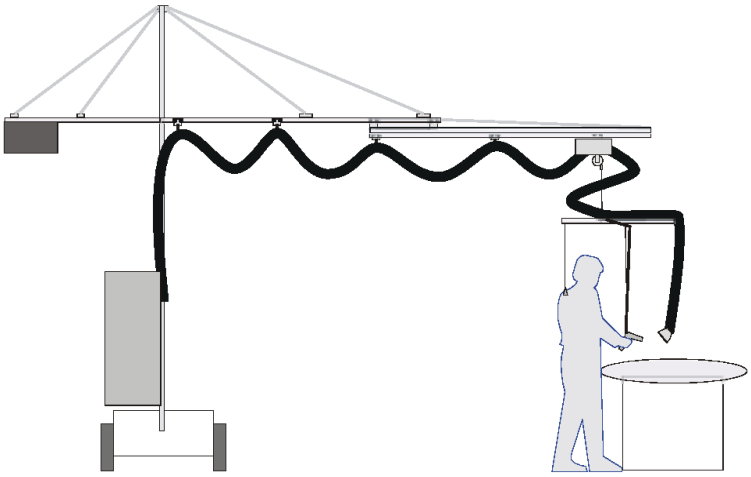
Bron: HSE COSHH Essentials (WL10).

Meer informatie
Ter illustratie van de afnemende effectiviteit van afzuiging met toenemende afstand tussen werkplek en afzuigarm is het PIMEX filmpje ‘MIG lassen met en zonder afzuiging’ interessant.
Factheet ‘Beweegbare afzuiging’ uit de Lasrook Assistent.

Vaste / Mobiele werkplek - Meebewegende puntafzuiging

Een variant op de flexibele afzuigarm is de meebewegende puntafzuiging (figuur 8). Hierbij beweegt de flexibele afzuiging met de lasser mee. Het handmatig positioneren van de afzuiging vervalt hierbij, hetgeen in de praktijk vaak wordt vergeten.

Figuur 8 – voorbeeld van meebewegende puntafzuiging



Bron: Knoll 2003.

In 2003 is een vooronderzoek uitgevoerd naar de ontwikkeling van een meebewegende puntafzuiging. Naast de voordelen (o.a. efficiënt en naar verwachting technisch haalbaar) was een van de nadelen een naar verwacht uitgebreid ontwikkeltraject.

Meer informatie
Vooronderzoek naar verbeterde beheersing van lasrook door meebewegende puntafzuiging. Dit is een onderdeel van het 'stand der techniek' onderzoek op het gebied van beheersmaatregelen, uitgevoerd in opdracht van Sociale Zaken.

Vaste / Mobiele werkplek – Lastoortsafzuiging
Sinds enkele jaren wordt onderzoek verricht naar lastoortsafzuiging, dat wil zeggen: afzuiging van lasrook via de lastoorts. Ontstane lasrook wordt hierbij direct weggezogen.

Bij lastoorts afzuiging is de lasrook afzuiging geïntegreerd in de lastoorts. Lasrook wordt daarmee zo dicht mogelijk bij de bron afgezogen. De mate waarin de blootstelling wordt gereduceerd varieert sterk tussen de uitersten 19-99%. Een belangrijke reden voor die variatie is dat lastoorts afzuiging minder effectief is indien verticaal, of boven de hand wordt gelast. Andere nadelen van lastoorts afzuiging zijn, dat de lastoorts zwaarder wordt en dus fysiek meer belastend, en dat het bij sommige laswerkzaamheden op praktische problemen kan stuiten (bijvoorbeeld hoeklassen en bij fijnere laswerkzaamheden). Ondanks deze nadelen blijkt dat de effectiviteit van lastoorts afzuiging zeer groot is indien onder de hand wordt gelast op vlakke werkstukken, waarbij de hoek tussen de lastoorts en het werkstuk rond de 90° is.

Zowel technische beperkingen (beïnvloeding van het lasproces door de luchtstroom) als praktische beperkingen (extra gewicht lastoorts en minder zicht op laswerk) bemoeilijken de acceptatie van deze vorm van locale afzuiging in de praktijk.

Deze maatregel wordt in de richtlijn lasrook als evidence-based methode beschreven, waarbij het volgende advies wordt gegeven: 'Om de blootstelling aan lasrook te verlagen wordt geadviseerd om gebruik te maken van lastoorts afzuiging, vooral indien er onder de hand wordt gelast op vlakke werkstukken.'

Meer informatie
Het 'Vooronderzoek naar verbeterde beheersing van lasrook door aangepaste toortsafzuiging uit 2003 (Knoll) biedt extra informatie over deze beheersmaatregel.
Factheet 'Lastoortsafzuiging' uit de Lasrook Assistent.
De richtlijn lasrook.

Lasrobots
Vooral bij productielassen kunnen soms lasrobots worden ingezet. Voordeel van lasrobots is dat deze op een vast plek staan en vanuit veiligheidskundig oogpunt vaak een veiligheidszone hebben, waardoor werknemers niet te dichtbij kunnen komen.

De combinatie van afstand tot de bron en de goede mogelijkheden om lasrobots te voorzien van locale afzuiging, maakt dat de blootstelling van (af)lassers nabij lasrobots vaak geringer is.

Maatregelen op werkruimteniveau

Ruimtelijke ventilatie
De Verbetercheck Lasrook stelt hoge eisen aan (mechanische of natuurlijke) ruimtelijke ventilatie van werkruimten waarin wordt gelast. Het betreft vaak systemen waarbij verontreinigde lucht wordt afgezogen op één of meerdere punten. Meestal wordt ook schone (gefilterde) lucht de werkruimte ingeblazen. Het recirculeren van lucht is niet altijd toegestaan, bijvoorbeeld onder bepaalde condities waarbij roestvast staal wordt gelast. Deze situaties staan beschreven in de documentatie van de Verbetercheck Lasrook.
Vooral wanneer lasrook niet lokaal wordt weggenomen na het ontstaan, kan de ruimteconcentratie bij onvoldoende (ruimtelijke) ventilatie flink oplopen gedurende de werkdag.
Niet alleen lassers, maar ook andere werknemers in dezelfde ruimte kunnen op deze manier ook worden blootgesteld aan lasrook, zonder dat zij laswerkzaamheden verrichten.
Het blijft van belang om naast een ruimtelijke ventilatie de ontstane lasrook ook locaal aan te pakken.
Enkele argumenten:

- Ruimtelijke ventilatie vergt grote investeringen voor aanleg van de installaties. Des te hoger het ventilatiedebiet, des te hoger de kosten.
- Het energiegebruik is doorgaans hoog, door de hoge ventilatievoud verdwijnt veel warmte. Overigens zijn nieuwe systemen hier beter op berekend.
- Het locale effect van ruimtelijke ventilatie is beperkt, waardoor de blootstelling van de lasser zonder aanvullende (locale) beheersmaatregelen aan de hoge kant kan zijn

Voor lassen in besloten ruimte is ruimtelijke ventilatie een essentiële maatregel aangezien lasrook zich in deze ruimten kan ophopen. In de richtlijn lasrook blijkt dat alleen ruimteventilatie echter onvoldoende is om blootstelling aan lasrook in besloten ruimte in voldoende mate te verlagen. Aanvullende maatregelen (zoals ademhalingsbescherming) blijven hier noodzakelijk.

Meer informatie
Factheet ‘Ruimteventilatie’ uit de Lasrook Assistent.
De richtlijn lasrook.

