

Ongevalseausaliteit in de negentiende en in de eerste helft van de twintigste eeuw, de opkomst van de brokkenmakertheorie in de Verenigde Staten, Groot-Brittannië en Nederland

Paul Swuste¹ Coen van Gulijk¹, Walter Zwaard²

Samenvatting

Er zijn verschillende soorten bedrijfsongevallen; van relatief simpele ongevallen veroorzaakt door uitglijden, struikelen, of vallen tot de meer complexe procesgerelateerde ongevallen. De modellen om deze ongevallen te begrijpen stammen uit het begin van de twintigste eeuw. Terwijl in die periode industriële rampen nog steeds gezien werden als 'acts of God', werden oorzaken van bedrijfsongevallen gezocht in de manier waarop werknemers reageren op gevaarlijke condities, of in externe omstandigheden. De toegenomen productiesnelheid van machines en de hogere werkdruk is een voorbeeld van deze laatste categorie. De 'Safety First Movement' heeft altijd de eerste oorzaak gepropageerd, de zogenaamde 'individuele hypothese'. Deze beweging, een privaat initiatief van de staalindustrie, startte in de Verenigde Staten in 1906 en is daarna uitgewaaierd over West Europese landen. Dertien jaar later werd deze nadruk op 'de menselijke fout' wetenschappelijk onderbouwd met statistisch studies, uitgevoerd door de British Industrial Fatigue Board. Deze theorie, die later bekendheid zou krijgen als de brokkenmakertheorie, ging uit van de het bestaan van de 'onachtzame werknemer'. De populaire 88-10-2 regel van Heinrich is een andere uitdrukking van hetzelfde principe: 88% van de ongevallen wordt veroorzaakt door menselijk handelen, 10% door technische mankementen en 2% zijn 'acts of God'. Een ander aansprekend beeld is de beroemde presentatie van Heinrich's vallende dominostenen, met 'onveilige handelingen' in het centrum. Na de Tweede Wereldoorlog heeft de brokkenmakertheorie vanuit de wetenschap veel commentaar gekregen; vanwege de statistische benadering van ongevallen én omdat het onderzoek zich concentreert op slechts één van de mogelijke oorzaken van ongevallen. Hoewel wetenschappelijk gezien de theorie in diskrediet is gebracht blijven Heinrich's ideeën in het vakgebied tot vandaag nog vrij populair.

Inleiding

In de afgelopen 90 jaar zijn industriële ongevallen op verschillende manieren geïnterpreteerd, verklaard en uitgelegd. Iedereen heeft wel eens gehoord van de term 'accident prone', of het Nederlandse equivalent 'brokkenmaker'. Dit artikel beschrijft de opkomst van de brokkenmakertheorie, een theorie die de oorzaak van ongevallen zoekt in het gedrag en in de persoonlijkheidsstructuur van werknemers, die het slachtoffer zijn geworden. De opkomst van modellen en theorieën is het gevolg van de professionalisering van het

Summary

Industrial accidents are covering a wide area, starting from relative simple accidents, like slips, trips, and falls to the more complex process accidents. Models to understand these accidents originate from the start of the 20th century. While industrial disasters in that period were still considered as acts of God, causes of occupational accident were found either in the workers' capacity to handle hazardous situations, or in environmental causes, like the speeding up of machines and the increased pressures of work. A strong advocate of the so-called 'individual hypothesis' was the Safety First Movement. This movement started in 1906 in the US as a private initiative of the steel industry, and later spread out over Western European countries. Thirteen years later, this focus on human error gained its scientific justification from statistical studies conducted by the British Industrial Fatigue Research Board. This theory, which later became known as the accident proneness theory, assumed the existence of 'the careless worker'. The popular 88-10-2 rule of Heinrich is another expression of a similar principle: 88% of accident causes are human error, and 10% is hardware failure, and 2% are acts of God. Another strong picture is the famous presentation of Heinrich's domino's, with 'unsafe acts' at the centre of a row of falling domino stones. In the scientific press, the accident proneness theory is heavily criticized after World War II, partly because of the statistical approach chosen, and partly because only one possible cause of accidents is taken into consideration. Although in the science domain the theory has become discredited, even today Heinrich's concepts still remain popular in the professional field.

veiligheidskundige vakgebied. De Verenigde Staten spelen daarbij een dominante rol. Daar ontstaat aan het begin van de twintigste eeuw de Safety First Movement, een beweging die het onveilige gedrag van werknemers als primaire oorzaak van bedrijfsongevallen ziet. Na de Eerste Wereldoorlog krijgt deze aanname een wetenschappelijke onderbouwing. De brokkenmakertheorie is de eerste theorie van het nog jonge vakgebied en de onderbouwing is afkomstig van de Britse Fatigue Research Board (Greenwood en Woods, 1919). Dit artikel

¹ Sectie Veiligheidskunde, Technische Universiteit Delft, p.h.j.j.swuste@tudelft.nl

² Opleider en adviseur, Delft

beschrijft de periode vanaf het eind van de 19^e eeuw tot na de Tweede Wereldoorlog. De invloed van de Amerikaanse en Britse ontwikkelingen in Nederland komt aan bod, evenals de discussies naar aanleiding van de theorie in zowel de wetenschappelijke als in de vakpers. Voor dit overzicht zijn de onderstaande onderzoeksvragen zijn leidend geweest:

- Binnen welke context heeft de theorievorming plaatsgevonden?
- Waar is de theorie op gebaseerd en, indien beschikbaar, welke dataverzameling heeft er aan ten grondslag gelegen?
- Welke consequenties heeft de theorie voor het vakgebied van de veiligheidskunde (gehad) en gedurende welke periode is de theorie dominant (geweest)?
- Heeft de theorie tot één of meerder onderzoeklijnen geleid binnen de veiligheidskunde?

Een uitgebreid literatuuronderzoek is de basis geweest voor de beantwoording van de vragen. Veel van de oorspronkelijke referenties en bronnen zijn aanwezig in de Centrale Bibliotheek van de Technische Universiteit Delft. Indien daar niet aanwezig zijn bestanden van internationale bibliotheken geraadpleegd. Voor de ontwikkeling van het vakgebied en van de brokkenmakertheorie in Nederland zijn de tijdschriften *De Ingenieur*, vanaf 1886 en *De Veiligheid*, vanaf 1927 geraadpleegd.

De ontwikkelingen op het gebied van arbeidsveiligheid in Duitsland komen helaas slechts anekdotisch aan bod. Dit land kent eveneens een zeer vroege traditie op dit gebied. De auteurs hebben echter nog niet de mogelijkheid gehad om de ontwikkelingen in dit land bij het onderzoek te betrekken. In de vraagstelling worden de termen 'theorievorming' en 'theorie' gebruikt. Een theorie is op te vatten als een gevalideerd model. Met een theorie zijn waargenomen verschijnselen, in dit geval ongevallen, te analyseren en belangrijker, met een theorie kunnen voorspellingen worden gedaan. Een model is een schematische presentatie van de werkelijkheid, die nog niet gevalideerd is, nog niet ondersteund en bevestigd door onderzoeksresultaten. Voorbeelden van modellen zijn de Zwitserse kaas of de vlinderdas, die door hun eenvoud een grote zeggingskracht hebben en sterke visualisaties zijn van het verloop van ongevalsprocessen. De eerste theorie uit het begin van de 20^e eeuw is de 'accident proneness theorie'. In het Nederlands ook wel de brokkenmakertheorie genoemd. Een tweede punt uit de vraagstelling is het onderscheid tussen de ontwikkeling van veiligheidskunde als wetenschap en de toepassing van veiligheidskundige kennis binnen het vakgebied. Met dit laatste wordt de kennisontwikkeling van de beroepsgroep aangeduid, die niet a priori parallel loopt met discussies in het wetenschappelijke domein.

De 'Safety First' beweging, de eerste nationaal georganiseerde veiligheidscampagne

De Amerikaanse Safety First beweging

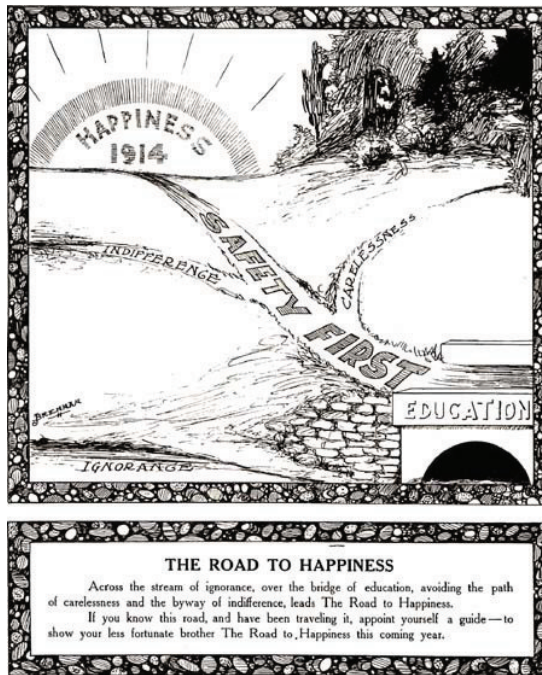
In de Verenigde Staten komt in de tweede helft van de negentiende eeuw de mijnbouw, staal- en productindustrie en de

handel opzetten en deze sectoren worden gaandeweg gedomineerd door grote conglomeraten van bedrijven. Industriële veiligheid, voor zover onder de aandacht, is dan zelden het domein van managers; zij bemoeien zich niet met werkplekken. Het is de voorman die de baas is, en die arbeidskrachten huurt en ontslaat. Vooral voor ongeschoolde arbeid resulteert dit in een zeer groot verloop. Het is dus niet verwonderlijk dat de ongevalsincidentie in de industrie zeer hoog is. Nationale ongevalscijfers uit de industrie zijn aan het begin van de twintigste eeuw voorhanden en in 1907 kan voor het eerst een internationale vergelijking worden gemaakt. Dan blijkt dat het Amerikaanse dodental in de staalindustrie volgens de statistieken een factor drie tot vier hoger ligt dan in Duitsland, waar de ongevalsincidentie op 0,2 per 10⁶ manuren ligt. Een jaar later maakt Frederick Hoffman, een statisticus van een verzekeringsmaatschappij, voor het Bureau of Labor Statistics een schatting van de landelijke mortaliteit in de industrie; 25.000 doden (Anoniem, 1915, 1926a; Aldrich, 1997). Ook het voorwoord van het eerste Amerikaanse standaardwerk op het gebied van industriële veiligheid maakt melding van onrustbarende aantallen (Cowie, 1916). In de eerste zin wordt gesteld dat de jaarlijkse tol van arbeid in 1915, 35.000 doden 350.000 zwaar en 2.000.000 licht gewonden, hoger is dan het totaal aantal slachtoffers van de burgeroorlog van 1861 – 1865. De betrouwbaarheid van deze cijfers is niet bekend. Maar het beeld dat de mortaliteit van de Amerikaanse industrie zeer hoog is, ook in vergelijking met de Europese industrie, wordt regelmatig in publicaties aangehaald. Over de oorzaken van ongevallen bestaan aan het begin van de twintigste eeuw nog vrij rudimentaire ideeën; ongevallen horen bij het werk, zijn onvermijdelijk en zijn te wijten aan het gedrag van werknemers. De werkplek is verworpen tot een extreem gevaarlijke locatie en de nadruk op de schuldvraag belemmert de mogelijkheden van preventie. US Steel is een van de bedrijven die in toenemende mate last krijgt van de onveiligheid bij haar productie; ongevallen hebben een negatief effect op de productie en productiviteit. Dit bedrijf is dan het grootste staalbedrijf van het land en heeft vestigingen op vele locaties. Zij start in 1906 het eerste groot-schalige particuliere initiatief voor bedrijfsveiligheid; de Safety First beweging (Palmer, 1926). Een illustratieve poster uit eind 1913, en het bijbehorende gedicht 'the road to happiness' laat de drijfveren van de Safety First beweging zien (figuur 1).

