

Opiniërend

Grenswaarden: een historische perspectief

Jolanda Rijnkels¹

Inleiding

Op de werkplek is er een grote behoefte aan concrete en eenduidige normen die beschermen tegen het ontstaan van gezondheidsschade door blootstelling aan stoffen. De normen helpen bij het nemen van preventieve maatregelen (goede praktijken) en handhaving ervan. Jarenlang werden daarvoor de door de overheid opgestelde grenswaarden gehanteerd, maar met de recente veranderingen in de regelgeving moeten ook individuele bedrijven grenswaarden opstellen en is men steeds meer gebonden aan de Europese grenswaarden. Het gevolg is dat er nu een scala aan normen ontstaan. Er dreigt daardoor een verlies aan overzicht en doorzichtigheid met als gevolg dat er vragen zijn ontstaan over de status en de kwaliteit van die normen.

Bekendheid met de historische ontwikkelingen op het gebied van grenswaarden kan helpen bij de vraag hoe die – met de ervaring en kennis uit het verleden – in de toekomst het beste kunnen worden blijven ingezet en in welke vorm. Met dit doel zijn hieronder de historische ontwikkelingen geschetst van

1. de toxicologie en de arbeidsgeneeskunde, omdat de daarin opgedane kennis de wetenschappelijke basis voor de grenswaarde vormt,
2. de wet- en regelgeving waarin de kaders zijn vastgelegd over het gebruik van grenswaarden en wie daar verantwoordelijk voor zijn, en
3. de grenswaarde als krachtig middel voor preventieve maatregelen.

Giftige stoffen en beroepsziekten

Tot in de Middeleeuwen

De moderne mens moet van begin af aan een besef hebben gehad van eetbaar en niet-eetbaar en dus van vergiften. De vroegste aanwijzingen in geschreven tekst van het bestaan en gebruik van giftige stoffen dateren van ongeveer 2700 v.Chr., waarin wordt gemeld dat Shen Nung, de grondlegger van de Chinese geneeskunde, stierf na het nuttigen van bepaalde kruiden (Gilbert en Hayes, 2006). Andere voorbeelden zijn de gifbeker voor Socrates (470-399 v. Chr.) en de zelfmoord van Cleopatra (69-30 v. Chr.), die een dodelijke cocktail van opium en giftige planten innam (Gilbert en Hayes, 2006). In de geneeskunde van de Middeleeuwen ziet men een vergift als een stof die zowel gunstige als ongunstige eigenschappen kan heb-

ben, en die dus wellicht bruikbaar is om ziekten te kunnen genezen. Dit leidt onder andere tot experimenten op gevangenen, slaven, zieken en dieren. Verder is men zich er al vroeg van bewust dat in bepaalde beroepsgroepen ziekten voorkomen als gevolg van blootstelling aan stoffen, zoals stoflongen bij mijnwerkers en loodvergiftigingen onder metaalwerkers (smederijen) (Geschiedenis van de arbeidsgeneeskunde, 2015; Langman en Kapur, 2006). Zo verschijnt er in de Middeleeuwen het werk van de Duitse geneeskundige Ulrich Ellenborg, waarin hij waarschuwt over de gevaren van het werken met zilver, kwik en lood onder goudsmeden (1473; Geschiedenis van de arbeidsgeneeskunde, 2015).

De Renaissance en Verlichting (16de-18e eeuw)

De Renaissance is een tijd waarin het mens- en wereldbeeld veranderd. De boekdrukkunst wordt uitgevonden, er ontstaat een wereldhandel, de kunst bloeit op en de moderne wetenschap op basis van logica, empirie en experiment krijgt vaste voet aan de grond. Het is kortom een tijd van hervormers en ontdekkers, en zo ook van nieuwe ontwikkelingen in de geneeskunde. Zo spreekt de Zwitserse geneeskundige Paracelsus (Philippus Bombastus von Hohenheim, 1493-1541) over 'Alleen de hoeveelheid maakt het gif'², het basisbeginsel van de toxicologie (Baruch, 1965, Gilbert en Hayes, 2006; Langman en Kapur, 2006). Ook verschijnen in deze periode meerdere werken over arbeidsgerelateerde aandoeningen. Zo publiceert dezelfde Paracelsus in 1533 een monografie over arbeidsgerelateerde aandoeningen in mijnen en smelterijen (Baruch, 1965, Langman en Kapur, 2006); verschijnt in 1556 de *De Re Metallica* van de Duitser Agricola (Georg Bauer) over de mijnbouw en stofblootstelling onder mijnwerkers (Geschiedenis van de arbeidsgeneeskunde, 2015; Gilbert en Hayes, 2006); en legt de Engelse chirurg Percivall Pott in 1775 als eerste een verband tussen beroepsmatige blootstelling en kanker (scrotumkanker bij schoorsteenvegers) (Gilbert en Hayes, 2006; Nielsen en Øvrebø, 2008). Dit is bijzonder omdat kanker vaak pas na vele jaren van blootstelling ontstaat en het lastig is ziekten die op de lange termijn ontstaan in verband te brengen met blootstelling uit het (verre) verleden. In 1700 publiceerde de Italiaanse arts Bernardino Ramazzini *De Morbis Artificum Diatriba*, waarin op systematische wijze beroepsziekten worden beschreven, zoals blootstelling aan lood onder schilders en

¹ Gezondheidsraad

² Vertaald uit het Latijns "Dosis sola facit venenum". Dit is een verkorte vertaling van "Alle ding sind gifft und nichts ohn gifft. Allein die dosis macht das ein ding kein gifft is", welke het verweerwoord was van Paracelsus op de beschuldiging van collega's dat hij patiënten vergiftigde (Van der Kreek, 2000).

pottenbakkers (Geschiedenis van de arbeidsgeneeskunde, 2015; Nielsen en Øvrebø, 2008). Tot in de 19de eeuw zal dit als standaardwerk voor de arbeidsgeneeskunde worden gebruikt.