Push-Pull ventilatie
De laatste jaren worden ventilatiesystemen steeds effectiever. Een goed voorbeeld hiervan is het zogenoemde push-pull systeem. Hierbij wordt een gerichte luchtstroom gecreëerd door middel van het aanblazen van schone lucht gecombineerd met het afzuigen van vuile lucht. De ontstane lasrook wordt met deze luchtstroom meegevoerd en op effectieve wijze afgevoerd. Vooral voor werkplekken waar veel wordt gelast aan grotere objecten of objecten met veel variatie aan vorm, kan push-pull ruimteventilatie een oplossing zijn.

Compartimenteren
Het aanbrengen van afscheidingen binnen een (grote) werkruimte kan voorkomen dat lasrook zich door de gehele ruimte verspreid. Dit is vooral aantrekkelijk wanneer er op vaste plekken wordt gelast. Compartimenten kunnen worden gecreëerd door bijvoorbeeld het aanbrengen van lamellen en kunnen naar wens ook apart worden geventileerd.
Houd er rekening mee dat het compartimenteren van een werkruimte effect heeft op luchtstromen en zodoende mogelijk ook op ruimtelijke ventilatie.

Gedrag van de lasser
De wijze waarop de lasser zijn werk uitvoert heeft effect op zijn blootstelling. Het gaat hierbij niet alleen om correct gebruik van de (technische) beheersmaatregelen. Ook bewustwording en aanpassing van gedrag en werkstijl kunnen een verlagend effect op de blootstelling hebben.
Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- De positie van het hoofd van de lasser ten opzichte van de laspluim. Het hoofd ‘in de pluim’ leidt logischerwijs tot meer blootstelling. Bij het positioneren van (locale) afzuiging kan de lasser hiermee rekening houden.
- Het consequent verwijderen van deklagen en eventuele vervuiling (vet, snijolie etc) alvorens te starten met lassen.

- Wachten met opklappen van de laskap na het uitschakelen van de toorts. Lasdampen die op dat moment nog vrijkomen of in de directe omgeving van de lasser ‘hangen’ worden dan niet meer ingeademd.

Ook in de richtlijn lasrook is onderzoek naar het gedrag van de lasser systematisch bekeken. Onderzoek laat ook duidelijk zien dat de blootstelling aan lasrook aanzienlijk hoger is indien het hoofd van de lasser zich geregeld in de laspluim bevindt. Een goede voorlichting aan de lasser op dit punt is hier van belang. De lasser moet voorkomen dat zijn hoofd in de laspluim komt.

De Lasrook Assistent maakt het effect op de blootstelling aan lasrook van deze gedragsfactoren inzichtelijk.

6.1.3 Organisatorische maatregelen

Hoewel organisatorische maatregelen volgens de arbeidshygiënische strategie op de laatste plaats komen, kunnen zij wel degelijk een effect hebben op de blootstelling aan lasrook.
Enkele voorbeelden:

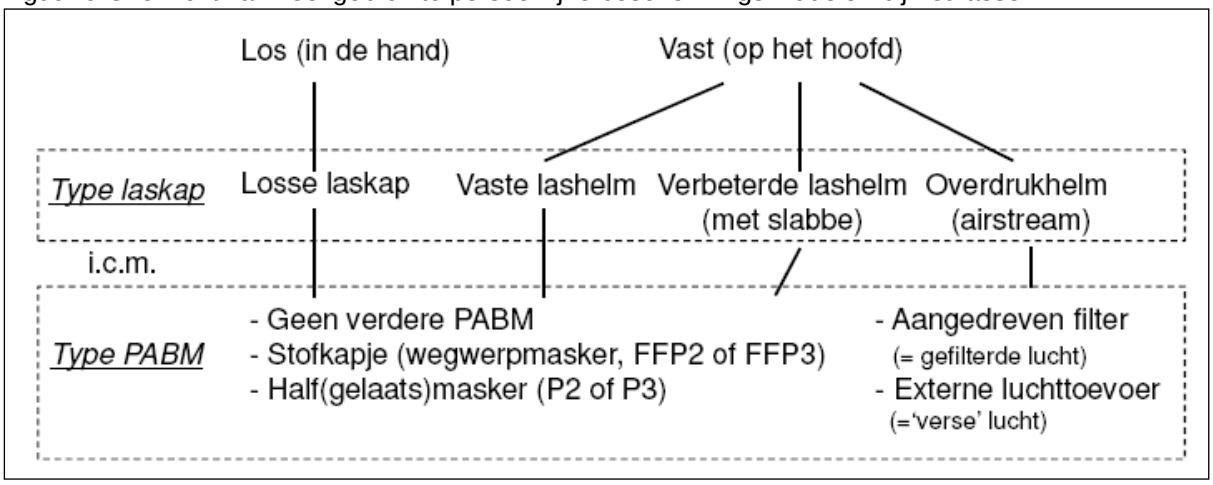
- Voorlichting en instructie over bijvoorbeeld de schadelijke gevolgen van lasrook of correct gebruik van beheersmaatregelen.
- Handhaving op het gebruik van bijvoorbeeld beheersmaatregelen
- Instellen van een onderhoudsprogramma van beheersmaatregelen. Vaak worden maatregelen na introductie nooit meer op hun effectiviteit bekeken. Gebrekkig onderhoud aan ventilatiesystemen en/of persoonlijke beschermingsmiddelen zal echter al snel leiden tot ineffectiviteit van de maatregel.
- Inkoop van beheersmaatregelen en materialen afstemmen op gebruik, zodat bijvoorbeeld nieuwe filters altijd voorradig zijn
- Betere communicatie tussen witte en blauwe boorden. Hierdoor kunnen suggesties, klachten of andere op- en aanmerkingen worden omgezet in daden
- Uitvoeren van ‘vuil’ werk in aparte ruimte

Meer informatie
De factsheets ‘Werkinstructies’ en ‘Inspectie en onderhoud’ uit de Lasrook Assistent bieden achtergrondinformatie.

6.1.4 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Er bestaat een groot aantal verschillende soorten persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) voor het lassen. De gebruikte terminologie is niet altijd eenduidig.
Figuur 9 toont een overzicht van de meest gebruikte typen PBM en gangbare termen hiervoor. De opgenomen terminologie komt grotendeels overeen met die in de Verbetercheck Lasrook. Hanteer de Verbetercheck voor de juiste combinatie van beheersmaatregelen en eventuele aanvullende PBM.

Figuur 9 Overzicht van veel gebruikte persoonlijke beschermingsmiddelen bij het lassen



De technische mogelijkheden nemen toe en daarmee verandert het aanbod van verschillende typen PBM met de tijd. Raadpleeg daarom een aanbieder van PBM voor de meest recente typen die op de markt zijn. De beschrijving richt zich vooral op de aandachtspunten die van belang zijn bij gebruik en eventuele aanschaf van verschillende PBM.

Losse laskap
Losse laskappen (afbeelding 1)bieden nauwelijks bescherming tegen lasrook. Zonder aanvullend gebruik van adembescherming is deze vorm van PBM in bijna alle gevallen ontoereikend.
In de praktijk worden losse laskappen vaak gebruikt voor kortdurende laswerkzaamheden, aflassen van door een lasrobot gefabriceerd werk, of bij het hechten. De geringe boogtijd doet men vaak besluiten om een losse laskap te gebruiken. Adviseer in die gevallen het gebruik van een andere lashelm of het gebruik van aanvullende adembescherming (minimaal FFP2), tenzij goede locale afzuiging wordt gebruikt in combinatie met een goede ruimtelijke ventilatie.