Het figuur is op te vatten als het eerste model van oorzaken van ongevallen, waarbij persoonsgebonden eigenschappen en gedragsaspecten de belangrijkste determinanten zijn. Een dergelijke nationale veiligheids campagne binnen de industrie is nog nooit eerder vertoond. Er zijn bedrijven, die het initiatief direct omarmen. DuPont is daar een voorbeeld van, een bedrijf dat in die periode buskruit produceert en een natuurlijk belang in veiligheid heeft.

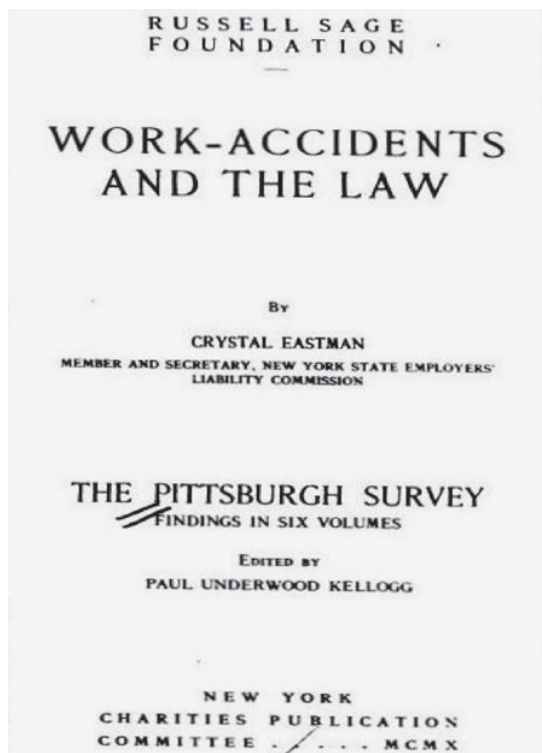
Het Pittsburgh onderzoek, staal is oorlog

US Steel heeft de humanitaire overwegingen voor de campagne altijd benadrukt, maar dat neemt niet weg dat het bedrijf



(Figuur 1) *The road to happiness, US Steel, eind 1913*

al enige tijd zeer negatief in de publiciteit staat. ‘Staal is oorlog’ is een gangbare slagzin en met overduidelijke titels als ‘Making steel and killing men’ en ‘The law of the killed and the wounded’ vraagt de weekpers van Chicago aandacht voor de werkcondities bij het bedrijf (Hard, 1907). Naast deze publiciteit start in 1907 het zogenaamde ‘Pittsburgh survey’



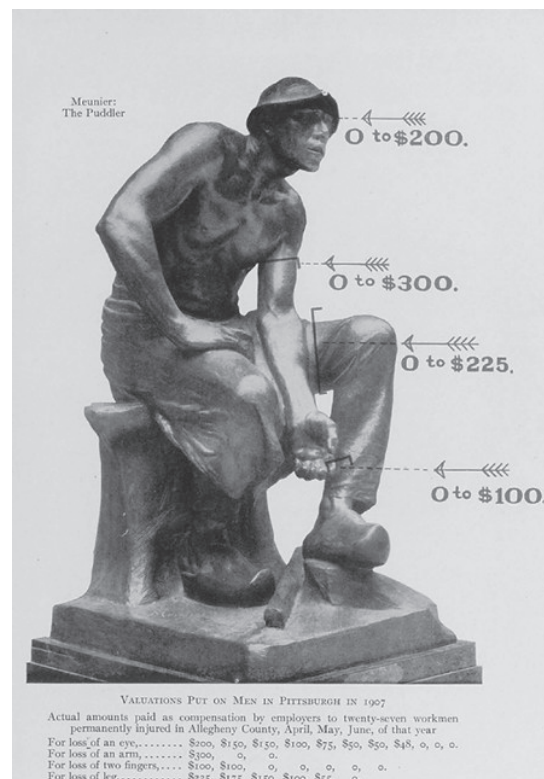
(Figuur 2) *Titelblad Pittsburgh survey, Eastman 1910*

het eerste Amerikaanse sociologische studie naar woon-, werk- en leefomstandigheden in het Allegheny district in Pennsylvania, geïllustreerd met foto's van Lewis Hine (Kellogg, 1909).

De condities in de industriestad, waar US Steel een dominante positie heeft, geven een uitvoering beeld van de harde kant van de industrialisatie.

Eén van de vele publicaties uit de Pittsburgh survey is het werk van sociologe Crystal Eastman ‘Work Accidents and the Law’ (figuur 2, Eastman, 1910). Ze heeft hierin als eerste de oorzaken van enkele honderden dodelijke industriële ongevallen systematisch onderzocht, evenals de financiële consequenties voor de getroffen families.

In tegenstelling tot Europa, is de compensatie van ongevallen niet bij wet geregeld. Uit de studie blijkt dat de financiële bijdrage van het bedrijf aan families van slachtoffers, als die al worden uitgekeerd, nauwelijks voldoende is om begrafeniskosten te dekken. Figuur 3 geeft een overzicht van de bedragen die in 1907 per lichaamsdeel zijn uitbetaald. Rond 1920 hebben de meeste staten deze wetgeving ingevoerd (Ashford, 1976).

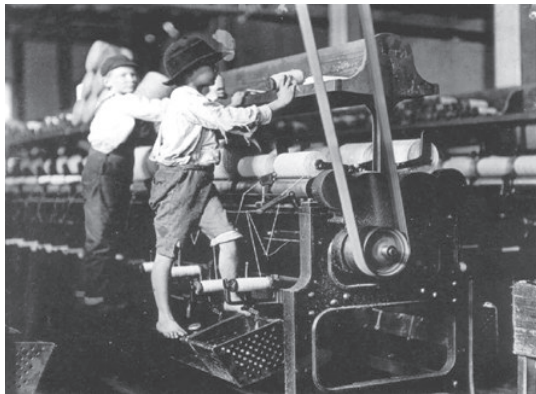


(Figuur 3) *Compensatie betaald per lichaamsdeel, Pittsburgh survey, Eastman, 1910*

Anders dan het algemeen geldende beeld, laat Eastman zien dat ongevallen begrepen moeten worden uit de omstandigheden waaronder gewerkt moest worden; de lange werktijden, de hoge productiedruk, de chronische oververmoeidheid, de hitte en het lawaai, en aan de lage leeftijd en onervarenheid van de werkers.

'If a hundred times a day a man is required to take necessary risks, it is not in reason to expect him to stop there and never take an unnecessary risk. Extreme caution is as unprofessional among the men in dangerous trades as fear would be in a soldier' (Eastman, 1910).

Niet alleen de staalindustrie ligt onder vuur. Ook andere industrietakken, zoals de vleesverwerkende industrie, de textiel- en auto-industrie zijn onderwerp van romans en fotoboeken en laten de erbarmelijke condities zien waaronder moet worden gewerkt. Bekende voorbeelden zijn 'The Jungle' van Upton Sinclair over het lopende band werk in de slachthuizen van Chicago (Sinclair, 1906), de foto's van Lewis Hine voor de National Child Labor Committee uit 1908 (Anoniem, 1977; Doherty, 1981; Freedman, 1994) (figuur 4) en Céline's verslag van de New Yorkse Ford fabrieken in 'Voyage au bout de la nuit' (Céline, 1933).



(Figuur 4) Kinderarbeid in Amerika, Lewis Hine, 1908, Anoniem, 1977; Freedman, 1994

'The Jungle' is expliciet geschreven als een socialistisch traktaat en beschrijft hoe slecht immigranten en migranten van de achtergebleven gebieden uit Amerika zijn uitgerust om in een fabriek en stadse jungle te overleven, grotendeels vanwege hun koppigheid en hun sterke familietradities.

De 'Safety First' boodschap, de opkomst van de veiligheidspropaganda

De aanname dat ongevallen onvermijdelijk bij het beroep horen, verandert langzamerhand met de Safety First beweging. Er is sprake van een kanteling en veiligheid wordt steeds meer gezien als een voorwaarde voor een efficiënte productie. De veiligheidstechniek komt op, met haar aandacht voor technische maatregelen, zoals de omkasting van draaiende delen van machines, maar het gedrag van werknemers blijft het belangrijkste punt van zorg. Er wordt een reeks initiatieven opgezet om het gedrag te beïnvloeden, met opleiding, training en voorlichting als steekwoorden. Op grote schaal worden veiligheidsposters ontwikkeld (figuur 5), veiligheidsfilms gemaakt en de 'safety first' boodschap verschijnt op de achterkant van enveloppen.



(Figuur 5) Voorbeelden van Amerikaanse veiligheidsposters uit de Safety First Movement, 1919-1937

In 1911 start het American Museum of Safety, dat drie jaar later het vakblad 'Safety' gaat uitgeven, met de organisatie van een jaarlijks veiligheidscongres en de toekenning van medailles aan bedrijven met de beste veiligheidsinitiatieven en -resultaten (Anoniem, 1928a, 1928b; Palmer, 1926).

Binnen bedrijven verschijnen de ideeënbussen met bijbehorende prijzen voor de beste voorstellen, er worden veiligheidswedstrijden georganiseerd en veiligheidsborden en -bulletins met voorbeelden van ongevallen en veiligheidsscoreborden komen bij de ingang te staan (figuur 6, Cowee, 1916).