De 19de en 20ste eeuw

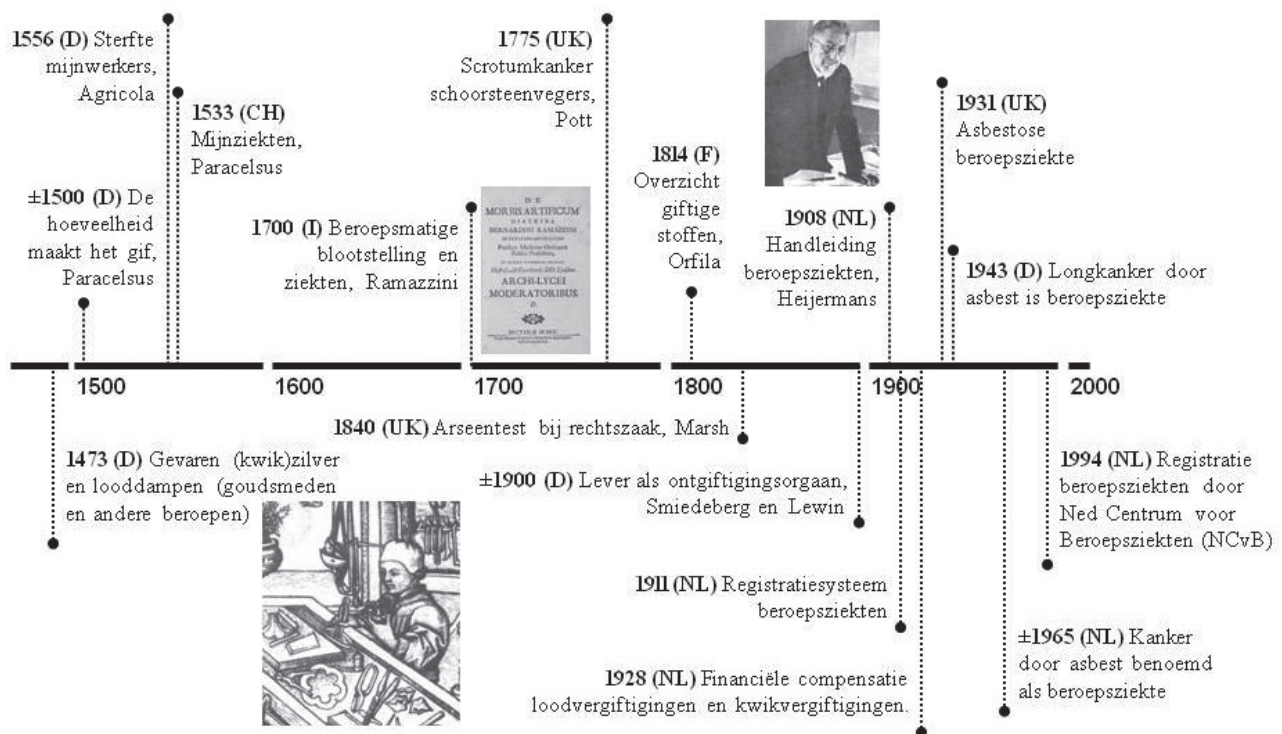
De negentiende eeuw wordt gekenmerkt door grote sociale, politieke en economische veranderingen in de maatschappij, die ingeluid worden door het ontstaan van een industriële samenleving door de omschakeling van handmatig naar machinaal vervaardigde producten (fabrieksarbeid). Mensen trekken van het platteland naar de stad. De slechte gezondheidstoestand van fabrieksarbeiders wordt meer en meer van economisch en maatschappelijk belang, wat uiteindelijk leidt tot staatsbemoeienis, wetgeving en hervorming van de arbeidsomstandigheden. De wetenschappen ontwikkelen zich verder met steeds meer aandacht voor het systematisch uitvoeren van dierexperimenten en klinisch onderzoek (Van der Kreek, 2000). De twintigste eeuw is een voortzetting van deze ontwikkelingen. Rond 1914 ontstaan uit de geneeskunde twee aparte vakgebieden, de farmacologie en de toxicologie (Van der Kreek, 2000). En binnen de toxicologie ontstaan geleidelijk deelgebieden, waaronder de arbeidstoxicologie. Er vinden steeds meer onderzoeken plaats naar beroepsziekten en preventie ervan en uiteindelijk ontstaat er een roep om erkenning van deze beroepsziekten (Geschiedenis van de arbeidsgeneeskunde, 2015).

De ontwikkelingen in de toxicologie liften mee met ontwikkelingen in de wetenschappen. In 1814 publiceert Mateo Boneventura Orfila zijn *Traite des Poisons tirés des règnes minéral, végétal et animal* over de symptomen van giftige stoffen op basis van systematische uitgevoerde

dierexperimenten (Bertomeu-Sánchez, 2014; Gilbert en Hayes, 2006; Langman en Kapur, 2006). Hij probeerde verder door chemische analyses te bewijzen dat iemand door vergiftiging om het leven gebracht kon zijn en legde daarmee de basis voor de forensische toxicologie. De eerste test die voor een rechtszaak (1840) werd gebruikt is echter een arseentest ontwikkeld door James Marsh (Gilbert en Hayes, 2006; Langman en Kapur, 2006). In Duitsland ontstond in de negentiende eeuw een sterke chemische en farmaceutische industrie, een ideale situatie voor de twee Duitse farmacologen, Oswald Smiedeberg (1838-1921) en Louis Lewin (1850-1929), die daardoor de mogelijkheid kregen om uitgebreid de lever te onderzoeken als één van de belangrijkste ontgiftigingsorganen in het lichaam (Gilbert en Hayes, 2006).

De rol van Nederland

Nederland heeft slechts een bescheiden bijdrage geleverd aan nieuwe kennis over giftige stoffen; de kennis kwam vooral uit het buitenland en door klinische ervaringen (Van der Kreek, 2000). Johannes David Hahn (1729-1784), hoogleraar praktische geneeskunde en chemie, gaf een eigen definitie van vergif en bedacht een indeling van vergiften (van onstoffelijke en van stoffelijke aard), die echter in geneeskundige kringen nauwelijks ingang kreeg (Van der Kreek, 2000). In Nederland was in de achttiende en negentiende eeuw veel aandacht voor de schadelijke effecten van lood, doordat bijvoorbeeld loodstoffen werden gebruikt bij materialen voor bier- en wijnbereiding, regenwateropvangsystemen en waterleidingen. Alexander Willem Michiel van Hasselt (1814-1902) was de eerste docent die – vanaf 1842 – het vak toxicologie onderrichtte (Van der Kreek, 2000).



Tijdslijn ontwikkeling toxicologie en arbeidsgeneeskunde

De ontwikkeling van de arbeidsgeneeskunde in Nederland is te danken aan mensen als Samuel Senior Coronel (1827-1892), Louis Heijermans (1873-1938) en Reinier Lambert Zielhuis (1921-1996) (Van der Kreek, 2000). Coronel zocht mensen op in werksituaties en schreef over de schadelijke invloed van chemische stoffen op de arbeiders in verschillende beroepen. Ook Heijermans bezocht arbeiders in fabrieken. Hij schreef in 1908 het eerste Nederlandse leerboek over arbeidsgeneeskunde, de *Handleiding tot de kennis van beroepsziekten*, waarin een goed beeld werd gegeven van de arbeidsomstandigheden en beroepsziekten in verschillende industrieën en ambachten aan het begin van de twintigste eeuw. Zielhuis had nationaal en internationaal grote invloed op de ontwikkeling van de arbeidsgeneeskunde als wetenschap en was nauw betrokken met de wijze waarop in Nederland grenswaarden worden vastgesteld (Van Dijk, 1996).