Afbeelding 1 - Losse laskap



Vaste (verbeterde) lashelm
Vaste lashelmen bieden betere bescherming tegen lasrook dan losse lashelmen. Ze zijn aan het hoofd van de lasser bevestigd met een draagband. Echter, aangezien de meeste lashelmen geen filters bevatten, komt de lasrook die wel binnen de lashelm geraakt ongefilterd in de ademzone. Blootstelling kan dan optreden. Afhankelijk van de situatie is het mogelijk om met locale afzuiging de blootstelling te beperken, of een beter beschermende lashelm te overwegen.

Automatische lashelm (speedglas)
Berucht in de praktijksituatie is het opklappen van de laskap direct na het lassen, waardoor lasrook van het nog uitdampende materiaal wordt ingeademd door afwezigheid van adembescherming.
Dit probleem kan deels worden opgelost door een lashelm te gebruiken die voorzien is van speedglas (ook wel automatische lashelm genoemd). Dit houdt in dat het donkere glas weer doorzichtig wordt direct na het lassen en vice versa. Opklappen van de lashelm om het zojuist gelaste werk te bekijken is dan niet meer nodig.

Verbeterde lashelm
De verbeterde lashelm is een vaste lashelm, die is voorzien van een slabbe. Dit voorkomt grotendeels dat lasrook bij het opstijgen via de onderzijde van de helm alsnog in de ademzone terechtkomt. Er bestaan verschillende varianten van de verbeterde lashelm.
Ook hier geldt dat opstijgende lasrook die wel binnen de helm terecht komt ongefilterd is. Het gebruik van aanvullende adembescherming kan dus nodig zijn.

Meer informatie
Factsheet ‘Verbeterde lashelm en filtermaskers’ uit de Lasrook Assistent.
Factsheets op 5xbeter

Overdruk lashelm
Als aanvulling op de vaste (verbeterde) lashelm zijn overdrukhelmen, ook wel airstreamhelmen, ontwikkeld. Deze airstreamhelmen worden ook in andere sectoren en bij andere blootstellingen gebruikt. Het principe van de overdrukhelm berust op het tegengaan van het binnentreden van lasrook binnen de lashelm door een luchtstroom en een lichte overdruksituatie ten opzichte van de buitenkant van de helm. Deze luchtstroom wordt langs het gezicht geblazen van boven naar beneden. Ook hier vindt in de helm zelf geen filtering plaats.
Er zijn twee soorten overdrukhelmen:

- Aangedreven helmen (ook wel *gefilterde lucht helm*); hierbij wordt de aangeblazen lucht in de helm aangezogen door een (batterij) aangedreven pompje met filter op de heupband van de lasser
- Helmen met externe luchtaanvoer (ook wel *verse lucht helm* of *persluchtmasker*); waarbij de aangeblazen lucht afkomstig is uit een persluchttoestel of via aankoppeling aan de persluchtringleiding in de werkhal wordt verkregen. Er vindt dus geen filtering van de lucht plaats bij de lasser zelf.

Overdruk lashelmen worden beschouwd als de meest beschermende persoonlijke adembeschermingsmiddelen.

Meer informatie
Factsheets 'Onafhankelijke adembescherming' en 'Aangedreven filters' uit de Lasrook Assistent.
Factsheets op 5xbeter



6.2 Psychosociale aspecten van beheersmaatregelen

Belangrijk aspect bij het treffen van beheersmaatregelen is de perceptie van het gevaar, de blootstelling aan lasrook en de gevolgen daarvan, bij de doelgroep. Risicoperceptie wordt verder uitgewerkt in het dossier "Algemeen Stoffenbeleid". Hiernaast wordt in dit algemene dossier stilgestaan bij de mogelijkheden om over risico's te communiceren (risicocommunicatie) en zodoende de perceptie te beïnvloeden. Aspecten die naar voren komen zijn in dit deel van het algemene dossier onder andere:

- De woordvoerder in het communicatieproces
- Doelstellingen van het proces
- Doelgroep
- Verwachtingen
- Eenduidigheid
- Openheid

Naast risicoperceptie en –communicatie wordt in het dossier "Algemeen Stoffenbeleid" ook stilgestaan bij het begrip veiligheidscultuur en een methodiek om het gedrag met betrekking tot veiligheid te beïnvloeden (Behaviour Based Safety).

Zie voor een algemene beschrijving van psychosociale aspecten van beheersmaatregelen het dossier Algemeen Stoffenbeleid.

6.3 Implementatie van beheersmaatregelen

Helaas bestaat er geen "altijd goed" recept voor de implementatie van beheersmaatregelen. Wel zijn er verschillende uitgangpunten en werkwijzen die de kansen op een succesvolle introductie doen toenemen. In het dossier "Algemeen Stoffenbeleid" worden verschillende van deze uitgangspunten en werkwijzen uitgewerkt. Zo wordt hier onder andere stilgestaan bij de volgende aspecten:

- Commitment
- Communicatie
- Rol van leidinggevenden
- Individuele verschillen

Bij het invoeren van maatregelen is het niet alleen van belang om oog te hebben voor de structuur van een organisatie en de samenhang tussen verschillende maatregelen maar ook voor het stadium van ontwikkeling in een organisatie. In het dossier “Algemeen Stoffenbeleid” worden deze zaken verder uitgewerkt.

Bij de beïnvloeding van gedrag kan gebruik gemaakt worden van verschillende mechanismen. In het algemene dossier worden onder andere attributie en risicoperceptie beschreven. Verder wordt verwezen naar achterliggende stromingen en invloeden. Tot slot wordt in het dossier “Algemeen Stoffenbeleid” stilgestaan bij de programma’s Versterking van Arbeidsveiligheid (SZW) en Hearts and Minds.

In het dossier Algemeen Stoffenbeleid kunt u een en ander vinden.

7. Medisch Onderzoek

In veel branches worden werknemers blootgesteld aan lasrook. Daar de meeste klachten van voorbijgaande aard zijn, en de bedrijfsarts de werknemers pas zien als deze zich heeft ziek gemeld (Afhankelijk van het contract, vaak enkele weken na datum ziektemelding), zal veel acute problematiek lasrook buiten het gezichtveld van de bedrijfsarts blijven. Periodieke medisch onderzoek is dan ook een belangrijk instrument voor de bedrijfsarts om zicht te krijgen op eventuele gezondheidsklachten die een langere tijd in beslag nemen om zicht te ontwikkelen. Daarnaast zal de bedrijfsarts regelmatig de werkvloer op moeten om zich te informeren over de werkomstandigheden en informeel met de werknemers te spreken over hun gezondheid. Ten slotte is het belangrijk dat de vrije toegang (open spreekuur) van werknemers tot de bedrijfsarts goed geregeld is. Immers, voorkomen is beter dan genezen.

7.1 Gezondheidseffecten en beroepsziekte

Acute gezondheidsklachten na blootstelling aan lasrook zijn meestal: heesheid, keelpijn, oogirritaties of problemen met de huid. Meestal echter leidt inademing van lasrook niet meteen tot klachten, waardoor de schadelijke gezondheidseffecten nogal eens worden onderschat.

Vooral de lange termijn gezondheidseffecten, kunnen ernstig van aard zijn. Zo heeft lasrook van ongelegeerd staal mogelijk effect op de vruchtbaarheid van mannen en lasrook van roestvast staal is aangemerkt als kankerverwekkend. Lassen staat bij het IARC op de lijst van processen/agentia die longkanker kan veroorzaken. Een recente meta-analyse van epidemiologische studies bevestigt de associatie tussen lassen en longkanker (Kendzia 2013).

Voor algemene gegevens over de omvang van gevaarlijke stoffen op ziekte, zie dossier “gevaarlijke stoffen”. Voor specifieke informatie over de omvang van de lasrookproblematiek, zie paragraaf 1.3 van dit dossier. Voor meer algemene over de rol van de bedrijfsarts en de omvang van gevaarlijke stoffen op gezondheid en ziekte, zie dossier Algemeen Stoffenbeleid.