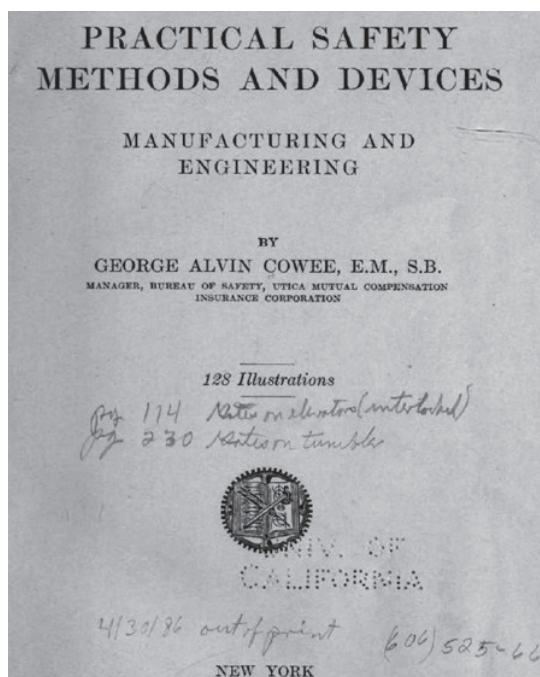
(Figuur 6) Pennsylvania Dixie-Cement Corporation, duPont's safety bulletin, DeBlois, 1926

De veiligheidsboodschap wordt ook verspreid via veiligheidscommissies, die bedrijven in toenemende mate instellen. In deze commissies moeten bij voorkeur alleen werknemers zitting hebben, zodat er een open sfeer ontstaat. De gedachte is dat de aanwezigheid van een voorman bij deze commissies een sterke belemmering zou zijn voor de ideevorming. Ook in Nederland worden dergelijke commissies ingesteld en ook hier bestaat een sterke voorkeur de commissies alleen uit werknemers te laten bestaan. Vertrouwen, kennis van zaken en inzicht in praktische veiligheid op werkplekken is hierbij het argument (Patijn, 1903). De commissies stellen een veiligheidsman aan, die onveilige situaties meldt aan een bedrijfsveiligheidsdienst, die haar intrede heeft gedaan.

De Amerikaanse National Safety Council en de opkomst van de veiligheidstechniek

De Safety First beweging wint aan invloed als in 1912 de National Safety Council wordt opgericht door bedrijven en beroepsverenigingen van ingenieurs. Deze Council gaat als coördinatiecentrum functioneren voor veiligheidsinformatie. De bonden, die op dat moment nog weinig actief zijn op het gebied van bedrijfsveiligheid, met uitzondering van de United Mine Workers' Union, zijn niet bij het initiatief betrokken (Berman, 1978). De Council is vergelijkbaar met de Britse Royal Society for the Prevention of Accidents (RoSPA), die in 1916 zal starten en met het Nederlandse Veiligheidsmuseum dat in 1893 het licht heeft gezien (Anoniem, 1891, 1914; Zwaard, 2007).

Na de oprichting van de Council verschijnt het eerder genoemde veiligheidskundige handboek van Cowee onder de titel 'Practical safety, methods and devices, manufacturing and engineering' (figuur 7).



(Figuur 7) Het eerste veiligheidskundige handboek, Cowee 1916

Cowee is werkzaam als manager bij de veiligheidsafdeling van de Utica Mutual Compensation Insurance Corporation. De indeling van het handboek lijkt op die van de bedrijfsgeneeskundige handboeken die ongeveer tien tot twintig jaar eerder zijn verschenen (Arlidge, 1892; Heijermans, 1908; Oliver, 1902). Het geeft een uitgebreide verhandeling van de stand van de veiligheidstechniek, met zowel aandacht voor gedragsmatige als voor technische aspecten van diverse type installaties. De meest gevaarlijke bedrijfstakken komen aan bod, waaronder de bouw, de staalindustrie en de mijnbouw, evenals een beperkt aantal gevaren, zoals vuur, explosieven en elektriciteit.

Professionalisering van veiligheid, van voorman naar manager

De professionalisering krijgt in 1925 gestalte door de fusie van de American Society of Safety Engineers, opgericht in 1911 vanuit de verzekeringswereld, met de National Safety Council. En er vindt een verdere differentiatie plaats van veiligheidsrelevante informatie. Naar voorbeeld van de Duitse verzekeringsbedrijven ontwikkelt het US Bureau of Statistics samen met Amerikaanse verzekeringsbedrijven een maat voor risico. Een ongeval met verzuim wordt gedefinieerd als een ongeval met minimaal één verloren werkdag en door ongevalsecijfers te delen door het aantal uren blootstelling ontstaan de injury frequency rates. Deze maat voor veiligheid vindt algemeen ingang en maakt een eenvoudige vergelijking tussen bedrijven en bedrijfstakken mogelijk.

Een tweede ontwikkeling is een classificatie van de oorzaken en gevolgen van ongevallen. Deze classificatie is op te vatten als de start van het scenariodenken binnen het opkomende vakgebied. Vallen bijvoorbeeld, wordt onderscheiden in twee algemene categorieën, vallen van hoogte en vallen op grondniveau, en men hanteert een onderscheid in vallen van steigers, van ladders en door gaten (Anoniem, 1920, 1921, 1926b). Veiligheidsvoorschriften ondergaan ook een verandering, met name door de ervaringen uit de Eerste Wereldoorlog, waar de noodzaak van standaardisering duidelijk is geworden. Dit heeft ook effect gehad op het opkomende vakgebied veiligheidskunde. De National Safety Council en de National Bureau of Standardisation starten in 1919 met de standaardisatie van veiligheidsvoorschriften en tegen 1928 zijn veertig codes ontwikkeld voor verschillende machines, zoals slijpmachines en papiermolens. Deze codes worden via 'public hearings' vastgesteld (Williams, 1927; Groeneveld, 1948b). Langzamerhand wordt veiligheid een markt, waar behalve informatie in de vorm van films, posters en pamfletten ook vraag is naar persoonlijke beschermingsmiddelen en werktuigbouwkundige aanpassingen van machines en installaties. Met de markt ontwikkelt zich eveneens het beroep van de veiligheidsingenieur in bedrijven. Maar de grootste ontwikkeling is de kapitalisering van veiligheid geweest, het inzicht in de kosten van ongevallen. Herbert Heinrich, oorspronkelijk werkzaam als machinist en op latere leeftijd als veiligheidsingenieur bij de Travelers Insurance Company, speelt hier een belangrijke rol. Binnen de Safety First beweging is hij degene die het belang van gegevensverzameling bepleit en werktuigbouwkundige principes toepast voor de preventie van ongeval-

len. In 1927 publiceert hij de resultaten van een analyse van enkele tienduizenden gevallen van compensatie van bedrijfsongevallen en komt hij tot de 'rule of four'; de schatting dat de gemiddelde kosten van een bedrijfsongeval voor een werkgever ongeveer vier keer hoger liggen dan de kosten uitgekeerd aan compensatie. In de schatting zijn indirecte kosten meegenomen zoals productieverlies en tijd voor de afhandeling van het ongeval. De regel heeft door zijn eenvoud veel invloed gehad (Heinrich, 1927; Anoniem, 1937).

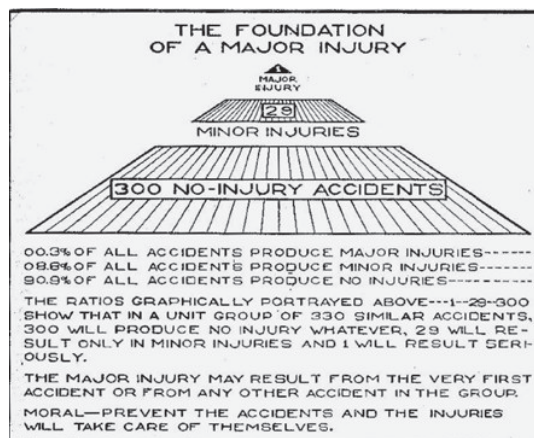
Vergelijkbare resultaten worden een paar jaar later gepubliceerd door de American Engineering Council in 'Safety and Production', evenals de constatering dat de reductie in algemene mortaliteitsgegevens teniet wordt gedaan door een toename van de ernst van de ongevallen en een navenante toename van compensatiekosten. De survey, onder 14.000 bedrijven, laat overigens een sterke correlatie zien tussen veiligheid en efficiëntie van de industriële productie (Aldrich, 1997; American Engineering Council, 1928; Tolman, 1928). Deze aandacht voor de kosten van ongevallen is een direct gevolg van Taylor's standaardwerk 'Scientific Management' (Taylor, 1911). Deze ideeën zijn de start geweest van een verregerende rationalisatie en kostenreductie van de productie. In de jaren twintig worden de kosten van ongevallen een belangrijk argument voor preventie en slaan zijn denkbeelden binnen de veiligheidswereld aan. Taylor heeft een betrekkelijk eenvoudige en voor die tijd revolutionaire boodschap; de manager staat in het centrum van de besluitvorming en met een aantal methoden, die wetenschappelijk worden genoemd, kan hij de productie beheersen met als steekwoorden 'selectie, training, taakontwerp, tijdsstudies en controle'.

Training, maar ook opleiding en voorlichting op het gebied van veiligheid zijn onderwerpen die voor de Eerste Wereldoorlog al zijn ontwikkeld. Deze 'zachte' kant van veiligheid, inclusief de veiligheidscommissies en dito wedstrijden wordt steeds meer vervangen door een zogenaamde 'hardere kant'. Daarmee wordt niet de hardware bedoeld, maar de selectie van werknemers en de controle en het toezicht door de manager.

De selectie van werknemers voor een bepaalde baan is met de opkomst van de psychotechniek mogelijk geworden. Deze vorm toegepaste psychologie is in de Eerste Wereldoorlog op grote schaal ontwikkeld bij de selectietesten voor Amerikaanse piloten en heeft daarna ingang gevonden in het bedrijfsleven. Met de psychotechniek wordt behalve het intellect ook de zintuiglijke en motorische vaardigheden getest (Anoniem, 1973; Hoorn ea., 1980; Lochem, 1943). De psychotechniek test persoonlijke eigenschappen en vaardigheden en past daarmee in de gangbare gedragsverklaring van ongevallen. Samen met controle en toezicht wordt arbeidsveiligheid in het centrum gezet van managementactiviteiten. En dat wordt steeds duidelijker de boodschap van de Safety First beweging, dat wetgeving en technologie slechts een beperkt effect hebben op de veiligheid van een bedrijf als de actieve steun van het management ontbreekt. Dupont gaat zelfs zover dat zij iedere verwonding in het bedrijf opvatten als een uiting van een falend operationeel management (Aldrich, 1997).

De combinatie van management verantwoordelijkheid voor veiligheid en gedrag als belangrijkste oorzaak is het thema van

Heinrich (1931), evenals de scheiding van oorzaak en gevolg van ongevallen en de introductie van een sequentie van gebeurtenissen, die in zijn latere werk bekend geworden als het dominomodel (Heinrich, 1941). Ook legt hij met zijn ijsberg een basis voor ongevalsmechanismen; ieder ongeval met verzuim wordt voorafgegaan door 29 ongevallen zonder verzuim en 300 bijna ongevallen (figuur 8, Heinrich, 1929).