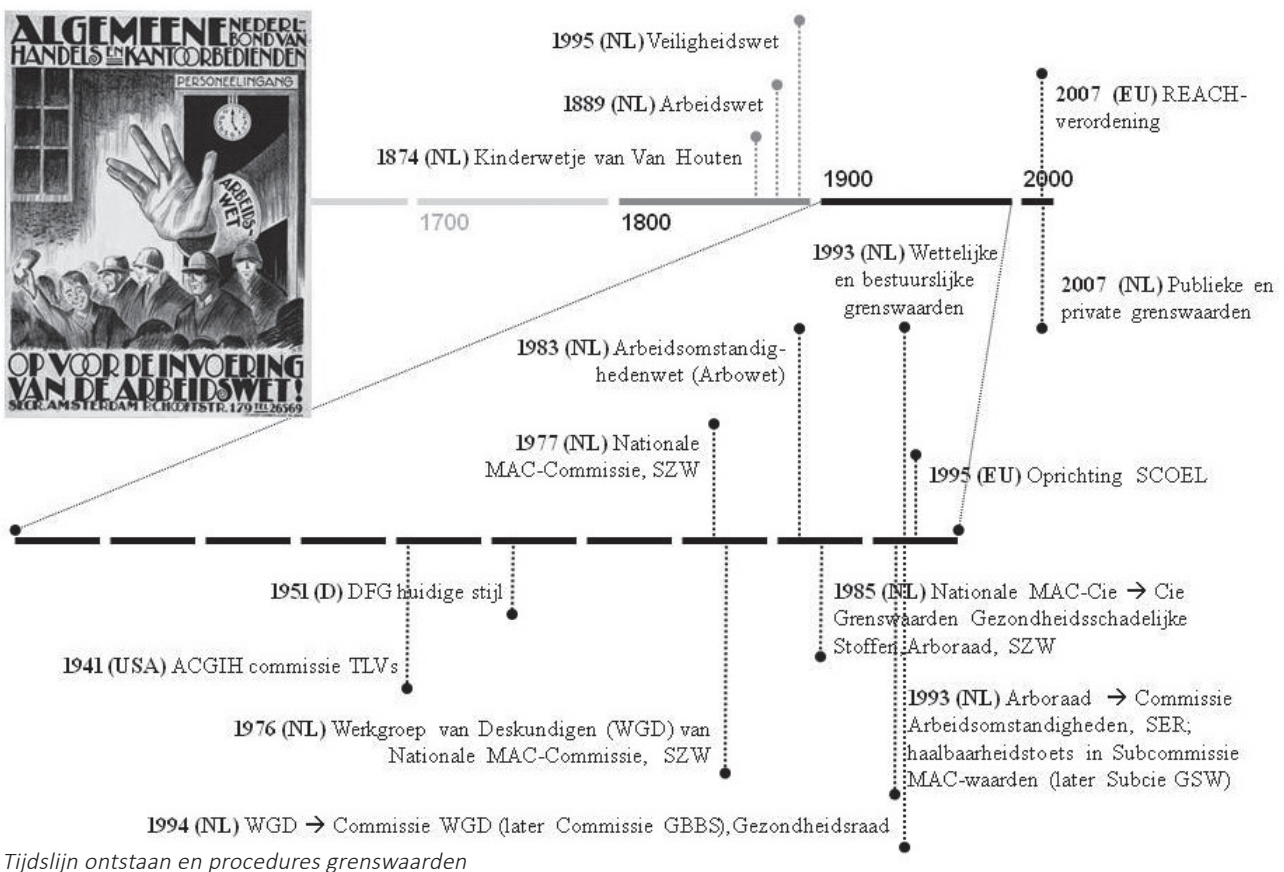
Wet- en regelgeving

De bewustwording van sociale ongelijkheid en het bespreekbaar maken ervan leidt vanaf het eind van de achttiende eeuw tot sociaal-maatschappelijke veranderingen aangaande mensenrechten, emancipatie, gezondheidszorg en hygiëne, en de arbeidsomstandigheden, en tot betere bescherming door de overheid van de zwakkeren in de samenleving. In 1874 treedt het 'Kinderwetje van Van Houten' (1874) over kinderarbeid in werking, de eerste Nederlandse wet over de arbeidsomstandigheden (Bosse, 2012; Hacke, 1931); in 1889 volgt de Arbeidswet (1889), de eerste sociale wetgeving in Nederland over

kinder- en vrouwenarbeid en arbeidstijden; en in 1895 wordt de Veiligheidswet geïntroduceerd, over de gevaren die de veiligheid en de gezondheid in de arbeidssituatie bedreigen (Bosse, 2012; Hacke, 1931). Uiteindelijk gaan in 1983, dus bijna honderd jaar later, deze wetten en aanverwante wetten die in de loop der tijd zijn ontstaan voor verschillende bedrijfstakken en arbeidssituaties, op in de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet).

De wetgeving voorziet vanaf 1911 ook in de verplichting om beroepsziekten te melden via een speciaal daarvoor ingesteld registratiesysteem, en in 1928 worden de eerste financiële compensaties gegeven aan mensen die ziek zijn geworden door onder meer beroepsmatige blootstelling aan lood- en kwikverbindingen (Spreeuwens, 2002).

Grenswaarden worden vanaf 1993 in de Arbowet opgenomen als wettelijk bindend. Ergernis over het trage proces van het vaststellen van grenswaarden, de lage productiviteit, de maatschappelijke wens tot minder overheidsbemoedienis en Europese ontwikkelingen op het gebied van het stoffenbeleid, leiden er uiteindelijk toe dat in 2007 werkgevers en werknemers meer verantwoordelijkheid krijgen voor de gezondheid en veiligheid van werknemers op de werkplek en dat de overheid een meer sturende rol op zich neemt (SER, 2005). Stoffen worden ingedeeld in het private of het publieke domein. Alleen voor stoffen in het publieke domein blijft de wettelijke status gelden. Het gaat om stoffen zonder duidelijke eigenaar, met een hoge kans op ernstige gezondheidsschade en met een



door de Europese Commissie vastgestelde grenswaarde. Voor de (meeste) andere stoffen worden bedrijven, producenten en importeurs verantwoordelijk voor het afleiden van private (of bedrijfs)grenswaarden.