7.1.1 Gezondheidseffecten

Irritatie van de luchtwegen
Fijne stofdeeltjes kunnen een droge keel, een irritant gevoel en hoesten veroorzaken en bij bijzonder hoge concentratie ook een verstikkend gevoel op de borst en moeilijkheden bij het ademhalen. Ozon kan na enige tijd irritatie van de luchtwegen veroorzaken, dit kan verder leiden tot bronchitis en in een enkele gevallen tot longontsteking. Nitreuze dampen kunnen een droge prikkelende hoest veroorzaken en een verstikkend gevoel in de keel. De symptomen treden in de regel later op, na 4 tot 8 uur algemeen.

Metaaldampkoorts
Het inademen van metaaloxiden, ook wel inhalatiekoorts genoemd, zoals zink, mangaan en koperdampen kan leiden tot een acute op een griep gelijkende ziekte, die "metaaldampkoorts" genoemd wordt. Vaak wordt het niet herkend (Kooistra and de Hosson 2012, A4171) Het komt het meeste voor bij het lassen van gegalvaniseerd staal; de symptomen beginnen meestal enkele uren na

de blootstelling met een dorstig gevoel, hoesten, zweet op het voorhoofd, pijn in de ledematen en koorts. Compleet herstel is er meestal binnen 1 of 2 dagen, zonder blijvende effecten.

Astmatische bronchitis
Beroepsastma kan veroorzaakt worden door een groot aantal stoffen.
Omdat een groot aantal van deze toxische stoffen zich ook in lasrook bevinden, is er in de literatuur dan ook een significante relatie tussen het beroep van lasser en beroepsastma (Wittczak 2008, Di Lorenzo 2007, Hannu 2005, Chest 1983).
Voor verder achtergrondinformatie, zie het dossier Irriterende en sensibiliserende stoffen.
Blootstelling aan lasrook ook bestaande astmaklachten kan verergeren. Werknemers met astmaklachten worden geadviseerd zich te laten vaccineren tegen de seizoensgriep (jaarlijkse griepprik)

Effecten op langere termijn
Het voortdurend inademen van lasrook over een langere periode kan leiden tot een ophoping van ijzerdeeltjes in de longen. Dit kan aanleiding geven tot een milde vorm van pneumoconiose (Khalid, Khalid, and Jennings 2009, 6639-1626-0002-0000006639), siderose (Ji et al. 2012, 552-554) genoemd zie kwarts dossier (Kinoshita 1997,Lasfargues 1991). Ook is er een relatie beschreven met een pneumothorax (Fidan et al. 2005, 120-122) een meer ernstig verlopende longontstekingen met zelfs superinfecties (Matsushima et al. 2001, 672-677). In dat verband wordt dan ook geadviseerd lasers, zeker als ze roken, te vaccineren tegen de pneumokokken (Palmer and Cosgrove 2012, 325-330). Ook is er een relatie beschreven met longkanker ('t Mannetje et al. 2012, 706-714).Tenslotte zijn er ook nog studies die een associatie beschrijven met de ziekte van parkinson (Feldman et al. 2011, 677-682; Kenborg et al. 2012, 1283-1289; Mortimer, Borenstein, and Nelson 2012, 1174-1180). Dit wordt o.a. toegeschreven door een verhoogde blootstelling aan mangaan (Mortimer, Borenstein, and Nelson 2012, 1174-1180).

Er is een aanwijzing dat lassers een enigszins verhoogd risico hebben voor longkanker dan de gemiddelde populatie. Onder bepaalde omstandigheden bij het lassen kunnen er specifieke vormen van chroom en /of nikkelverbindingen in de lasrook voorkomen die in verband worden gebracht met longkanker in andere processen als lassen (Hansen 1996, Lubianova 1995).

Verstikking
Er kan een gevaar ontstaan door het verdringen van lucht door gassen die ontstaan bij het lassen in een werkruimte waarin onvoldoende wordt geventileerd. Bijzondere maatregelen zijn vereist bij het lassen in besloten ruimten waar het gevaar bestaat van een verhoogde concentratie van inerte beschermgassen. Koolmonoxide, dat wordt gevormd door onvolledige verbranding van brandgassen kan eveneens verstikking veroorzaken door zuurstofverarming van het bloed. Zie voor meer informatie de dossiers explosieveiligheid en verstikkingsgevaar.

Oog problematiek
Een lasoog, fotokeratitis of sneeuwblindheid is een vorm van hoornvliesontsteking ontstaan door blootstelling van het oog aan ultraviolette stralen (Sliney 2013, 770-776), in Nederland of Vlaanderen meestal door lassen zonder beschermingsmasker, maar ook wel door te lang onder een hoogtezon te zitten zonder bescherming en in het gebergte door te lang in de zon over sneeuw te kijken
De buitenste laag (epitheel) van het doorzichtige deel van het oog (cornea) wordt door de ultraviolette straling beschadigd. Het geneest meestal vanzelf in 1 à 2 dagen. In uitzonderlijke gevallen echter kan er wel sprake zijn van permanente oogproblematiek. Er zijn zelfs gevallen waarin er sprake was van blijvende visus beperkingen (Loriot 1990, Reesal 1989). In de literatuur zijn geen aanwijzingen gevonden t.a.v. een eventueel chronisch verloop of sensiblisatie.

Huidproblemen
UVA blootstelling en bepaalde chemicaliën die bij lassen worden gebruikt kunnen huidafwijkingen veroorzaken. Meestal blijft het beperkt tot voorbijgaande roodheid , maar er kan ook sprake van eczeem of allergische galbulten (Elsner 1996, Bruze 1994, Kanerva 1991, Tsyrkunov 1983). Zie voor achtergrondinformatie ook dossier “irritatieve stoffen. Verder kunnen er brandwonden ontstaan door (indirect) contact met verhitte materialen.

Verhoogde kans op miskraam
Er zijn aanwijzingen dat er bij vrouwen van roestvrij staal lassers sprake is van een verhoogde kans op het krijgen van een miskraam, zie chroom. Ook zijn er associaties beschreven in infertiliteit (Meo and Al-Khlaiwi 2003, 1176-1182).

Problemen bewegingsapparaat
Doordat de lassers vaak lang achtereen in onnatuurlijke houdingen moet werken, kan dit aanleiding op een verhoogde kans op rug en schouder klachten. Aandacht voor ergonomisch werken in een vroeg stadium is dan ook belangrijk om uitval op latere leeftijd te voorkomen. Omdat dit onderwerp buiten het bestek van deze “gevaarlijke stoffen” serie valt, wordt er niet verder op ingegaan.

7.1.2 Beroepsziekten

Voor meer algemene gegevens over beroepsziekten van gevaarlijke stoffen in algemene zin, zie dossier “gevaarlijke stoffen”. Op de website van het Nederlands centrum voor Beroepsziekten (NCvB) kunnen voor beroepslongaandoeningen registratierichtlijnen gevonden worden voor:

- Toxische inhalatiekoorts
- Voor longafwijkingen door blootstelling aan tin grafiet, kobalt en barium
- Voor irritatieve luchtwegaandoeningen
- Voor Beroepsastma

7.1.3 Kwetsbare groepen

Voor algemene informatie over kwetsbare groepen, zie dossier Algemeen Stoffenbeleid, hoofdstuk 7.