(Figuur 8) De ijsberg, Heinrich 1929

Preventie van schade heeft niet zoveel zin in zijn optiek. Oorzaken van ongevallen beïnvloeden is een logische preventieve activiteit en deze 'moraal' wordt treffend verwoord in de laatste zin van figuur 8. En net als de 1:4 regel voor de kosten van ongevallen en de ijsbergverhoudingen, komt Heinrich met een eenvoudige getallenreeks om het relatieve belang van gedrag en supervisie aan te geven ten opzichte van fysieke oorzaken: 88% van alle ongevallen is het gevolg van onveilig gedrag, 10% is te wijten aan defecten in hardware en 2% behoort tot de categorie 'acts of God' en zijn niet te voorkomen (Heinrich, 1928).

De brokkenmakertheorie, de eerste wetenschappelijke theorie

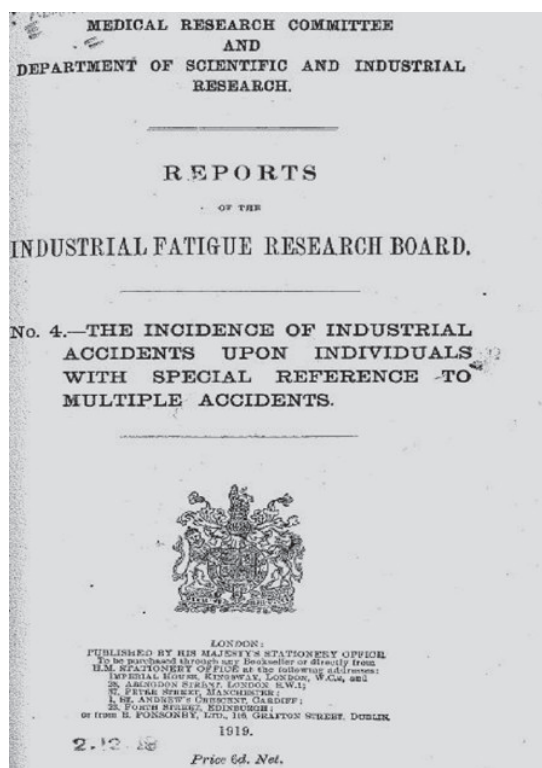
De aanleiding

Vergelijkbaar met de Verenigde Staten laat ook de nationale registratie van Groot-Brittannië een verontrustende en sterke stijging zien van het aantal ongevallen in de periode van de Eerste Wereldoorlog. Er wordt een aantal oorzaken gesuggereerd, waaronder de toegenomen mechanisatie, de onvermijdelijke hogere werk- en productiedruk en de introductie van nieuwe gevaren. De oorlogscondities zijn een ander argument geweest. Terwijl de meeste mannen door het leger zijn gerekruteerd, is er een massale instroom van vrouwen, kinderen en ouderen in de industrie. Deze groepen werknemers worden per definitie als minder bekwaam beschouwd. Om deze problemen de baas te worden, heeft de Britse Secretary of State for Home Affairs en de Department of Scientific and Industrial Research in 1917 een commissie in het leven geroepen om vermoeidheid onder werknemers in de industrie te onderzoeken. Deze commissie, de Industrial Research Fatigue

Research Board, heeft onderzoeksopdrachten uitgezet om de relatie tussen werktijden, werkmethoden en andere werkcondities te onderzoeken en deze te relateren aan industriële vermoeidheid, aan de gezondheid van werknemers en aan de efficiëntie van productie. Voordat de relatie tussen vermoeidheid en ongevallen wordt onderzocht, lijkt het volgens de commissie wenselijk de verdeling van ongevallen onder werknemers in gevaarlijke beroepen te bestuderen.

Het onderzoek

De vraag is of ongevallen gelijkelijk zijn verdeeld over werknemers, of dat een beperkte groep werknemers slachtoffer is van het grootste gedeelte van de ongevallen. Statistici van het Britse Ministry of Munitions hebben dit onderzocht (Greenwood en Woods, 1919). Het is het eerste gepubliceerde Britse onderzoek naar industriële ongevallen en is uitgevoerd onder vrouwen, werkzaam in munitiefabrieken tijdens de laatste twee jaar van de Eerste Wereldoorlog. De publicatie heeft als titel 'A report on the incidence of industrial accidents upon individuals with special reference to multiple accidents' (figuur 9).



(Figuur 9) Eerste Britse onderzoek naar industriële ongevallen, Greenwood and Woods, 1919

De term 'accident proneness', waarmee de eigenschap van de brokkenmaker internationaal bekend is geworden, wordt overigens nog niet genoemd in deze publicatie. De auteurs spreken van 'susceptible workers', in het Nederlands is dit equivalent met (ongeval)gevoelige werknemers. De onderzoekspopulatie bestaat uit 3889 vrouwen uit tien

verschillende bedrijven. Van slechts twee bedrijven hebben alle vrouwen aan het onderzoek meegedaan. Bij de andere bedrijven betreft het een at *random* selectie van vrouwen. De periode waarover gegevens van ongevallen zijn verzameld, varieert van twee tot vijf maanden en behalve de aantallen is van enkele bedrijven bekend waar de vrouwen werkzaam waren; aan draaibanken of in de profielafdeling. Op deze aantallen is een statistische analyse uitgevoerd, uitgaande van drie hypothesen:

1. De verdeling van ongevallen wordt door toeval bepaald bij een blootgestelde populatie die aan gelijke risico's zijn blootgesteld, ofte wel iedereen heeft gelijke kansen op een of meerdere ongevallen;
2. Alle leden van de blootgestelde populatie hebben gelijke kansen op een ongeval, echter na een ongeval zijn de kansen voor een volgend ongeval veranderd. Deze kans is verhoogd (ongevallen zijn 'besmettelijk'), óf verlaagd (werknemer kijkt beter uit);
3. De kans op ongevallen en herhaalde ongevallen in de blootgestelde populatie is niet gelijk verdeeld, er zijn onhandige, ongevalgevoelige en voorzichtige medewerkers. Deze laatste hypothese is later de 'accident proneness' hypothese gaan heten, in het Nederlands bekend onder de term 'brokkenmakerstheorie'.

Bij de verschillende hypothesen horen verschillende verdelingen van ongevallen over de populatie. Bij de eerste hypothese is dit een Poisson verdeling; er is dan geen sprake van afhankelijkheid van de waarnemingen bij dezelfde personen. Bij de andere twee hypothesen is de kans op een eerste ongeval van invloed op de kans op volgende ongevallen en wijkt de verdeling af. Overigens lijkt de hypothese dat ongevallen besmettelijk zijn opvallend veel op de accident proneness hypothese. Het onderzoek werd door de auteurs gerechtvaardigd door te wijzen op de verschillende consequenties die de drie hypothesen hebben voor de preventie van ongevallen. Als ongevallen door toeval worden bepaald, dan moet preventie zich richten op de werkplek en op de verbetering van algemene condities in bedrijven. Bij de tweede hypothese moet de aandacht zich richten op gebeurtenissen na het eerste ongeval, een minimalisering van de gevoeligheid als de besmettingstheorie correct blijkt te zijn en een versterking van de waakzaamheid van werknemers als de kans gereduceerd wordt. In geval van 'accident proneness' is een selectie van werknemers met een lage ongevalsgevoeligheid de oplossing, evenals de een snelle verwijdering van werknemers die meerdere ongevallen veroorzaken.

Uit de verdeling van de vrouwen over het aantal herhaalde ongevallen blijkt dat de eerste hypothese verworpen moet worden en dat de hypothesen twee en drie een goede fit met de ongevalsdata geven wanneer een enkele tijdsperiode wordt beschouwd. Door de correlatie tussen ongevalscijfers bij twee opeenvolgende tijdsperiodes gaat de voorkeur van de auteurs uit naar de laatste hypothese. Een bewijs, dat overigens is gebaseerd op een populatie van slechts 65 vrouwen. De consequenties, of de effecten van ongevallen, worden volgens de auteurs wél door het toeval bepaald. Dit impliceert dat zware en lichte ongevallen uit dezelfde oorzaken afkomstig zijn, een

aanname die overeenkomt met het latere ijsbergmodel van Heinrich. Verder blijkt het aantal ongevallen geen effect te hebben op de productiviteit van de vrouwen en de oorzaak van ongevallen zou geen relatie hebben met externe factoren zoals de snelheid van de productie. Geheel in lijn met de derde hypothese moet de oorzaak van ongevallen worden gezocht in de persoonlijkheid van de werkneemster. Daarmee wordt ook duidelijk dat in deze fase de definitie van een brokkenmaker nog betrekkelijk vaag is.

Brokkenmakers en het vakgebied in Nederland

Net als in Groot-Brittannië en de Verenigde Staten start de professionele aandacht voor veiligheid eerder dan de wetenschappelijke interesse in het vakgebied. Daarmee begint deze paragraaf in het laatste gedeelte van de negentiende eeuw.

Het Veiligheidsmuseum

De tentoonstelling 'tot bevordering van de Veiligheid en Gezondheid in Fabrieken en Werkplaatsen' in het Paleis voor Volksvlijt in Amsterdam en het daaraan verbonden Nationale Veiligheidscongres worden wel gezien als het startpunt van het vakgebied veiligheid in ons land (Zwaard, 2007). De tentoonstelling is met meer dan één miljoen bezoekers een groot succes geweest en heeft allerlei praktische voorbeelden van veiligheidstechniek laten zien, zowel binnen de industrie, de land- en mijnbouw en de transportsector. De tentoonstelling is in 1890 georganiseerd, in een periode dat de resultaten van de 8^e Parlementaire Enquête, naar de toestand in fabrieken en werkplaatsen als een bom zijn ingeslagen. Drie jaar later gaat het Veiligheidsmuseum te Amsterdam van start met een permanente tentoonstelling veiligheidstechniek. Het initiatief is afkomstig uit de private sector, de 'Vereeniging tot bevordering van Fabrieks- en Handwerksnijverheid'. Deze vereniging is aan het einde van de negentiende eeuw een belangrijke ontmoetingsplaats voor landelijke en lokale ondernemers, politici en wetenschappers waar kennis wordt uitgewisseld over de technische aspecten van de nijverheid (Bakker en Berkens, 1995).