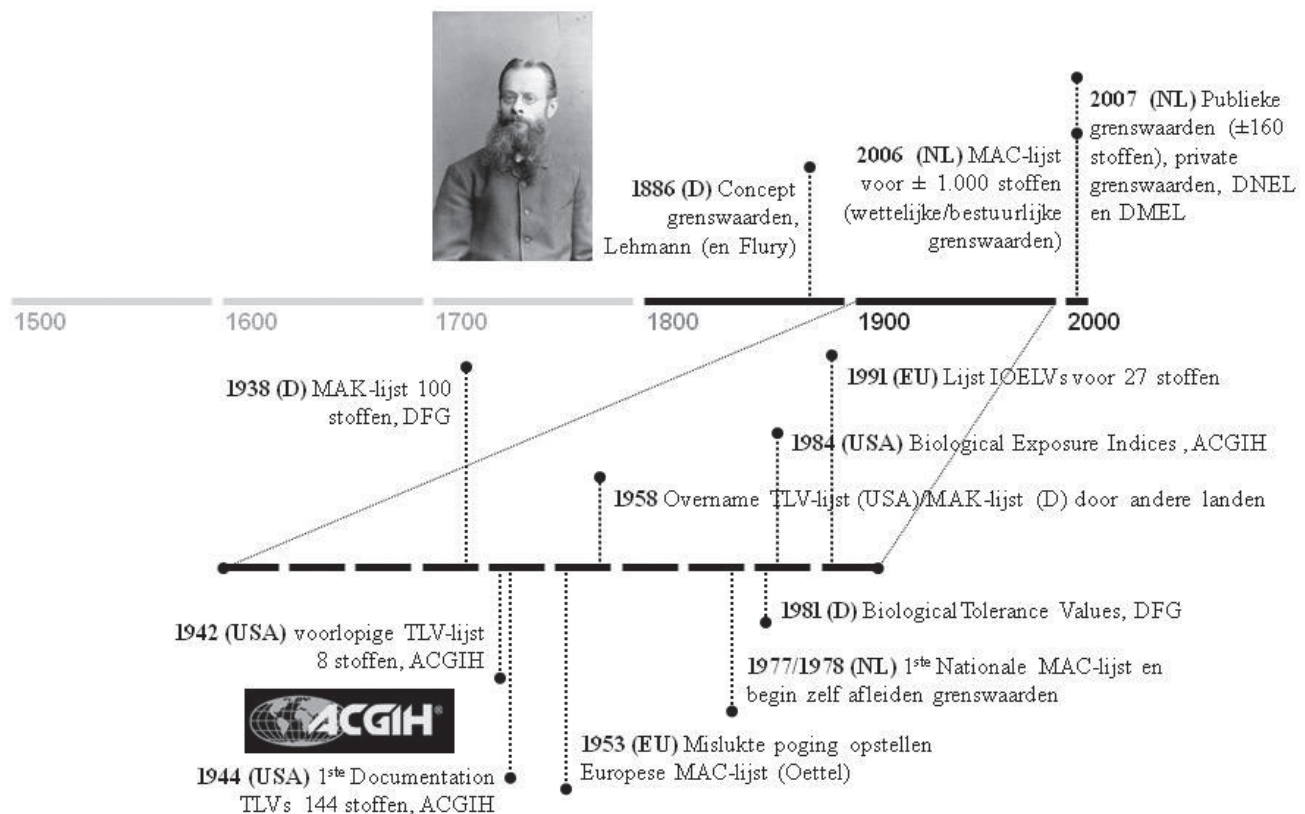
Nederland heeft als lidstaat ook met de wet- en regelgeving van de Europese Unie te maken. De Europese Unie is een statenverband die in de jaren vijftig van de vorige eeuw is opgericht om individuele Europese lidstaten op gelijkwaardige basis economische te laten samenwerken. Kenmerkend voor de jonge geschiedenis van de Europese Unie is de gestage uitbreiding van terreinen waarop samenwerking wordt gezocht, zo ook voor de arbeidsomstandigheden. In 1989 wordt een kaderrichtlijn opgesteld met daarin minimale voorschriften over het waarborgen van de veiligheid en de gezondheid van werknemers op het werk (Richtlijn 89/391/EEG); daarnaast worden richtlijnen opgesteld over Europese grenswaarden (Richtlijn 80/1107/EEG en 88/642/EEG; DFG, 2005). In 2006 volgt de REACH-verordening (EG nr. 1907/2006), die mede is ingegeven door de lage productie van grenswaarden in verhouding tot de tienduizenden stoffen die op de werkplekken worden gebruikt. De verordening handelt over de registratie en beoordeling van, en de autorisatie en beperking, ten aanzien van chemische stoffen (REACH). Eén van de doelen van deze verordening is de gezondheid van de mens en het milieu beter te beschermen tegen de schadelijke werking die chemische stoffen kunnen opleveren. Daarbij worden producenten en importeurs onder bepaalde voorwaarden verplicht om te registreren welke

chemische stoffen zij produceren of importeren, waarbij gegevens over de schadelijkheid van de stof en hoe de gebruiker er veilig mee kan omgaan moeten worden gegeven. Een onderdeel van REACH is het verplicht afleiden van private grenswaarden voor de arbeidssituatie.

Grenswaarden

Het concept 'grenswaarde'

Met de toename in kennis van de natuurwetenschappen, toepassing van nieuwe technologieën en in een tijd dat de slechte arbeidsomstandigheden bespreekbaar werden gemaakt, ontstond aan het eind van de negentiende eeuw het besef dat preventieve maatregelen de arbeiders konden beschermen tegen de schadelijke gevolgen van onder meer blootstelling aan stoffen op het werk en dat normen daarbij konden helpen. De Duitser Karl Bernhard Lehmann werkte in 1886 als eerste het idee van een grenswaarde uit, later samen met Ferdinand Flury (Henschler, 1984; Henschler, 1991). Aan de basis van de grenswaarde ligt het idee dat het optreden van een toxisch effect afhankelijk is van de hoogte van de blootstelling en dus dat bij afnemende blootstelling er een punt komt (drempel of grens) waaronder dat schadelijk gezondheidseffect niet meer optreedt. Op systematische wijze hanteerde Lehmann een benadering in termen van maximum getolereerde concentraties op het werk voor korte en lange termijn blootstelling. Daarvoor bepaalde hij blootstellingsconcentraties in de ademzone van werknemers met behulp van analytisch chemische technieken. Flury introduceerde een aantal wiskundige basisprincipes



Tijdslijn ontstaan en gebruik van grenswaarden

voor de blootstellingsresponsrelaties. Door deze kennis en principes toe te passen met gegevens uit dierexperimenten leidde Lehmann en Flury een drempelwaarde af – en dus een grenswaarde – voor het gas blauwzuur. Hun werk leverde uiteindelijk grenswaarden op voor zo'n honderd chemische stoffen (organische oplosmiddelen, irriterende gassen, halogenen en zure dampen).