Gevoeligheid voor lasrook kan ook het gevolg zijn van een combinatie van een medische aandoening en blootstelling. Dit is afhankelijk van de stof. Dit moet worden ingeschat op basis van een adequate multidisciplinaire RI & E. Risicogroepen met een verhoogde kwetsbaarheid specifiek voor lasrook zijn (niet limitatief):

- Werknemers met een allergische constitutie
- Werknemers met bestaande of pre-existente longproblematiek
- Contactlens dragers (Loriot 1990)
- Werknemers met pre-existente huidproblemen
- Werknemers met chronische klachten aan het bewegingsapparaat

7.2 Diagnostiek en behandeling/begeleiding

De mogelijkheden voor diagnostisch onderzoek zijn afhankelijk van de stoffen waaraan blootstelling plaatsvindt en de daarbij beschreven medische effecten. Een goede registratie en surveillance is hierbij belangrijk. Voor algemene informatie over de rol van de bedrijfsarts, risico naar collega’s en derden, medische beperkingen etc. wordt verwezen naar het dossier Algemeen Stoffenbeleid, hoofdstuk 7.

7.2.1 Diagnostiek

Metaaldampkoorts (inhalatiekoorts)

Ziektebeeld:

- Een acute ziekte die op griep lijkt.
- Enkele uren na de blootstelling heeft men een dorstig gevoel, hoesten, zweet op het voorhoofd, pijn in de ledematen en koorts.
- Compleet herstel is er meestal binnen 1 of 2 dagen, zonder blijvende effecten.
- De ziekte treedt vooral op als men een tijdlang niet gewerkt heeft; meestal treedt gewenning op.

Oorzaak: het inademen van metaaloxiden van zink, mangaan en koperdampen; deze worden door de longen als lichaamsvreemd herkend en reageren daarop.

Diagnostiek: op grond van het typische klachtenbeeld volgend op de blootstelling.

Preventie: Voor laswerk kent beleidsregel 4.9-2 (en bijlage 6) strikte normen. Afhankelijk van de gebruikte laselektrode, het soort beschermingsgas en de lasmethode moeten maatregelen genomen worden om lasrook en andere schadelijke gassen en dampen te laten verdwijnen.

- Bij voorkeur afzuiging aan de bron in combinatie met voldoende aanvoer van verse lucht in de ruimte.
- Op mobiele werkplekken een verplaatsbare lasdampafzuiger met flexibele slang inzetten.
- Voorkomen inademen van lasrook door een goede bronafzuiging, ruimteventilatie, lokale ventilatie (natuurlijk/ mechanisch) en indien dit onmogelijk is adembescherming door filtermasker of verseluchtkap.
- Innovatie stimuleren door de overheid (SZW en EZ) op het gebied van lasrook.

Voorkomen

- Het komt het meeste voor bij het lassen of snijden van gegalvaniseerd staal
- Beroepen lasser, productiepersoneel.

Behandeling

- Het staken van de blootstelling

Beroepsgebonden huid en longproblemen
Zie dossier Irriterende en sensibiliserende stoffen, hoofdstuk 7.

Oogproblemen
Bij ketatoconjuctivitis fotoelectrica is aan het oog door de onderzoeker vaak opvallend weinig te zien behalve dat het oogwit soms wat rood gekleurd is door vaatverwijding maar het voelt pijnlijk tot zeer pijnlijk aan en de patiënt verdraagt licht meestal slecht. Een belangrijk kenmerk is ook dat de ogen aanvoelen of ze minder vocht bevatten zodat iedere knippering van de oogleden het oog "schuurt" en daardoor pijn doet, zelfs het licht bewegen van de oogbol (ergens anders heenkijken) kan zeer doen. Het geneest meestal vanzelf in 1 à 2 dagen. Eventueel kan eenmalig een pijnstillende oogdruppel gegeven worden. Omdat dit de genezing eerder vertraagt dan bevorderd moet het bij eenmaal blijven. De patiënt kan verder pijnstillers gebruiken en zal het liefst met een (eventueel vochtige) doek over de ogen in het donker willen liggen.
In de literatuur zijn geen aanwijzingen gevonden t.a.v. een eventueel chronisch verloop of sensibilisatie. In de NHG-standaard “het rode oog” (M57) kan meer informatie gevonden over de behandeling.

7.2.2 Behandeling en begeleiding

Longaandoeningen
Bedrijfsgeneeskundige interventies bij beroepslongaandoeningen kennen drie mogelijkheden.
Na afweging van alle relevante feiten kan het volgende geadviseerd worden:

- Continuering eigen werkzaamheden
- Vermindering blootstelling
- Niet meer belastbaar voor eigen werk

Voor een volledig overzicht van de argumenten wordt verwezen naar de NVAB richtlijn Astma en COPD. Ingeval van niet-optimale behandeling en/of indien bovengenoemde interventies onvoldoende resultaat opleveren kan de werknemer worden verwezen naar de longarts. Dit kan bijvoorbeeld een longarts zijn met specifieke expertise op het gebied van beroepsastma, via het Nederlands Kenniscentrum Arbeid en Longaandoeningen (NKAL).

Voor behandeling huidproblemen wordt verwezen naar de NVAB richtlijn contact eczeem.

Re-integratie
De long en huid klachten kunnen aanleiding geven tot klachten waarmee de bedrijfsarts rekening dient te houden tijdens het re-integratietraject. Hieronder een, niet limitatieve lijst, van mogelijke beperkingen die zich kunnen voor doen:

- Psychologische beperkingen: acceptatieproblematiek
- Sociale beperkingen: door bijvoorbeeld energetische problemen, neiging tot sociaal isolement;
- Fysische beperkingen: slecht kunnen tegen temperatuurswisselingen, vochtigheid of koude;

- Dynamische beperkingen: Minder in staat tot het verrichten van fysieke werkzaamheden
- Statische beperkingen: meestal geen beperkingen;
- Tijdsbeperkingen: door conditionele klachten, verminderde duurbelasting. Aangewezen op regelmatige pauzes.

Bedrijfsgeneeskundige richtlijnen
De Nederlandse vereniging van arbeids- en bedrijfsgeneeskunde heeft een aantal richtlijnen ontwikkeld, gericht op diverse arbeidsgerelateerde aandoeningen. Onderstaand overzicht een aantal richtlijnen die ook relevant kunnen zijn in het kader van medische begeleiding van lasrook:
- Contact eczeem
- Astma en COPD
- Influenza
- Zwangerschap

Bedrijfsgeneeskundige richtlijnen
- Naast bovengenoemde richtlijnen zijn er nog een groot aantal andere richtlijnen beschikbaar. Deze kunnen gevonden worden op onderstaande link:
- NVAB richtlijnen

Handreiking arbomaatregelen Zwangerschap en Arbo
De stichting van de arbeid heeft een handreiking gepubliceerd met allerlei waardevolle adviezen ten aanzien van zwangerschap, borstvoeding in relatie tot werk

7.2.3 Preventief medisch onderzoek inclusief vroegdiagnostiek

Omdat de stoffen toxisch zijn, is het uitgangspunt geen of een zeer geringe blootstelling. Dit is echter niet altijd mogelijk. Periodiek gericht preventief onderzoek kan helpen de gezondheid van de medewerkers te bewaken. Middels een intredeonderzoek kan de individuele uitgangssituatie worden vastgelegd en met het PMO kan dit over de tijd vervolgd worden.

Aanstellingskeuring
Tenzij er sprake is van aparte wetgeving, is een aanstellingskeuring altijd op vrijwillige basis. Zie hiervoor aanstellingskeuringen en het dossier Algemeen Stoffenbeleid, hoofdstuk 7.

Algemene informatie intredeonderzoek
Zie dossier Algemeen Stoffenbeleid, hoofdstuk 7. Geen aanleiding tot een intredeonderzoek. Voorkomen is beter dan genezen.