Het Veiligheidsmuseum gaat als kristallisatiepunt functioneren en start ongeveer twintig jaar eerder dan de Amerikaanse en Britse initiatieven. Mede gefinancierd door de overheid, provincie en gemeente is in de beginperiode propaganda voor veiligheid het voornaamste doel. Gaandeweg verbreedt het werkveld zich en wordt voorlichting, training en onderricht een vast onderdeel van de museumactiviteiten. Het gaat hierbij om voorlichting aan 'patroons' over doelmatige middelen en voorschriften die de Veiligheidswet van 1895 vereist. Maar ook voor werknemers is het museum een locatie om door voordrachten en demonstraties het 'hoe' en 'waarom' van de beveiliging aan te leren. De derde doelgroep zijn de ambtenaren van de Arbeidsinspectie. Voor deze groep gaat het om de moeilijkheden en weerstanden van 'industrieelen' tegen hun adviezen. Die weerstanden zijn reëel en vaak krijgen ambtenaren te horen dat de voorschriften uit de wet onpraktisch en nodeloos kostbaar zijn. Het museum is de plaats waar deze ambtenaren de consequenties van hun adviezen kunnen uit-

testen en bespreken, en zo de kwaliteit van hun advieswerk kunnen verbeteren (Anoniem, 1914). Het belang van deze praktische aanpak van veiligheid wordt nog eens onderstreept als in 1933 de Directeur-Generaal van de Arbeid alle organen die zich met veiligheid bezighouden samenbrengt; de Arbeidsinspectie, de publieke en grote private verzekeraars, de werkgevers- en werknemersorganisaties en de Raden van Arbeid. Het Veiligheidsmuseum krijgt een centrale rol toebedeelt en voert het secretariaat (Anoniem, 1933). Het Veiligheidsmuseum gaat, naast de tentoonstelling en haar activiteiten op het gebied van voorlichting en training, nieuwe initiatieven ontwikkelen. De bekendste zijn wel de ontwikkeling van de veiligheidsplaten en -affiches, in navolging van de Amerikaanse en Duitse voorbeelden, de uitgave van het maandblad 'De Veiligheid' vanaf 1927, het wekelijkse radio-praatje voor de VARA radio, het 'veiligheidskwartiertje', en de organisatie van nationale Veiligheidscongressen vanaf 1926. Voor de affiches zijn, in die tijd, bekende kunstenaars benaderd, waaronder de politiek tekenaar Albert Hahn en de enige industriepainter uit ons land Herman Heijenbrock. Deze affiches zijn een doorslaand succes gebleken en de verspreiding bleef toenemen (figuur 10, Anoniem, 1940).



(Figuur 10) Nederlandse veiligheidsaffiches 1922-1955

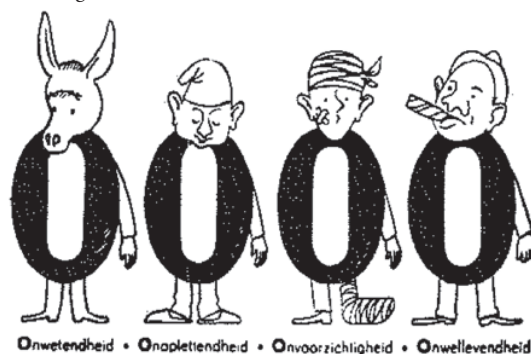
De veiligheidsaffiches staan niet op zichzelf, maar zijn onderdeel van een groot beschavingsoffensief gericht op de volksgezondheid. Niet alleen bedrijfsongevallen zijn het onderwerp, maar ook twee grote plagen, de tuberculose en de geslachtsziekten. Deze affiches wijzen de toeschouwer met hun krachtige beeldtaal op de gezondheidsgevaaren van achteloos, roekeloos of immoreel gedrag (Hermans, 2007). De beeldmetaforen die worden gebruikt spelen in op angst, schaamte en schuld. En zorgvuldig worden mogelijke verwijzingen naar klassentegenstellingen vermeden. De onderwerpen van de veiligheidsaffiches beperken zich tot onderwerpen op de werkvloer of het fabrieksterrein waar werknemers door veilig gedrag ongevallen kunnen voorkomen. Verwijzingen naar tekortkomingen van bedrijven worden vermeden, met als argument dat dit een averechtse werking kan hebben en spanningen kan oproepen. Het eerste Nederlandse affiche stamt uit 1922. Vrouwen worden aangeraden mutsen te dragen, zodat hun haar niet door machines gegrepen kan worden. Net als de eerste Amerikaanse affiches uit figuur 5 bevatten de eerste affiches betrekkelijk veel tekst. Dat verandert tegen de jaren dertig en gaandeweg wordt de beeldtaal minder ingewikkeld. Alle posters benadrukken de gedragsaspecten van ongevallen. Dit is in lijn met de aanname dat bedrijfsongevallen betrekkelijk eenvoudige voorvallen zijn, met slechts één of met een belangrijke oorzaak. Met deze opvatting komt men automatisch uit op gevaarlijke handelingen en gevaarlijke externe omstandigheden, een combinatie van een individuele en een omgevingshypothese. De oorzaken van ongevallen liggen daarmee vast en laten zich allereerst indelen in menselijke oorzaken, zoals het niet opvolgen van instructies, of het gebrekkig gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen en vervolgens in technische oorzaken, de afwezigheid of gebrekkige omkasting van machines. Deze twee directe oorzaken zijn aangrijpingspunten voor preventie. De menselijke oorzaken krijgen een gezicht door de introductie van 'Jan Ongeluk', het type werknemer dat meer dan gemiddeld gevaar oplevert voor zichzelf en voor anderen.

... 'nadat alle beschermingen, voorzover zij ontbraken of onvoldoende waren, aan machines en fabrieksinrichtingen zijn aangebracht, respectievelijk zijn verbeterd, er grote rubrieken van ongevallen overblijven, waaraan niet veel valt te voorkomen'. ... 'Toeval – noodlot als men het zoo noemen wil, onverschilligheid, ongevoelendheid, baldadigheid e.d. zullen steeds een groot percentage aan ongevallen voor hunne rekening blijven houden'. (briefwisseling tussen Werkspoor en Hoogovens 1927, uit Desta en Heuvel, 1987).

In het professionele domein van veiligheid is deze aandacht voor de menselijke factor en voor de veiligheidstechniek terug te vinden in de verschillende leer- en handboeken (Mesritz en Ree, 1937; Slob, 1961), in de artikelen in de vakpers (Kraft, 1950; Hart, 1950, 1966; Harms, 1966) en in een proefschrift (Borg, 1939). Zo wordt bijvoorbeeld de invloed van werknemersgedrag in het leerboek 'Bedrijfsveiligheid en -hygiëne' van Slob (1961) geïllustreerd met een bekende poster uit die tijd (zie figuur 11). En het onderstaand citaat geeft inzicht in

de tijdspannes van ongevallen en van zichtbare effecten van maatregelen:

Het kost één minuut om een onderwerp voor een veiligheidsbijeenkomst op te schrijven
 Één uur om dat onderwerp op de bijeenkomst te behandelen
 Één week om de hierna te nemen maatregelen in het bedrijf samen te stellen
 Één maand om de maatregelen ten uitvoer te brengen
 Het duurt wel een jaar voordat er resultaten in de statistieken zichtbaar zijn
 Het duurt een mensenleven om iemand tot een veilige werker te maken
 Dit alles kan in één seconde door een ongeval teniet worden gedaan



Onwetendheid • Onopletendheid • Onvoorzichtigheid • Onwellevendheid

**GRUP NOG VANDAAG
 DIE VIER O's BIJ DE KRAAG!**



(Figuur 11) Oorzaken van ongevallen (Slob, 1961)

De artikelen over veiligheidstechniek baseren zich vooral op Duitstalige publicaties, terwijl de menselijke factor met Amerikaanse en Britse verwijzingen wordt gestaafd. De Amerikaanse denkbeelden, en dan vooral de relatief eenvoudige getallenreeksen van oorzaken en kosten van ongevallen van Heinrich, krijgen in Nederland een extra dimensie. De toenmalige directeur van het Veiligheidsmuseum nodigt in de jaren vijftig Lateiner uit in Nederland. Lateiner is een jongere collega van Heinrich en via hem is de zogenaamde ongevalsmethode Lateiner geïntroduceerd in specifieke cursussen en

in de veiligheidskundige opleidingen in ons land. Tot in de jaren tachtig is dit onderwijs verzorgd. Heden ten dage is zijn invloed nog steeds merkbaar in bijvoorbeeld de exameneisen van de opleiding Veiligheid, Gezondheid en Milieu Checklist Aannemers (VCA) en de opleiding middelbare veiligheidskunde (MVK) (Bank, 2008)

Brokkenmakers en wetenschap

De twee benaderingen van oorzaken van ongevallen, de 'omgevingshypothese' en de 'individuele hypothese' geven verschillende verklaringen voor de steeds maar stijgende cijfers en hebben naast elkaar bestaan. Na de Eerste Wereldoorlog worden oorzaken van bedrijfsongevallen steeds meer het domein van wetenschappelijk onderzoek. Het onderscheid tussen de twee hypothesen is ook terug te vinden in de resultaten van onderzoek (Hale, 1978).

De Omgevingshypothese

De eerste signalen die, rond de eeuwwisseling, een ander geluid laten horen, zijn afkomstig uit Nederland. De arts Louis Heijermans besteedt in zijn boek 'Gezondheidsleer voor arbeiders' één paragraaf aan het voorkomen van bedrijfsongevallen en noemt drie belangrijke oorzaken van ongevallen (Heijermans, 1905). De eerste oorzaak is de arbeider, dat is de gangbare mening, daarbij wijzend op de onverschilligheid en onvoorzichtigheid van het slachtoffer. Heijermans relateert dit overigens direct door te stellen dat de dagelijkse omgang met gevaar de arbeider wel onverschillig moet maken. Als tweede oorzaak ziet hij de arbeid zelf:

'.. dat velerlei gevaarlijke arbeid zoo stompzinig en zo centonig is, dat hij alle energie doodt, en den arbeider geheel tot een machine maakt' (Heijermans, 1905).

Als derde oorzaak ziet hij de langdurige en afstompende werktijden, waardoor arbeiders ongevoelig worden voor gevaar. Hier wordt een mening gegeven die duidelijk afwijkt van een meer gangbaar liberaal standpunt en is gebaseerd op veelvuldige observaties in verschillende bedrijfstakken. Op grond van het jaarverslag van de Inspecteur van de Arbeid van 1902 wordt een rangorde van ongevalsgroepen gepresenteerd (tabel 1).