Grenswaarden worden omschreven als drempelniveaus waaronder geen schadelijke gezondheidseffecten zijn te verwachten door kortstondige of langdurige blootstelling van gezonde werknemers gedurende het hele arbeidzame leven. Ze worden uitgedrukt als tijdgewogen gemiddelde (tgg) concentraties voor een stof (gas, damp of deeltjes) in de ademzone van een werknemer, gedurende een 8-urige werkdag (tgg 8-uur) of voor ten hoogste 15 minuten (tgg 15-minuten). Ook wordt voor sommige stoffen een ceilingconcentratie als grenswaarde gehanteerd, een concentratie die niet overschreden mag worden. In de jaren tachtig van de 20^{ste} eeuw volgen de biologische grenswaarden, die zijn gebaseerd op concentraties van een stof of zijn metaboliëten in een biologisch medium. De Duitse Forschungsgemeinschaft (DFG) en de American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH) zijn de eersten die biologische grenswaarden afleiden (DFG, 1981; ACGIH, 1984; Thier en Bolt, 2001). Ook in de jaren tachtig volgen grenswaarden voor een bepaalde groep kankerverwekkende stoffen die zijn gebaseerd op gezondheidsrisico's in plaats van drempelwaarden.

Procedures bij het vaststellen van grenswaarden

Het werk van Lehmann en Flury vormden in 1938 de basis voor de *Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen* (MAK), vastgesteld door de Duitse MAK-Kommission van de DFG, een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoeksorgaan. Duitsland was daarmee het eerste land dat op systematische wijze en op grond van wetenschappelijke gegevens grenswaarden afleidde. Een vergelijkbare ontwikkeling deed zich voor in de Verenigde Staten, waar de ACGIH in 1942 een voorlopige lijst van *Threshold Limit Values* (TLV) voor acht stoffen publiceerde, in 1944 gevolgd door de publicatie van de eerste lijst van TLVs voor 144 stoffen (Cherrie, 1986, Ziem and Castleman, 1989). De ACGIH is een professioneel genootschap van arbeidshygiënisten werkzaam bij de industrie en de overheid. Zowel de MAK als de TLV zijn indicatieve grenswaarden en tot op heden niet wettelijke bindend.

Omdat veel landen niet voldoende wetenschappelijke expertise of geld hebben om zelf grenswaarden af te kunnen leiden, nemen – mede door het uitblijven van Europese normen – in de jaren vijftig van de vorige eeuw veel westerse landen de lijst van met name de ACGIH over. Maar uiteindelijk gaan een beperkt aantal Europese landen ook

zelf grenswaarden afleiden. Daaronder vallen naast Nederland, het Verenigd Koninkrijk, Scandinavische landen en Frankrijk.

Wat Nederland betreft nam de arbeidsinspectie in eerste instantie in haar zogenaamde P-bladen de TLVs van de ACGIH over. Maar onvrede over het feit dat voor vele stoffen nog geen grenswaarde was vastgesteld, het beschikbaar komen van steeds meer gegevens van toxicologisch onderzoek, waardoor steeds vaker bestaande grenswaarden moesten worden gewijzigd, en het gegeven dat veel TLVs niet louter gebaseerd bleken te zijn op gezondheidskundige overwegingen, leidde er toe dat Nederland zelf grenswaarden ging afleiden. In 1977 werd daarvoor de Nationale MAC-commissie geïnstalleerd onder de hoede van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW). De commissie bestond uit leden afkomstig uit de Arbeidsinspectie en sociale partners, en adviseerde over Maximaal Aanvaarde³ Concentraties (MAC) van schadelijke stoffen in het arbeidsmilieu aan de Directeur Generaal van de Arbeid van het ministerie. Voor de wetenschappelijke onderbouwing van de MAC-waarden werd de Werkgroep van Deskundigen (WGD) ingesteld, die gezondheidskundig onderbouwde advieswaarden ging afleiden (SZW, 1976). Deze adviezen werden vervolgens getoetst op haalbaarheid (technische en sociaaleconomische aspecten) door de Nationale MAC-commissie. In 1977 werd de eerste Nationale MAC-lijst gepubliceerd, toen nog grotendeels gebaseerd op de TLVs van de ACGIH. Tot 2007 werd de lijst jaarlijks bijgesteld.

In 1993 verandert de status van de MAC-waarden. Vanaf dan stelt de minister van SZW grenswaarden vast die wettelijke bindend worden. Stoffen komen daarvoor in aanmerking als ze zijn vastgesteld via een drietrapsprocedure waarbij een striktere scheiding wordt aangebracht tussen het wetenschappelijk oordeel en advies, de belangen en het beleid. Als gevolg daarvan wordt de WGD ondergebracht bij de Gezondheidsraad (Commissie WGD, later Commissie Gezondheid en beroepsmatige blootstelling aan stoffen (GBBS)) en de Nationale MAC-commissie (Subcommissie MAC-waarden, later Subcommissie Grenswaarden stoffen op de werkplek (GSW)) bij de Sociaal- Economische Raad. Grenswaarden die in het buitenland zijn afgeleid krijgen een bestuurlijke status. De drietrapsprocedure wordt tot op heden gevolgd voor stoffen die in het publieke domein vallen, alleen wordt vanaf 2007 niet meer gesproken van MAC-waarden maar van publieke grenswaarden. Ook de term bestuurlijke grenswaarde verdwijnt.

De Europese Unie neemt in de jaren negentig de drietrapsprocedure van Nederland over (Arbozone, 2015): de Scientific Committee on Occupational Exposure Limits

³ Er is indertijd doelbewust gekozen voor de term 'aanvaarde' en niet voor 'aanvaardbare' om aan te geven dat de MAC aanvaard is door de Nationale MAC-commissie.

⁴ Verplicht bij productie van meer dan 10 ton per jaar per fabrikant; niet verplicht voor tussenstoffen die onder strikt gecontroleerde voorwaarden worden toegepast.