Bedrijfsartsen werkzaam in risicobedrijven of branches die niet worden geconfronteerd met lasrook blootstelling gerelateerde klachten worden geadviseerd zelf actief op zoek te gaan naar werknemers met (beginnende) klachten. Het onderzoek kan worden uitgevoerd door middel van vragenlijsten, aangevuld met lichamelijk onderzoek. Algemene informatie Preventief medisch onderzoek (PMO): zie dossier Algemeen Stoffenbeleid, hoofdstuk 7.

Algemene informatie biologische monitoring
Zie biologische monitoring, paragraaf 3.3.4 . Hierin komt naar voren dat biologische monitoring voornamelijk voor vrijgekomen metalen, zoals chroom, kobalt, lood overwogen kan worden. Wanneer de blootstelling aan deze metalen kan voorkomen is biologische monitoring een optie. Zie verder dossier Algemeen Stoffenbeleid, hoofdstuk 7.

Algemene informatie vroegdiagnostiek
Zie dossier Algemeen Stoffenbeleid, hoofdstuk 7. Zie verder PMO.

Aanvullend onderzoek
Bij werknemers van wie de PMO resultaten aanleiding geven, of die al klachten hebben ontwikkeld waarvan vermoed wordt dat ze door het werk zijn veroorzaakt, vindt aanvullend onderzoek plaats. Als de bedrijfsarts dat niet zelf kan, wordt de werknemer daarvoor verwezen naar de andere deskundige,

bijvoorbeeld de Polikliniek mens en arbeid, het NECOD of het Nederlands Kenniscentrum Arbeid en Longaandoeningen (NKAL).

8. Werkgeversverplichtingen

De werkgeversverplichtingen komen voort uit wetgeving (Zie hoofdstuk 4). Kortweg dient de werkgever beleid te voeren waarbij werkdruk en beheersmaatregelen in ieder geval terugkomen in de RI&E en in voorlichting & onderricht. (Artikel 11 van de arbowet)

Wettelijke verplichtingen
Artikel 3 van de Arbowet stelt algemene eisen met betrekking tot veilig werken en het beschermen van de geestelijke en lichamelijke gezondheid van de mens. Doel is ongevallen op het werk te voorkomen, evenals ziekte(verzuim) door arbeidsgebonden factoren. De werkgever dient een zo goed mogelijk arbeidsomstandighedenbeleid te voeren waarbij de actuele stand van de wetenschap en professionele dienstverlening in acht wordt genomen.

Er zijn geen specifieke werkgeversverplichtingen met betrekking tot lasrook.
Bij blootstelling aan chroom VI gelden wel de eisen voor kankerverwekkendestoffen, zie het Kennisdossier kankerverwekkende stoffen.

9. Werknemersverplichtingen

Werknemer is verplicht zich als een 'goed werknemer' te gedragen. Dit betekent bijvoorbeeld dat de werknemer zich moet houden aan de werkvoorschriften van de werkgever en verplicht is om mee te werken aan reïntegratie.

Wettelijke verplichtingen
De Arbowet, hoofdstuk 2, artikel 11 beschrijft de algemene verplichtingen van de werknemer. In de gewijzigde versie van januari 2007 is een belangrijke verplichting opgenomen, namelijk: “De werknemer is verplicht om in zijn doen en laten op de arbeidsplaats overeenkomstig zijn opleiding en de door de werkgever gegeven instructies, naar vermogen zorg te dragen voor zijn eigen veiligheid en gezondheid en die van de andere betrokken personen.”

Gezondheidsschade voorkomen
Ter preventie van gezondheidsschade zijn werknemers verplicht om:
- Arbeidsmiddelen op de juiste wijze te gebruiken;
- De ter beschikking gestelde persoonlijke beschermingsmiddelen op de juiste wijze te gebruiken en na gebruik op de daartoe bestemde plaats op te bergen;
- Mee te werken aan voor hen georganiseerd voorlichting/onderricht;
- De door hen opgemerkte gevaren voor de veiligheid of de gezondheid terstond ter kennis te brengen aan de werkgever of degene die namens deze ter plaatse met de leiding is belast.

Gedragsregel
Kort samengevat is de werknemer verplicht zich zo te gedragen dat de eigen gezondheid niet in gevaar gebracht wordt. Dit betekent voorlichting en onderricht volgen en daar waar mogelijk toepassen, beschikbaar gestelde arbeidsmiddelen op een juiste wijze en verantwoorde wijze gebruiken en daar waar zich knelpunten m.b.t. gezondheidsrisico"s voordoen deze terstond melden zodat maatregelen kunnen worden getroffen.

Er zijn geen specifieke werknemersverplichtingen met betrekking tot lasrook. Bij blootstelling aan chroom VI gelden wel de eisen voor kankerverwekkende stoffen, zie dossier kankerverwekkende stoffen, hoofdstuk 9.

10. Werknemersrechten

10.1 Rechten individuele werknemer

De rechten van de individuele werknemer staan vermeld in de Arbo-wet, paragraaf 4.1.
In het kader van goed arbobeleid is een werkgever onder andere verplicht, de medewerkers Preventief Medisch Onderzoek aan te bieden.
De medewerker kan echter niet worden verplicht aan dit arbeidsgezondheidskundig onderzoek deel te nemen en de medische informatie uit het PMO mag alleen na goedkeuring van de medewerker aan de werkgever worden verstrekt.

Er zijn geen specifieke rechten voor individuele werknemers met betrekking tot lasrook. Bij blootstelling aan chroom VI gelden wel de eisen voor kankerverwekkende stoffen, zie dossier kankerverwekkende stoffen, hoofdstuk 10.1.

10.2 Rechten medezeggenschapsorgaan

In Hoofdstuk 3 van de Arbo-wet wordt aangeven wat wordt verstaan onder samenwerking met, en de bijzondere rechten van, de ondernemingsraad, de personeelsvertegenwoordiging en de belanghebbende werknemers en de regeling ten aanzien van deskundige bijstand.
Artikel 14 en 14a zijn artikelen aangaande maatwerkregeling aanvullende deskundige bijstand bij specifieke taken op het gebied van preventie en bescherming.

RI&E
In aanvulling op artikel 13 laat de werkgever zich bijstaan door één of meer deskundige personen ten behoeve van het toetsen van de risico-inventarisatie en -evaluatie en het opstellen van het plan van aanpak. De ondernemingsraad of het medezeggenschapsorgaan heeft hierin een adviserende rol naar de werkgever en dient dan ook te worden betrokken bij de keuze en mag indien gewenst de uitvoerende partij(en) tijdens de uitvoering begeleiden.

Plan van Aanpak
Na de uitvoering van de risico-inventarisatie en evaluatie en het opstellen van het plan van aanpak dienen deze ter goedkeuring aan de ondernemingsraad of het medezeggenschapsorgaan te worden voorgelegd. Na akkoord worden RI&E en Plan van Aanpak binnen de organisatie bekend gemaakt. Is er geen ondernemingsraad of personeelsvertegenwoordiging dan wordt het advies direct bekend gemaakt aan de belanghebbende werknemers.

Verzuimbegeleiding
De ondernemingsraad of medezeggenschapsraad heeft een adviserende rol als het gaat om de keuze van de uitvoerende partij die wordt ingeschakeld voor de begeleiding van werknemers die door ziekte niet in staat zijn hun arbeid te verrichten, met inbegrip van de bijstand bij de uitvoering van de in de sociale verzekeringswetten gestelde regels.