Tabel 1 Rangorde van de belangrijkste ongevalsgroepen (mortaliteit en morbiditeit), jaarverslag Nederlandse Arbeidsinspectie 1902 (n = 7400, Heijermans, 1905)

Belangrijkste ongevalsgroepen (1902) in % van totaal	
1	Vallen van hoogte 20
2	Vallende voorwerpen 14
3	Werktuigen voor het bewerken van metalen 6
4	Werktuigen voor het bewerken van hout 4
5	Verskillende werktuigen, slijpstenen, persen, stempels, centrifuges 3
6	Liften, lieren, kranen 2
7	Drijfwerk, assen, riemen, riemschijven, transmissies 2
8	Krachtwerktuigen, stoommachines, gasmotor enz. 1

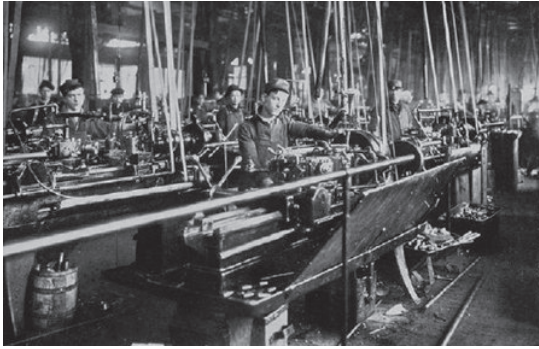
De dominante rol van machines en krachtwerktuigen bij ongevallen wordt door de Centrale Werkgevers Risico-Bank bevestigd (Hasselt, 1907; Valk, 2007). Deze Risico-Bank, een privaat initiatief van werkgevers, groeit uit tot de grootste verzekeraar van de Ongevallenwet en laat zien dat één zesde van de 30.000 gecompenseerde ongevallen bij de Risico-Bank door niet afgeschermdes machines en door stoomwerktuigen worden veroorzaakt. De kosten van deze ongevallen, een belangrijk argument voor de Bank, zijn echter veel groter en bedragen naar schatting 50% van de kosten die de Bank uitkeert.

De uitgesproken mening over oorzaken van ongevallen herhaalt Heijermans tijdens de opening van de cursus 'Sociale en technische hygiëne', aan de toenmalige Technische Hogeschool te Delft, georganiseerd door de Sociaal Technische Vereniging van Democratische Ingenieurs en Architecten (Heijermans, 1907). Daar waarschuwt hij de cursisten en toehoorders om niet teveel vertrouwen te hebben in veiligheidsposters. De teksten op de posters worden slecht begrepen door arbeiders, die slechts een beperkte of geen scholing hebben genoten en die zich het ongemak moeten getroosten die de aanbevolen maatregelen doorgaans met zich meebrengen. Daarnaast wordt in de Nederlandstalige literatuur gewezen op de invloed van het ontwerp op de veiligheid (Anoniem, 1909, 1911, 1913; Vossnack, 1913). Zowel Heijermans als de ingenieur van de Werkgevers Centrale Risico-Bank stellen dat primair de fabrikant, de ingenieur en de industrieel de verantwoordelijk heeft om ongevallen te voorkomen door machines te ontwikkelen die geen slachtoffers kunnen maken. Dit standpunt wordt twee decennia later door de International Labor Organisation (ILO) herhaald (Carozzi en Stocker, 1932) en wordt wederom gepropageerd tijdens de oprichting van de sectie Veiligheidskunde aan de toenmalige Technische Hogeschool Delft, 75 jaar later (Goossens, 1981).

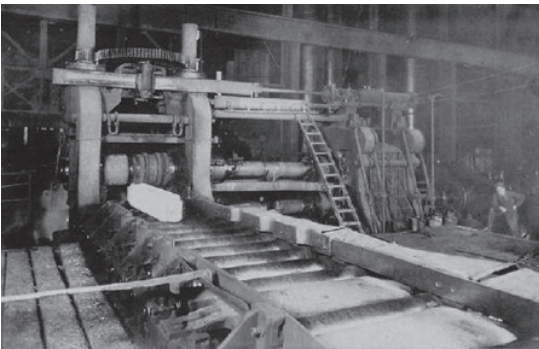
Het eerste grootschalige onderzoek naar ongevalcausaliteit vanuit de omgevingshypothese komt uit Amerika en is onderdeel van het eerder genoemde Pittsburgh survey. Crystal Eastman heeft ongevallen gedetailleerd onderzocht, niet alleen in de staalindustrie, maar ook bij de toeleveranciers van grondstoffen in het gebied, de spoorwegen (figuur 12, Eastman, 1910).



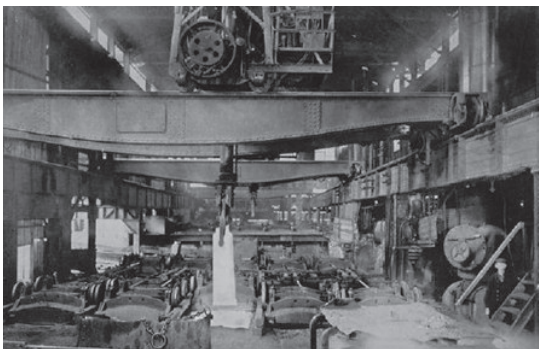
(Figuur 12) Pittsburgh survey, Eastman 1910



(Figuur 12) Pittsburgh survey, Eastman 1910



(Figuur 12) Pittsburgh survey, Eastman 1910



(Figuur 12) Pittsburgh survey, Eastman 1910

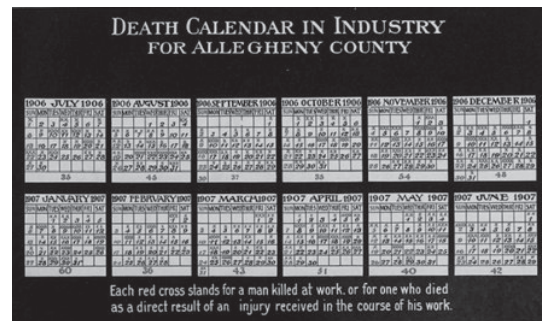
Haar onderzoek leidt tot een paar conclusies, die revolutionair zijn voor die tijd:

1. Bedrijfsongevallen komen net zoveel voor onder geschoolde Amerikanen als onder ongeschoolde immigranten;
2. Door de gangbare mening, zowel onder werkgevers, voormannen als arbeiders, dat 95% van de bedrijfsongevallen te wijten zijn aan het slachtoffer zelf, wordt ieder ongeval als een zelfstandige gebeurtenis beschouwd. Hierdoor is de noodzaak voor preventie van deze ongevallen afwezig;
3. Een analyse van ongevalsorzaken laat zien dat dezelfde type ongevallen herhaaldelijk voorkomen en dat veel van deze ongevallen te voorkomen zijn;
4. De verantwoordelijkheid voor veiligheid ligt primair bij de voorman en de hoofdopzichter. Dit rechtvaardigt een scherp onderscheid tussen zij met autoriteit over het werk en de arbeider. De meeste voormannen sturen, onder productie-

druk, onverschilligheid of omdat ze er gewoon niet aan denken, onervaren arbeiders naar gevaarlijke werkplekken;

5. De financiële consequenties van de ongevallen worden in verreweg de meeste gevallen afgewenteld op de families van de slachtoffers;
6. De consequenties van deze ongevallen vormen een grote sociale verspilling. Uit oogpunt van sociale rechtvaardigheid is wetgeving nodig om de preventie van deze ongevallen en de economische gevolgen te regelen.

Deze resultaten zijn gebaseerd op de gegevens van 526 dodelijke bedrijfsongevallen in het jaar 1907, onder een totale bedrijfspopulatie van 140,000 werknemers. De eerste illustratie van Eastman's rapport is de 'dodenkalender' (figuur 13), waarmee ze duidelijk maakt dat op de onderzoekslocatie gemiddeld per dag één tot twee dodelijk bedrijfsongevallen plaatsvinden.



(Figuur 13) de 'dodenkalender' van de Pittsburgh survey, Eastman 1910

Voor het onderzoek zijn verschillende bronnen gebruikt; rapporten van lijkschouwers, bedrijfsbezoeken en observaties ter plekke, interviews met families, collega's en andere getuigen van het ongeval en informatie van werkgevers. Vooral deze laatste bron is moeilijk toegankelijk gebleken en slechts in 30% van de ongevallen is informatie beschikbaar gesteld. De belangrijkste oorzaken van dodelijke ongevallen in de staalindustrie, waar de helft van het aantal werknemers werkzaam is, is samengevat in tabel 2. De elektrische bovenloopkranen staan daarbij bovenaan en de slachtoffers zijn vooral de aanpikkers, die worden geraakt door zwaaiende en vallende ladingen, meestal als gevolg van kettingbreuken of van een onbegrepen communicatie met de kraandrijver.

Tabel 2 Rangorde van dodelijke bedrijfsongevallen in de staalindustrie (n = 195), Pittsburgh survey (Eastman, 1910)

Belangrijkste ongevalsgroepen (1907) in % van totaal	
1 Kraanactiviteiten	22
2 Gegrepen door voertuig, trein	16
3 Vallen van hoogte	12
4 Geraakt door explosies, heet metaal	11
5 Contact met en belading van staal- en ijzerproducten	9
6 Contact met elektriciteit	4
7 Blootstelling aan hoogovengas (CO)	3
Overigen	24

Het onderzoek heeft voor het eerst inzicht gegeven in de dominante ongevalsscenario's, met kranen, treinen, hoogte en hitte als de top vier. Een belangrijk deel van het onderzoek is gericht geweest op de mogelijkheden van preventie. De bronnen hebben zo hun eigen beperkingen gehad.

Lijkschouwrapporten zijn onvoldoende gedetailleerd gebleken en interviews met voormannen en in mindere mate ook met collega's benadrukken doorgaans slechts één kant en hebben vooral tot doel om een schuldvraag te ontlopen. Uiteindelijk bleken de observaties ter plekke de meeste informatie op te leveren. In totaal 410 dodelijke ongevallen bleken bruikbaar voor nadere analyse naar de verantwoordelijkheid van het ongeval (tabel 3).

Tabel 3 *Verantwoordelijkheid voor dodelijke bedrijfsongevallen (n=401), Pittsburgh survey (Eastman, 1910)*

Indicatie van gehele of gedeeltelijke verantwoordelijkheid in % van totaal	
Slachtoffer	26
Collega werknemer	12
Voorman	10
Werkgever	29
Geen van bovenstaande	23

Daarbij is een vijfdeling in verantwoordelijkheden gemaakt. De eerste twee categorieën zijn het slachtoffer en een collega-werknemer. Hier is onoplettendheid de oorzaak. In nader onderzoek wordt de term gerelativeerd, als blijkt dat een groot deel van deze ongevallen jonge kinderen het slachtoffer zijn, of werknemers die niet op de hoogte zijn geweest van mogelijke gevaren. De derde categorie is de voorman en deze categorie is gebruikt als ongeschoolde of te jonge werknemers voor gevaarlijk werk zijn geselecteerd. Ongevallen zijn in de vierde groep, de werkgever, ingedeeld als er sprake is geweest van een onvolledig werkplan of van gebrekkig materiaal. En de laatste groep zijn de onbegrepen en onontkoombare ongevallen.

Uit de tabel blijkt dat het slachtoffer een veel kleiner aandeel in dodelijke ongevallen heeft dan daarvoor werd aangenomen. Verder zijn de ongevallen onder verantwoordelijkheid van de werkgever het resultaat van machinedefecten en machine-ontwerp, van onvoldoende toezicht en een te hoge werkdruk en productiesnelheid. Andere ongevallen zijn het resultaat van de werkorganisatie en van onvoldoende afscherming van bewegende delen. De lijsten van oorzaken zijn tegelijkertijd de startpunten voor preventie. Het onderzoeksverslag sluit af met een overzicht van Duitse en Britse wetgeving voor de compensatie van ongevallen en een voorstel om vergelijkbare wetgeving in de Verenigde Staten te introduceren.