(SCOEL) geeft een wetenschappelijk oordeel en advies (Thier en Bolt, 2001), waarna de haalbaarheid ervan wordt getoetst door de de Advisory Committee on Safety and Health at Work, waarin sociale partners en Europese overheid zijn vertegenwoordigd. Als laatste stap besluit de Europese Raad over een bindende grenswaarde, de *Binding (Occupational) Exposure Limit Value* (BOELV). Naast de bindende grenswaarden zijn er ook de indicatieve grenswaarden (*Indicative (Occupational) Exposure Limit Values*, IOELVs). Deze worden vastgesteld door de Europese Commissie op basis van een gezondheidskundig advies van de SCOEL, zonder tussenkomst van een haalbaarheidstoets.

Door de REACH-verordening dienen sinds 2007 onder bepaalde voorwaarden⁴ private gezondheidskundige grenswaarden te worden afgeleid door producenten en importeurs. Deze *Derived No-Effect Level (DNEL)* en *Derived Minimal Effect level (DMEL)*, zijn niet bindend en kunnen verschillen per bedrijf, bedrijfstak en blootstellingsscenario (inademing, huidblootstelling en inslikken). Daarbij geldt dat bedrijven zich moeten houden aan de indicatieve of bindende Europese grenswaarden als blijkt dat die strenger zijn dan de DNELs of DMELs.

Wetenschappelijk onderbouwing van grenswaarden

Grenswaarden worden als zodanig vastgesteld dat er geen gezondheidsschade kan ontstaan bij de gezonde werknemer gedurende zijn arbeidzame leven. Aan de basis van deze vaststelling liggen wetenschappelijke uitgangspunten ten grondslag. Het moet bijvoorbeeld om schadelijke effecten gaan die relevant zijn voor de mens en die optreden bij voor de werknemer relevante blootstellingsniveaus, er moet een wetenschappelijke onderbouwing zijn voor het bestaan van een drempel waaronder het toxische effect niet optreedt, en er mogen onder de voorgestelde advies- of grenswaarde geen andere noemenswaardige schadelijke gezondheidseffecten optreden.

Er is een bijzondere groep van kankerverwekkende stoffen waarvoor mechanistisch gezien geen drempelwaarde is aan te wijzen. Bij blootstelling is er altijd een risico, hoe klein ook, dat kanker ontstaat. Hoewel de methodieken onderling enigszins verschillen, gebruiken de Gezondheidsraad, de SCOEL, REACH en bijvoorbeeld de Duitse AGS (Ausschuss für Gefahrstoffe, Bundesanhalt für Arbeitsschutz un Arbeitsmedizin) voor deze stoffen een risicobenadering. Deze is gebaseerd op de kans dat een werknemer komt te overlijden door kanker als gevolg van beroepsmatige blootstelling en komt bovenop de kans dat in de (niet-beroepsmatige blootgestelde) algemene bevolking iemand kanker krijgt (Gezondheidsraad, 2012). Secundair aan deze wetenschappelijke uitgangspunten is dat tegenwoordig de risicoanalyse op een transparante wijze wordt beschreven en de wens om alleen grenswaarden af te leiden als daarop effectieve preventieve maatregelen genomen kunnen worden.

Omgaan met onzekerheden

Grenswaarden bevatten onontkoombaar onzekerheidscomponenten. Vanaf de eerste uitwerking van grenswaarden, ruim honderd jaar geleden, vindt er onder wetenschappers discussie plaats over de betekenis van de beschikbare gegevens, de waarde van de wetenschappelijke beoordelingen en de beste afleidingsmethodiek (Henschler 1984, Henschler 1991; Nielsen en Øvrebø, 2008). Het zijn bijvoorbeeld discussies over wanneer sprake is van gezondheidsschade, verschillen in gevoeligheid tussen mensen, validiteit van humane en diergegevens, relevantie van diergegevens voor de mens, bijdrage van andere blootstellingsroutes, blootstelling aan mengsels en de invloed van piekblootstellingen. In de loop der jaren is men gaan accepteren dat op veel van deze vragen geen eenduidige antwoorden zijn te vinden en is men compromissen gaan zoeken (Nielsen en Øvrebø, 2008). Zo zijn er criteria geformuleerd waaraan goede dier- en laboratoriumexperimenten en epidemiologische studies moeten voldoen; worden onzekerheidsfactoren toegepast voor verschillen in gevoeligheid tussen individuen en verschillen tussen mens en dier; zijn afspraken gemaakt over wanneer sprake is van een wezenlijke bijdrage van huidblootstelling aan een effect elders in het lichaam; worden steeds meer geavanceerde methodieken gebruikt voor het afleiden van gezondheidskundige grenswaarden; en worden uit voorzorg aannames gedaan. De compromissen staan logischerwijs voortdurend ter discussie door voortschrijdende inzichten en veranderingen in maatschappelijke beleving. Duidelijk is in ieder geval dat het voor deskundigen lastig is om een goede gezondheidskundig onderbouwde grenswaarde vast te stellen.

Grenswaarden vergelijken

Grenswaarden tussen landen blijken voor een zelfde stof nogal eens te verschillen en dat geeft de nodige verwarring en discussie (Schenk et al., 2008a en 2008b). Die verschillen worden door iedereen als onwenselijk beschouwd, maar ze blijven maar voortbestaan. Daarvoor zijn een aantal redenen te noemen. Ten eerste zijn bij sommige grenswaarden niet alleen gezondheidskundige aspecten in ogenschouw genomen, maar ook de haalbaarheidsaspecten, en soms zijn ze ook beïnvloed door politieke processen. Ten tweede zijn er steeds weer nieuwe gegevens en inzichten waardoor deskundigen nu tot een ander advies zouden komen dan twintig of dertig jaar geleden. Sommige grenswaarden stammen nog uit de jaren zeventig van de vorige eeuw. En ten derde kan het zo zijn dat door culturele en maatschappelijke beleving deskundigen tussen landen anders omgaan met onzekerheden en dat reflecteert zich op de uiteindelijke gezondheidskundige grenswaarde.

De verschillen pleiten volgens velen voor een internationaal uniformere aanpak, samenwerking en harmonisatie. Vooral nog komt dit echter nog nauwelijks goed van de grond.