Er zijn geen specifieke rechten voor medezeggenschapsorganen met betrekking tot lasrook. Bij blootstelling aan chroom VI gelden wel de eisen voor kankerverwekkende stoffen, zie dossier kankerverwekkende stoffen, hoofdstuk 10.2.

11. Praktijkverhalen

Middels diverse voorlichtingsmaterialen, gericht op zowel werknemers als werkgevers in metaal- en metalektrobedrijven, wordt aandacht besteed aan het toepassen van (theoretische) kennis op de praktijk. Deze kennisoverdracht is vooral gericht op bewustwording van risico's en het inzicht dat de lasser zelf grote invloed kan uitoefenen op zijn/haar blootstelling aan lasrook door bijvoorbeeld gedragsaanpassingen. Ook wordt aandacht besteed aan de inzet van beheersmaatregelen en persoonlijke beschermingsmiddelen. Hierbij wordt vaak een passend praktijkvoorbeeld gegeven.

Via onderstaande links kan een aantal van deze voorlichtingsmaterialen worden geraadpleegd:
- De website 5xbeter geeft diverse handvatten om de gevaren van lasrook op de werkvloer over te brengen middels (deels voorbereide) powerpointpresentaties en handouts.

- PIMEX voorlichtingsfilms over de juiste inzet van bijvoorbeeld flexibele afzuiging dragen bij aan het inzichtelijk maken van de blootstelling aan lasrook. te downloaden over gebruikt van beheersmaatregelen.
- De brochure 'Lasrook hou 't buiten je lijf' (2e editie, FME 2004) geeft een aantal zeer praktische tips over de inzet van beheersmaatregelen. Er worden ook enkele ´succesverhalen´ aangestipt door lassers zelf.

12. Referenties

ACGIH. 2013. TLVs and BEIs.

Antonini, J. M. 2003. Health effects of welding. Critical Reviews in Toxicology 33:61-103.

Bruze M, Hindsen M, Trulsson L. Dermatitis with an unusual explanation in a welder. Acta Derm Venereol 1994; 74(5):380-382.

CEN/TC 121/5C 9 Health & safety in welding

CEN ISO/TS 15011-5:2006 Part 5: Identification of thermal degradation products generated when welding and cutting through products composed wholly or partly of organic materials

CEN. 2005. CEN/TC 137 Workplace atmospheres – Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions.

Chung KY, Carter GJ, Stancliffe JD. 1999. Laboratory evaluation of a protocol for personal sampling of airborne particles in welding and allied processes. Appl Occup Environ Hyg 14(2):107-18.

Di Lorenzo L, Trabucco S, Massola A, Corfiati M, Bellol A, Soleo L. [A case of occupational lung disease (welder lung) in a mechanical worker]. G Ital Med Lav Ergon 2007; 29(3 Suppl):840-843.

Elihn, K., P. Berg, and G. Liden. 2011. Correlation between airborne particle concentrations in seven industrial plants and estimated respiratory tract deposition by number, mass and elemental composition. *J.Aerosol Sci.* 42:127-141.

Elsner P, Hassam S. Occupational UVC-induced exacerbation of atopic dermatitis in a welder. Contact Dermatitis 1996; 35(3):180-181.

El-Zein M, Malo JL, Infante-Rivard C, Gautrin D. 2003. Prevalence and association of welding related systemic and respiratory symptoms in welders. Occup Environ Med 60(9):655-61.

EN 1598:1997 Health and safety in welding and allied processes - Transparent welding curtains strips and screens for arc welding processes

EN ISO 10882 Health and safety in welding and allied processes - Sampling of airborne particles and gases in the operator's breathing zone

EN 150 10882 1:2001 Part 1: Sampling of airborne particles

EN 150 10882 2:2000 Part 2: Sampling of gasses

EN ISO 150211 Health and safety In welding and allied processes - laboratory method for sampling fume and gas

EN ISO 150111 Health and satiety In welding and allied processes - laboratory method for sampling fume and gases generated by arc welding

EN ISO 15011.3:2002 Part 2. Determination of ozone concentration using fixed point measurements

EN ISO 15011-4:2006 Part 4: Fume data sheets

EN ISO 15012 Health and safety in welding and allied processes - Requirements, testing and marking of equipment for air filtration

EN ISO 15012 1:2004 Part 1: Testing of the separation efficiency for welding fume

EN ISO 15012 2:2008 Part 2: Determination of the minimum air volume flow rate of captor hoods and nozzles

EN ISO 15021 2:2003 Part 2: Determination of emission rates of gases, except ozone

EN ISO/CD 15012 3:2007 Part 3: Determination of the capture efficiency of welding fume extraction devices using tracer gas method

Feldman, A. L., A. L. Johansson, G. Nise, M. Gatz, N. L. Pedersen, and K. Wirdefeldt. 2011. "Occupational Exposure in Parkinsonian Disorders: A 43-Year Prospective Cohort Study in Men." *Parkinsonism & Related Disorders* 17 (9): 677-682.

Fidan, F., H. Esme, M. Unlu, M. Acar, R. Albayrak, and F. H. Dilek. 2005. "Welder's Lung Associated with Pneumothorax." *Journal of Thoracic Imaging* 20 (2): 120-122.

Fishwick D, Bradshaw L, Slater T, Curran A, Pearce N. 2004 Respiratory symptoms and lung function change in welders: are they associated with workplace exposures? N Z Med J. 2004 May 7;117(1193)

FME M. 2003. Arbo- en miliezorg bij het lassen en snijden.

FME M. 2004. Lasrook hou 't buiten je lijf.

Geurts, S.A.E., Buunk, A.P. & Schaufeli, W.B. (1991). Sociale vergelijkingsprocessen en verzuimtendentie: In R.W. Meertens. A.P. Buunk & R. van der Vlist (Red.). Sociale Psychologie & voorlichting en maatschappelijke problemen (pp. 106-119). Amsterdam: Vuga.

Gezondheidsraad. 1998. CHROMIUM and its INORGANIC COMPOUNDS Health-based recommend occupational exposure limit (revised version). Report nr publication no. 1998/01(R)WGD. ISBN: 90-5549-241-8.

Hannu T, Piipari R, Kasurinen H, Keskinen H, Tuppurainen M, Tuomi T. Occupational asthma due to manual metal-arc welding of special stainless steels. Eur Respir J 2005; 26(4):736-739.

Hansen KS, Lauritsen JM, Skytthe A. Cancer incidence among mild steel and stainless steel welders and other metal workers. Am J Ind Med 1996; 30(4):373-382.

Houba R, Kromhout H & Huizer D. Ontwerpen van meetprogramma's voor blootstelling aan chemische stoffen en statistische analyse van meetresultaten. Hoofdstuk 5 in Handboek Arbeid en Gezondheid, 2013

Huizer. 2007. Ontwikkeling van de lasrook assistent – een praktisch instrument voor het voorspellen en beheersen van blotstelling aan lasrook. TTA.

ISO 17946:2004 Health and safety In welding and allied processes - Wordless precautionary labels for equipment and consumables used in art welding and cutting

ISO/TC 441SC 9 Health & safety In welding and allied processes

ISO/AWI TS 15011-6.2008 Part 6: Procedure for quantitative determination of fume from resistance spot welding

ISO. 2006. ISO TC 44/SC 9 N 119 Health and safety in welding and allied processes – sampling of airborne particles and gasses in the operator’s breathing zone – part1: Sampling of airborne particles.

Ji, C., G. Chen, H. R. Cai, F. Q. Meng, Y. B. Chen, L. C. Guo, J. A. Huang, and C. H. Ling. 2012. "An Unusual Case of Welder's Siderosis with Local Massive Fibrosis: A Case Report." *Chinese Medical Journal* 125 (3): 552-554.