Onderzoek in de traditie van de Britse Industrial Fatigue Board, dat ook binnen de omgevingshypothese past, is het werk van Osborne en collega's (Osborne ea., 1922). Ten tijde van de Eerste Wereldoorlog is onder munitiewerkers het effect van de temperatuur onderzocht op de incidentie van snijongevallen bij grote groepen werknemers, 1800 - 6000 in meerdere fabrieken. De laagste incidentie ligt bij een temperatuur tussen 21 en 23°C. Hogere temperaturen, evenals temperaturen onder 10°C laten een sterke stijging zien. De uurinciden-

tie van ongevallen vertoont een grote overeenkomst met het energiegebruik van de fabriek en daarmee dus ook de output aan productie. Deze resultaten worden verder bevestigd door laboratorium onderzoek, dat onderdeel is geweest van hetzelfde onderzoek. Hieruit blijkt dat de accuratesse van bewegingen sterk afneemt met de snelheid, suggererend dat productiesnelheid een belangrijke determinant van ongevallen is.

Als laatste verdient het werk van de arts Vernon een vermelding. Vernon heeft samen met collega's veel onderzoek uitgevoerd voor de Industrial Fatigue Board en haar latere opvolger, de Industrial Health Research Board. In 1936 verschijnt van zijn hand het eerste Britse overzichtswerk, alleen gericht op ongevallen en op mogelijkheden voor preventie (Vernon, 1936). Dit werk is bijzonder te noemen omdat niet alleen de fabrieken en de mijnbouw worden besproken, maar ook de transportsector en dan vooral het wegverkeer en de huiselijke omgeving. Deze laatste twee gebieden leveren een veel grotere bijdrage dan bedrijfsongevallen binnen de industrie. Van de meer dan 17,000 dodelijke ongevallen uit 1932 neemt de transportsector 43% voor zijn rekening, de huiselijke omgeving één derde en de industrie een bescheiden 9%. De restcategorie bedraagt 15%.

Een belangrijk thema in het eerdere onderzoek van Vernon is de invloed van geweest van omgevingsdeterminanten op ongevallen (Vernon, 1919, 1920). Vernon blijft van mening dat de menselijke factor een belangrijke rol speelt in het ontstaan van ongevallen. Machines en defecten van machines zijn redelijk eenvoudig te verhelpen en ook zijn werk gaat uitgebreid in op de stand van de veiligheidstechniek. De beïnvloeding van menselijk gedrag is ingewikkeld en moet worden gezocht in de organisatie van het werk en dan vooral in een veiligheidsorganisatie, met de Amerikaanse initiatieven als voorbeeld. Deze veiligheidsorganisatie heeft tot doel om het belang van veiligheid bij managers en voormannen levend te houden, om werknemers te trainen in veilige werkmethode en om inspecties uit te voeren. Vooral dit laatste wordt een belangrijk punt gevonden, want wetgeving zonder enige vorm van effectief toezicht heeft nauwelijks zin.

De individuele hypothese

De individuele hypothese is terug te voeren op de aanname uit de negentiende eeuw dat competenties en talenten van individuen een relatie hebben met hun erfelijke aanleg. Deze relatie, die in die periode als wetenschappelijk geldt, is gebaseerd op denkbeelden van Darwin. Darwin stelt dat spontane genetische variaties zich zowel in een voor- als achterwaartse richting kunnen ontwikkelen. Binnen het veiligheidskundig onderzoek strookt de brokkenmakerstheorie van Greenwood en Woods met de bovengenoemde denkbeelden. De theorie is tevens een wetenschappelijke bevestiging van een wijd verbreid beeld uit de Safety First beweging over de rol van aanleg en persoonlijke eigenschappen in de ongevalscausaliteit. Het betreffende artikel uit 1919 wordt vanaf de jaren twintig een standaard publicatie waar onderzoekers binnen deze stroming frequent naar refereren.

Deze wijziging in de status van het onderwerp arbeidsveiligheid is ook terug te vinden in de bedrijfsgeneeskundige stan-

daardwerken. De handboeken over de gevaren van beroepen, die aan het einde van de negentiende en het begin van de twintigste eeuw in een aantal westerse landen verschijnen, waaronder Nederland (zie onder andere Arlidge, 1892; Hamilton, 1943; Heijermans, 1908; Oliver, 1902) besteden vrijwel geen aandacht aan veiligheid in fabrieken en werkplaatsen. Dat verandert in de jaren twintig. Greenwood schrijft met de arts Collis een zeer uitgebreid handboek 'The health of the industrial worker' en de artsen Hope, Hanna en Stallybrass komen met het even omvangrijke 'Industrial hygiene and medicine' (Collis en Greenwood, 1921; Hope ea., 1923). In beide medische overzichtswerken verschijnen hoofdstukken over bedrijfsongevallen, over financiële compensatie van ongevallen en over de preventie van deze ongevallen. De stand van de veiligheidstechniek wordt met fotomateriaal geïllustreerd en er is ruime aandacht voor determinanten van ongevallen, zoals productiesnelheid, vermoeidheid van werknemers, verlichting en temperatuur, onervarenheid en leeftijd, alcoholgebruik en individuele predispositie voor ongevallen. Bedrijfsongevallen worden hier, in verschillende beroepen, vergeleken met twee andere doodsoorzaken; kanker en phthisis, de toenmalige benaming van tuberculose. De vergelijking rechtvaardigt het relatieve belang veiligheid. De incidentie van ongevallen over de onderzochte beroepen ligt op 3.2 per 1000 werknemers (0.3 – 3.5), terwijl kanker een incidentie heeft van 2.0 (0.4 – 2.3) en phthisis van 4.6 (1.- 5.6). De auteurs hebben ook een uitgesproken oordeel over het nut van veiligheidswetgeving. Wetgeving is zelden, of eigenlijk nooit, leidend geweest in hervormingen op het gebied van arbeidsomstandigheden. Wetgeving volgt doorgaans de stand van de veiligheidstechniek die door meer verlichte werkgevers al is ingevoerd. Deze werkgevers verlangen een wettelijke bescherming, zodat de aanpassingen die als een beperking worden ervaren, door de gehele industrie worden afgewezen. De invloed van de classificatie van oorzaken en gevolgen van ongevallen is eveneens zichtbaar in de handboeken. Ongevallen worden ingedeeld in verschillende categorieën, zoals beroep, industrie, getroffen lichaamsdeel en ongevalsoorzaak. Op basis van mortaliteitsgegevens van de Britse Arbeidsinspectie wordt een rangorde van ongevalsoorzaken in fabrieken en werkplaatsen gepresenteerd (tabel 4). Deze rangorde van ongevalsoorzaken verschilt niet zo veel van de oorza-

Tabel 4 Rangorde van oorzaken van dodelijke bedrijfsongevallen, jaarverslag Britse Arbeidsinspectie 1913 (n = 1310, Collis en Greenwood, 1921)

Belangrijkste ongevalsgroepen (1913) in % van totaal	
1 Vallen van hoogte	34
2 Gegrepen door machines	32
3 Geraakt door vallend object	10
4 Contact met ontsnappend gas of stoom	3
5 Geraakt door explosie	3
6 Contact met heet metaal, vloeistof	2
7 Contact met elektriciteit	1
8 Geraakt door kranen of hijs	1
9 Geraakt door gereedschap	0,5
Overigen	13

ken, die momenteel worden gevonden (Ale ea., 2008). Hoewel deze ongevalsoorzaken niet direct op een individuele hypothese lijken te wijzen, stellen de auteurs dat het overgrote gedeelte van deze ongevallen, 60-80%, het gevolg is van een gebrek aan controle door werknemers. Onoplettendheid is daarbij de voornaamste oorzaak. Omkasting van installaties en machines zou niet meer dan 10% van de ongevallen kunnen voorkomen, verwijzend naar Amerikaanse gegevens (Anoniem, 1930, 1931; Bellhouse, 1920). Persoonsgebonden factoren van ongevallen zijn in de periode tussen de twee wereldoorlogen zowel door psychologen als door psychoanalytici onderzocht. De verklaring van de ongevalsoorzaken is, naast in de vaak genoemde onoplettendheid, ook gezocht in stressfactoren, in sensomotorische variabelen en in onderbewuste driften. De stressfactoren zorgen voor een onvoldoende aanpassing van werknemers aan het werk, waardoor ongevallen ontstaan. Bij onderzoek naar sensomotorische variabelen wordt ervan uitgegaan dat een brokkenmaker veel sneller 'doet' dan 'denkt' en dat dit impulsieve gedrag de belangrijkste oorzaak van ongevallen is. De psychoanalytische verklaring van ongevallen benadert ongevallen radicaal anders. Onder- of semibewuste impulsen, gedreven worden door ervaringen van angst, agressie en schuldgevoelens uit de kindertijd, brengen de werknemer in een mentale staat waardoor ongevallen onvermijdelijk worden. Er kan zelfs sprake zijn van zelfbestrafing (Armstrong, 1949; zie voor een overzicht Hale en Hale, 1972). Naast deze verklaringen heeft een aantal psychologen testen ontwikkeld om brokkenmakers te kunnen selecteren en zo te weren van gevaarlijke werkplekken. Een bekende psycholoog uit die tijd is Eric Farmer, die een aantal publicaties heeft geschreven voor de Britse Industrial Health Research Board. Farmer en collega's hebben een zogenaamde aestheto-kinetische testbatterij ontwikkeld, die het coördinatie- en concentratievermogen test. (Farmer en Chambers, 1926, 1929, 1939; Farmer ea., 1933; Farmer, 1940, 1942). Bij het onderzoek is uitgegaan van de aanname dat bij een gelijke blootstelling aan risico's, werknemers geen gelijke kans op ongevallen hebben. En dat dit 'brokkenmakers' fenomeen redelijk stabiel is. De testen zijn uitgezet bij groepen werknemers uit verschillende beroepen, bij leerlingen van de marine en luchtmacht, bij Londense buschauffeurs en bij scheepstimmerlieden, monteurs en elektromonteurs. Bij deze onderzoeken heeft de onderzochte populatie gevarieerd van 650 tot 1843 werknemers en is ongevalsinformatie verzameld over een periode tussen twaalf weken en vijf jaar. De resultaten van het onderzoek hebben echter een lage correlatie laten zien variërend van 0.2 tot 0.4, tussen de uitkomsten van verschillende testen en tussen de testen en de ongevalscijfers. De onderzoekers hebben niet anders kunnen concluderen dan dat 'brokkenmakersgedrag' afhankelijk is van vele factoren, die nog niet helemaal zijn begrepen. Ook in Nederland is de aestheto-kinetische testbatterij toegepast, in een promotieonderzoek onder 66 Limburgse mijnwerkers, die minstens vijf jaar bij één van de Oranje Nassau mijnen werkzaam zijn geweest (Herold, 1945). De relatie tussen ongevallen en de testuitkomsten zijn in dit onderzoek niet gepresenteerd, maar wel de mogelijkheden om middels bedrijfsopleidingen de aangeboren of verworven dis-