Alternatieven voor stoffen zonder grenswaarden

Nu werkgevers meer dan ooit verantwoordelijk zijn om zelf grenswaarden af te leiden, krijgen zij niet alleen veel directer te maken met voor de leek lastig te volgen wetenschappelijke discussies, maar ook met de vraag wat te doen als er überhaupt te weinig gegevens zijn om tot een wetenschappelijke onderbouwde grenswaarde te komen. Dit laatste stimuleert het toepassen van pragmatische benaderingen van wisselende wetenschappelijke onderbouwing. Denk hierbij aan hazard banding methodieken, zoals (*Hazard*) *Control banding* en de *Kick-off* waarden. Bij (*Hazard*) *Control Banding* worden risicoscores afgeleid aan de hand van de mate van blootstelling, het optreden van mogelijke gezondheidsschade en/of intrinsieke stofeigenschappen. De score bepaalt het niveau van beheersmaatregelen. Voorbeelden van deze aanpak zijn Stofmanager (Nederland, 2015), COSHH-essentials (UK,

2015) en de *generic exposure values* van ECETOC (ECETOC 2004; Money et al., 2003). *Kick-off* waarden zijn een soort bedrijfsgrenswaarden die afgeleid worden op basis van gevaarsklassen (H-zinnen) en blootstellingsgegevens uit COSHH Essentials en uit het GHS Spaltenmodel van de IFA (DOHSBase Compare, 2015).

De normen die met deze methodieken worden afgeleid hebben geen goede gezondheidkundige onderbouwing – en hebben die pretentie ook niet –, waardoor ze niet zomaar als veilige blootstellingslimiet kunnen worden gezien en vergeleken kunnen worden met de grenswaarden. De ontwikkeling van alternatieve normen lopen parallel met het gegeven dat volgens de wet de werkgevers de blootstelling op het werk altijd zo laag mogelijk dienen te houden volgens het *As Low As Reasonable Achievable/Practicable* (ALARA/ALARP) principe.

Tabel 1 Status van grenswaarden die in Nederland regelmatig aangehaald worden

Naam instantie	Domein	Status	Afkorting	Naam
Nederland				
Gezondheidsraad	publiek	Advies	-	Gezondheidskundige advieswaarde of risicogetallen (carcinogenen)
Ministerie SZW	publiek	Wettelijk bindend (tot 2007)	MAC*	Maximaal Aanvaarde Concentratie
Ministerie SZW	publiek	Wettelijk bindend (vanaf 2007)	-*	Publieke grenswaarde
Bedrijfsleven	privaat	Advies	DNEL/DMEL***	Derived No-Effect Level/Derived Minimal Effect Level (carcinogenen)
Europese Unie				
SCOEL	publiek	Advies	-	Recommendation on Occupational Exposure Limit
Europese Commissie	publiek	Advies, indicatie	IOELV	Indicative Occupational Exposure Limit Value
Europese Raad	publiek	Bindend	BOELV*	Binding Occupational Exposure Limit Value
Bedrijfsleven	privaat	Advies	DNEL/DMEL***	Derived No-Effect Level/Derived Minimal Effect Level (carcinogenen)
Duitsland				
DFG	privaat	Advies	MAK/BAT*	Makimale Arbeitsplatz-Konzentration, Biologischer Arbeitsplatz-Konzentration
AGS	publiek	Advies	TRK	Technische Richtkonzentration (carcinogenen)
BMAS	publiek	Wettelijk bindend	-*	TRGS-lijst (MAK, BAT en TRK)**
USA				
ACGIH	privaat	Advies	TLV	Threshold Limit Value
NIOSH	publiek	Wettelijk bindend	REL*	Recommended Exposure Limit
OSHA	publiek	Wettelijk bindend	PEL*	Permissible Exposure Limit

* Grenswaarden waarbij ook blootstellingspatronen, sociaal-economische aspecten of politieke processen meegewogen zijn;

** Door een wetswijziging in Duitsland, in 2005, worden momenteel de MAK, BAT en TRK namen vervangen door AGW (Arbeitsplatzgrenzwerte) en BGW (Biologischer Grenzwerte);

*** Voor stoffen met een productie of import van meer dan 10 ton per jaar.

Tabel 2 Mate van wetenschappelijk onderbouwing van blootstellingsnormen op de werkplek

Basis voor afleiden van normen	Overheid	Bedrijfsleven
	Stoffen met grenswaarde	
Gezondheidskundige wetenschappelijke gegevens	Publieke grenswaarden, IOELV, BOELV, TRGS-lijst (MAK, BAT, TRK), PEL, REL	Private grenswaarden, DNEL, DMEL, TLV
	Alternatieven voor stoffen zonder grenswaarde	
Gevaarscategorieën H(azard)-zinnen	-	Kick-off (grens)waarden (Hazard) control banding
Technische haalbaarheid	-	ALARA/ALARP

Conclusie

De historische ontwikkelingen laten zien dat grenswaarden en andere normen een reflectie zijn van sociale, maatschappelijke en economische beleving, waaruit een sterke behoefte ontstond om werknemers te beschermen tegen de gezondheidsschade door blootstelling aan stoffen. Jarenlang golden grenswaarden als één van de krachtigste instrumenten: eerst als indicatieve norm, daarna als wettelijk bindend en tenslotte gesplitst in publieke (wettelijke) en private grenswaarden. In eerste instantie nam de Arbeidsinspectie de grenswaarden uit het buitenland over, later leidde de overheid die zelf af en nu moeten voor de meeste stoffen de werkgevers en producenten dat doen. Dit laatste bracht een nieuwe ontwikkeling van praktische normen op gang voor stoffen waarvoor onvoldoende wetenschappelijk onderbouwde gegevens zijn om een grenswaarden te kunnen afleiden. En dan is er nog de Europese wet- en regelgeving. Zo heeft men in Nederland anno 2015 te maken met de nationale publieke en private grenswaarden, de Europese publieke en private (voor verschillende blootstellingsscenario's) grenswaarden, en met praktische normen, ieder met een eigen status en niveau van wetenschappelijke onderbouwing (zie Tabellen 1 en 2).

Het is daarom goed voor te stellen dat betrokken partijen het overzicht dreigen te verliezen en de behoefte aan eenduidige en concrete normen verder weg lijkt dan ooit. In ieder geval is het niet eenvoudiger op geworden. Het is dan ook niet zo gek dat men worstelt met antwoorden op vragen die gaan over de kwaliteit en kwantiteit van grenswaarden, hoe kleine en middelgrote bedrijven aan de benodigde specifieke deskundigheid kunnen komen, openbaarheid van toxiciteitsgegevens en internationale harmonisatie en uniformiteit. Waar dit toe zal leiden is nog onduidelijk. Wordt het meer en meer maatwerk met per bedrijfstak of per bedrijf grenswaarden voor diverse scenario's of gaan we weer terug naar één duidelijk herkenbare grenswaarde? Blijven de gezondheidkundig onderbouwde grenswaarden in de toekomst op deze manier wel een belangrijke richting geven voor de goede praktijken, of nemen wellicht de praktische benaderingen dat over? De toekomst zal het uitwijzen.