Kanerva L, Estlander T, Jolanki R, Lahteenmaki MT, Keskinen H. Occupational urticaria from welding polyurethane. J Am Acad Dermatol 1991; 24(5 Pt 2):825-826.

Kenborg, L., C. F. Lassen, J. Hansen, and J. H. Olsen. 2012. "Parkinson's Disease and Other Neurodegenerative Disorders among Welders: A Danish Cohort Study." *Movement Disorders : Official Journal of the Movement Disorder Society* 27 (10): 1283-1289. doi:10.1002/mds.25125; 10.1002/mds.25125.

Kendzia B et al. 2013. Welding and lung cancer in a pooled analysis of case-control studies. Am J Epidemiol 178 (10) 1513-1525.

Khalid, I., T. J. Khalid, and J. H. Jennings. 2009. "A Welder with Pneumosiderosis: A Case Report." *Cases Journal* 2: 6639

Kinoshita M, Hanzawa S, Momiki S, Sasaki K, Hashizume I, Kasamatsu N et al. [A case of pneumoconiosis (welder's lung) suspected to be lung cancer]. Nihon Kyobu Shikkan Gakkai Zasshi 1997; 35(10):1124-1131.

Knoll. 2003a. Vooronderzoek naar verbeterde beheersing van lasrook door aangepaste Toortsafzuiging. Onderzoek verricht in 2003 in opdracht van sociale partners in de metalelektro en metaalbewerking en het ministerie van SZW Uitgave in de arboconvenantenreeks SZW in het kader van ‘stand der techniek voor beheersing van de blootstelling aan lasrook in de metalektro en metaalbewerking’ 2005.

Knoll. 2003b. Vooronderzoek naar verbeterde beheersing van lasrook door meebewegende puntafzuiging. Onderzoek verricht in 2003 in opdracht van sociale partners in de metalelektro en metaalbewerking en het ministerie van SZW Uitgave in de arboconvenantenreeks SZW in het kader van ‘stand der techniek voor beheersing van de blootstelling aan lasrook in de metalektro en metaalbewerking’ 2005.

Knoll B. 1999. Haalbaarheid van een verlaagde grenswaarde voor lasrook. TNO Bouw.

Kooistra, J. and S. M. de Hosson. 2012. "Metal Fume Fever, often Unrecognized." *Nederlands Tijdschrift Voor Geneeskunde* 156 (32): A4171

Lasfargues G, Phan VJ, Lavandier M, Renault B, Renjard L, Moline J et al. [Pulmonary siderosis and long-term respiratory risks of arc welders]. Rev Mal Respir 1991; 8(3):304-306.

Lauwerys R. 2001. Industrial Chemical Exposure - Guidelines for biological monitoring (3rd edition).

Liden G, Surakka J. 2009. A headset-mounted mini sampler for measuring exposure to welding aerosol in the breathing zone. Ann occup Hyg 53(2):99-116

Lillienberg L, Zock JP, Kromhout H, Plana E, Jarvis D, Toren K, Kogevinas M. 2008. A population-based study on welding exposures at work and respiratory symptoms. Ann Occup Hyg 52(2):107-15.

Liss GM Health effects of welding and cutting fume - an update. Ontario Ministry of Labour, 1996.

Loriot J, Tourte J. Hazards of contact lenses used by workers. Int Arch Occup Environ Health 1990; 62(2):105-108.

Lubianova IP, Novichenko NL. [The carcinogenic risk factor in the job of a steel welder]. Lik Sprava 1995;(1-2):88-91.

NEN. 1995. NEN-EN 689 Werkplekatmosfeer. Leidraad voor de beoordeling van de blootstelling bij inademing van chemische stoffen voor de vergelijking met de grenswaarden en de meetstrategie.

Pors. 2004. Inventarisatie lasrookemissie van verschillende typen lastoevoegmaterialen. Onderzoek verricht in 2004 in opdracht van sociale partners in de metalelektro en metaalbewerking en het ministerie van SZW Uitgave in de arboconvenantenreeks SZW in het kader van ‘stand der techniek voor beheersing van de blootstelling aan lasrook in de metalektro en metaalbewerking’ 2005.

Pors W. 2002. Lasprocessen en lasrookemissie. Nederlands Instituut voor Lastechniek (NIL).

pr EN IS0/FDIS 15011 1:2008 Part 1. Determination of fume emission rate during arc welding and collection of fume for analysis

prEN ISO/FDIS 15011 21008 Part 2: Determination of emission rates of gases, except ozone, during arc welding, cutting and gouging

prEN ISO/FDIS 15011 3:2008 Part 3: Determination of ozone emission rate during are welding

prEN ISO/WD 10882 1:2008 Part 1: Sampling of airbore particles

Pulmonary fibrosis in an aluminum arc welder. A complex issue. Chest 1983; 83(2):291-292.

Reesal MR, Dufresne RM, Suggett D, Alleyne BC. Welder eye injuries. J Occup Med 1989; 31(12):1003-1006.

Scheepers. 2003. Blootstelling aan lasrook en chroomverbindingen bij laswerkzaamheden in de metalelektro en metaalbewerking. Onderzoek verricht in 2003 in opdracht van sociale partners in de metalektro en metaalbewerking en het ministerie van SZW Uitgave in de arboconvenantenreeks 2006.

Scheepers. 2004. Blootstellingsonderzoek bij laswerkzaamheden: lasrook en Chroomverbindingen. Onderzoek verricht in 2004 in opdracht van sociale partners in de metalektro en metaalbewerking en het ministerie van SZW Uitgave in de arboconvenantenreeks 2006.

Sipkes. 2004. Inventarisatie van innovatieve metaalverbindingstechnieken en beheersmaatregelen van lasrookemissie Onderzoek verricht in 2004 in opdracht van sociale partners in de metalelektro en metaalbewerking en het ministerie van SZW Uitgave in de arboconvenantenreeks SZW in het kader van ‘stand der techniek voor beheersing van de blootstelling aan lasrook in de metalektro en metaalbewerking’ 2005

Stacey P, Butler O. 2008. Performance of laboratories analysing welding fume on filter samples: results from the WASP proficiency testing scheme. Ann Occup Hyg 52(4):287-95.

Stephenson, D., G. Seshadri, and J. M. Veranth. 2003. Workplace exposure to submicron particle mass and number concentrations from manual arc welding of carbon steel. *AIHA.J (Fairfax., Va.)* 64:516-521.

Surakka J. 2005. Development of a minisampler for measuring welders'exposure to metals International conference Health and Safety in welding and allied processes. Copenhagen, Denmark.

Tsyrkunov LP. [Case of eczema in an arc welder as a result of the photosensitizing action of manganese]. Gig Tr Prof Zabol 1983;(10):48-49.

Veldhof. 2002. Onderzoek naar lasrookblootstelling in de transportmiddelenproductie.

Wittczak T, Dudek W, Krakowiak A, Walusiak J, Palczynski C. Occupational asthma due tomanganese exposure: a case report. Int J Occup Med Environ Health 2008; 21(1):81-83.

Wouters. 2005. Bepaling van de blootstelling aan lasrook bij het lassen van roestvrij staal. Laboratorium Industriele Toxicologie

13. Referentie auteurs

Daan Huizer (arbeidshygiënist)
Jaap Maas (bedrijfsarts)
Peter Wielaard (veiligheidskundige)
Helger Siegert (arbeids- en organisatiedeskundige)
Remko Houba (arbeidshygiënist)

14. Peer review

Dit arbodossier is beoordeeld door:
Prof. Dr. H. (Hans) Kromhout, IRAS, Universiteit Utrecht