Literatuur

Arbozone (2015) Europese grenswaarden. Hoofdstuk 5 uit jaarboek *Grenswaarden gezondheidsschadelijke stoffen*, Editie 2015, www.arbozone.nl (toegang 30 januari 2015)

Baruch JZ (1965). Paracelsus als pionier van de bedrijfsgeneeskunde. *Scientiarum Historia: Tijdschrift voor de Geschiedenis van de Wetenschappen en de Geneeskunde* 7:33-41

Bertomeu-Sánchez (2014). Classroom, salons, academies, and courts: Mateu Orfila (1787-1853) and nineteenth-century French Toxicology. *Ambix* 61: 162-186

Bolt HM en Thier R (2006). Biological monitoring and Biological Limit Values (BLV): the strategy of the European Union. *Toxicology Letters* 162: 119-124

Bosse, van den E (2012). Arbeidsomstandigheden en gezondheid. Het effect van verschillende arbeidskarakteristieken. Bachelor-scriptie, 32875pb, Erasmus School of Economics, Sectie Health

Economics, Rotterdam, 23 juli 2012

Burdorf A, Swuste P en Van der Maas P (1988). Asbest en gezondheid: van patiëntbespreking naar erkenning van beroepsziekten in Nederland. *Nederlands Tijdschrift voor de Geneeskunde* 132: 2162-2167

Cherrie JW (1986). Occupational exposure limits and their economic costs. Historical Research Report TM/86/02, Institute of Occupational Medicine, Edinburgh, Verenigd Koninkrijk

COSHH Essentials (2015). www.coshh-essentials.org.uk (toegang 30 januari 2015)

DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft (2005). Introduction to biological monitoring. The MAK-Collection Part II: BAT Value Documentations, Volume 4, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim, Duitsland

Dijk, van FJH (1996). Personalia in memoriam prof. dr. R.L. Zielhuis. *Nederlands Tijdschrift voor de Geneeskunde* 140: 1748

DOHSBase Compare® (2015). www.dohsbase.nl (toegang 30 januari 2015)

European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (ECETOC) (2004). Targeted risk assessment. ECETOC Technical Report No. 93, Brussels, Belgium

European Chemicals Agency (ECHA) (2015). echa.europa.eu (toegang 30 januari 2015)

Gezondheidsraad (2012). Leidraad berekening risicogetallen voor carcinogene stoffen. Den Haag, Gezondheidsraad, publicatienummer 2012/16

Geschiedenis van de arbeidsgeneeskunde (2015). Arbeidsgeneeskunde in historisch perspectief, de zorg om werk en gezondheid. www.geschiedenisarbeidsgeneeskunde.nl (toegang 30 januari 2015)

Gilbert SG en Hayes A (2006). Lessons learned: milestones of toxicology. Interactieve poster uit *A small dose of toxicology. The health effects of common chemicals*. Institute of Neurotoxicology and Neurological Disorders, and Northeastern University, www.asmalldoseof.org (toegang 30 januari 2015)

Hacke AHW (1931). De Sociaal-economische betekenis der arbeidswet. Proefschrift, Technische Hoogeschool Delft. J.W. Wolters uitgevers-maatschappij, Groningen, Den Haag, Batavia

Henschler D (1984). Exposure limits: history, philosophy, future developments. *Ann Occup Hyg* 28: 79-92

Henschler D (1991). The concept of occupational exposure limits. *The Science of the Total Environment* 101: 9-16

Kreek, van der FW (2000). Alexander Willem Michiel van Hasselt, 1814-1902, de eerste docent toxicologie in Nederland. Proefschrift, Universiteit Utrecht

Langman LJ en Kapur BM (2006). Toxicology: then and now. *Clinical Biochemistry* 39: 498-510

Money CD (2003). European experiences in the development of approaches for the successful control of workplace health risks. *Ann. Occup. Hyg.* 47: 533-540

Nielsen GD en Øvrebø S (2008). Background approaches and recent trends for setting health-based occupational exposure limits: a minireview. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 51: 253-269

Overheid (2015). Wet- en regelgeving in Wegwijzer naar informatie en diensten van alle overheden. wetten.overheid.nl (toegang 30 januari 2015)

Schenk L, Hansson SO, Rudén C en Gilek M (2008a). Occupational exposure limits: a comparative study. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 50: 261-270

Schenk L, Hansson SO, Rudén C en Gilek M (2008b). Are occupational exposure limits becoming more alike within the European Union? *Journal of Applied Toxicology* 28: 858-866

SER, Sociaal-Economische Raad (2005). Een nieuw grenswaardenstelsel. Advies van de Commissie Arbeidsomstandigheden. Den Haag, Publicatienummer 8

Spreeuwiers D (2002). Negentig jaar melden van beroepsziekten. TBV 10: 205-210

Stoffenmanager (2015). <https://stoffenmanager.nl> (toegang 30 januari 2015)

SZW, ministerie van Sociale Zaken (1976). Brief van minister van SZW over besluit instelling Werkgroep van deskundigen ten behoeve van de in te stellen MAC-Commissie, 2 juni 1976

Thier R en Bolt HM (2001). European aspects of standard setting in occupational hygiene and medicine. *Reviews on Environmental Health* 16: 81-86

TNO (2008). Beslisschema grenswaarde keuze. Notitie van Consortium aan begeleidingscommissie Leidraad, 08 januari 2008, ref. 9S2119.01/N0009D/Nijm, Sociaal-Economische Raad

Ziem GE en Castleman BI (1989). Threshold Limit Values: historical perspectives and current practice. *Journal of Occupational Medicine* 31: 910-918

Bronnen nationale en Europese wet- en regelgeving (16 maart 2015): Arbozone (www.arbozone.nl); Europees Agentschap voor Veiligheid en Gezondheid op het Werk (<https://osha.europa.eu/nl>); Eur-Lex (eur-lex.europa.eu); zoek.officielebekendmakingen.nl (o.a. Staatscourant, overheidsstukken vanaf 1995); Nationaal Archief (www.gahetna.nl)

Bronnen afbeeldingen (16 maart 2015): portret Heijermans (socialhistory.org/bwsa/biografie/heijermans-l), voorkant boek Ramazzini (www.gonnelli.it), gravure goudsmid (www.genealogie-info.nl/), poster 'Op voor de invoering van de arbeidswet!' (www.iisg.nl), portret Lehmann (de.wikipedia.org), logo ACGIH (www.acgih.org).