positie voor ongevallen positief te beïnvloeden. De individuele hypothese heeft vanuit de wetenschap veel kritiek gekregen. Het commentaar betreft de lage correlaties tussen de testen en de ongevals cijfers, het feit dat een correlatie nog niets zegt over causaliteit en de gehanteerde statistische benadering. De verdeling van ongevallen over een groep personen in een bepaalde periode volgt meestal een J-curve. Bij een toevalsverdeling van ongevallen over personen verwacht men ook dat sommige personen meer ongevallen krijgen dan gemiddeld en andere juist minder. Als de onderzochte populatie groot is, bijvoorbeeld enkele honderden werknemers en de onderzochte periode is beperkt tot een aantal jaren, dan is het te verwachten dat het aantal ongevallen lager is dan het aantal werknemers. In dat geval zal een beperkt aantal werknemers een groot deel van de ongevallen krijgen, zonder dat hieruit iets is af te leiden over psychologische factoren van de slachtoffers. De lengte van de onderzoeksperiode is één van de argumenten die tegen het onderzoek pleiten. Daarbij is het onderzoek per definitie retrospectief van opzet en gebaseerd op de ongevalsregistraties van bedrijven, die deels op verklaringen van het slachtoffer, of diens collega's of bazen zijn gebaseerd. Doorgaans zijn deze bronnen weinig betrouwbaar als het om psychologische aspecten van het slachtoffer gaat. Een ander argument tegen het onderzoek is de vaagheid van de gehanteerde definities. De 'brokkenmaker' is nauwelijks in onderzoekstermen gedefinieerd. De vaagheid van de definitie blijkt ook uit de slechte correlatie tussen de onderlinge testen. Verder gaat de individuele hypothese uit van het begrip 'homogeniteit', zowel van de groepen als van de risico's. Deze homogeniteit wordt sterk in twijfel getrokken en het is niet waarschijnlijk, dat werknemers met dezelfde baan identieke risico's lopen. Dit argument vormt een fundamentele kritiek op het onderzoek. Slechts één factor wordt in ogenschouwen genomen en als verklaring gebruikt voor ongevalscausaliteit. In geen van de onderzoeken wordt een omschrijving gegeven van de ongevallen. Er is slechts aandacht voor de effecten van het ongeval, de schade en het persoonlijke letsel, en vervolgens voor de psychologische stabiliteit van het slachtoffer. Dit commentaar verschijnt vlak voor en na de Tweede Wereldoorlog in de wetenschappelijke literatuur en brengt de individuele hypothese in diskrediet (Anoniem, 1952, 1964; Arbous en Kerrich, 1951; Burger, 1974; Cameron, 1975; Froggatt en Smiley, 1964; Hale en Hale, 1970, 1972; Leigh, 1986; Mohr en Clemmer, 1988; Vernon, 1936; Webb, 1955; Winsemius, 1951, 1965).

Discussie en conclusies

De context waarbinnen de brokkenmakertheorie zich heeft ontwikkeld is complex en fascinerend. Aan het einde van de negentiende eeuw is bedrijfsveiligheid nog een betrekkelijk onderontwikkeld terrein en als iemand daar binnen een bedrijf zeggenschap over heeft, is het de voorman of opzichter. Er is in deze periode nauwelijks een idee over oorzaken van ongevallen. Ongevallen horen nu eenmaal bij het werk, of worden gezien als onbegrepen gebeurtenissen, de acts of God. Dat verandert rond de eeuwwisseling. Gevoed door informatie uit nationale mortaliteitsregistraties wordt duidelijk, dat de

werkplek een zeer gevaarlijke locatie is. Hoe betrouwbaar de cijfers ook mogen zijn, in de Verenigde Staten dringt het besef door dat de jaarlijkse dodentol van de arbeid daar veel hoger is dan in Europese landen en dat ongevallen een negatief effect hebben op de productie en de productiviteit van ondernemingen. Deze constatering hebben een belangrijke rol gespeeld bij de opkomst van de Safety First Movement, een privaat initiatief van het bedrijf US Steel. Deze beweging is als eerste nationale veiligheidsbeweging zeer succesvol, niet alleen in de Verenigde Staten, maar ook in Europa. De ontwikkelingen spelen zich af in een complexe en dynamische periode. De arbeidersbeweging komt op en wordt in de meeste westerse landen als een bedreiging gezien. Met de toenemende organisatiegraad verschijnen in de media berichten over de gevaren en risico's van het werk in verschillende bedrijfstakken. Binnen bedrijven en dan vooral bij de grotere bedrijven wordt onder invloed van het Taylorisme een verregaande rationalisatie, optimalisatie en kostenreductie van industriële productieprocessen doorgevoerd, een beweging die overigens veel overeenkomsten lijkt te hebben met de huidige tijd. Door de positieve relatie tussen veiligheid en productie heeft de Safety First Movement de wind mee gedurende deze transformatie. Een derde beweging is zichtbaar binnen het wetenschappelijke veld. Met het opkomende vakgebied van de psychologie ontstaat de psychotechniek. Daarin worden testen ontwikkeld om werknemers te kunnen selecteren op grond van hun intellectuele vermogens en hun vaardigheden.

Voor het vakgebied veiligheidskunde heeft de Safety First Movement een belangrijke rol gespeeld en een verregaande professionalisering ingeluid. Dit blijkt uit de opkomst van nationale organisaties, zoals de National Safety Council, veiligheidsvakbladen en -handboeken, veiligheidsstandaarden en -normen en het grote succes van veiligheidsposters in bedrijven. Ook in Europa doet zich een vergelijkbare ontwikkeling voor. Ongevallen worden niet meer gezien als 'acts of God', maar als consequenties van roekeloos gedrag van werknemers; de brokkenmakers.

Vóór de Eerste Wereldoorlog is de benadering van de National Safety Council vrij evangelistisch van aard, in die zin dat de 'safety first' boodschap met de nodige zedingsdrang nationaal wordt verspreid. En de notie dat het gedrag van werknemers de dominante ongevalsoorzaak is, zuivert het geweten van de werkgever en maakt het mogelijk om preventie in paternalistische termen te vertellen. Deze nadruk op voorlichting en training lijkt een economische achtergrond te hebben, daar zij aanzienlijk goedkoper is dan technische aanpassingen die in handboeken wordt gepropageerd. Daarnaast ligt met de Safety First beweging en de National Safety Council het initiatief bij het bedrijfsleven, dat fel gekant is tegen overheidsingrijpen (Esbester, 2005; Page en O'Brien, 1973). Als laatste levert de beweging de betrokken bedrijven veel positieve publiciteit op. Het 'PR-effect' van veiligheid wordt bevestigd door de directeur van US Steel, evenals de het voordeel van een goede relatie met werknemers die zich anders tot socialistische ideeën aangetrokken zouden voelen. Voor US Steel is de veiligheids campagne een bonanza aan positieve publiciteit voor het bedrijf. En vervolgens worden de voordelen van de veiligheidsprogramma's, de kostenbesparing

als gevolg van een spectaculair geclaimde daling van ongeval- len, breed uitgemeten (Anoniem, 1924, 1926b, 1927; Cowee, 1916; Groeneveld, 1948a).

De wetenschappelijke onderbouwing van de brokkenma- kerstheorie komt niet uit de Verenigde Staten, maar uit Groot- Brittannië. De overheid subsidieert onderzoek naar de oorza- ken van de explosief stijgende ongevals cijfers ten tijde van de Eerste Wereldoorlog. De Britse Industrial Fatigue Board, die later wordt omgevormd tot de Industrial Health Research Board, onderdeel van de prestigieuze Medical Research Council, publiceert in 1919 een statistisch onderbouwde stu- die die het bestaan van de brokkenmaker bevestigt. Hiermee heeft de brokkenmakertheorie een wetenschappelijke onder- bouwing gekregen. Voor het onderzoek zijn gegevens van bedrijfsregistraties gebruikt van een betrekkelijk kleine subpo- pulatie van vrouwen, werkzaam in munitiefabrieken. Na deze publicatie is veel onderzoek uitgevoerd naar psychologische testen om brokkenmakers te kunnen selecteren, uitgaande van de aanname dat een brokkenmaker een stabiele persoonlijke karaktertrek is en dat zowel de blootstelling aan gevaar als de blootgestelde populatie homogeen te beschouwen is. Deze aan- name is in de periode vlak na de Tweede Wereldoorlog zwaar onder vuur komen te liggen in de wetenschappelijke pers en wordt in diskrediet gebracht. Niet alleen omdat de testen lage correlaties laten zien tussen hun uitkomsten en ongevalscijfers, maar ook vanwege de statistische benadering van ongevals- onderzoek met alleen de nadruk op het gedrag van werkne- mers en op de effecten van het ongeval.

Behalve een gedragsbenadering van veiligheid bestaat er ook een technische benadering, die een langere geschiedenis kent. Reeds in 1844 worden maatregelen ter omkasting van draai- ende delen van machines opgenomen in de Britse arbeidswet- geving (Hale, 1978). Deze technische benadering van veilig- heid lijkt beperkt tot de groep van arbeidsinspecteurs. Daarbuiten is nauwelijks aandacht voor het onderwerp. Pas rond en na de Eerste Wereldoorlog is deze veiligheidstechniek volop in ontwikkeling. Het belang van externe oorzaken van bedrijfsongevallen wordt in het eerste uitgebreide Amerikaanse veiligheidsonderzoek in de staalregio rond Pittsburgh bevestigd. De conclusies van het Crystal Eastman's onderzoek zijn vrij revolutionair in die tijd, hoewel ze ons bekend in de oren klinken: ongevalsanalyse is de basis voor preventie, herhaalde ongevallen kunnen voorkomen worden en de verantwoordelijkheid van veiligheid ligt primair bij degene die zeggenschap heeft over het werk en dat is niet de werknemer. Opvallend genoeg wordt Eastman's werk niet gerefereerd in de veiligheidskundige literatuur. Maar de aan- dacht voor de condities van de arbeid blijft onverminderd bestaan. De veiligheidskundige handboeken uit die tijd laten uitgebreide voorbeelden van veiligheidstechniek zien, geïl- lustreerd met fotomateriaal.

De veiligheidskundige literatuur uit het begin van de twintig- ste eeuw heeft enkele verrassende overeenkomsten met huidi- ge stand van het vakgebied. Allereerst de dominante scenario's. De lijst van Crystal Eastman uit 1907 beperkt zich tot het staalgebied bij Pittsburgh. Heijermans publiceert een lijst gebaseerd op nationale informatie van zowel mortaliteits- als morbiditeitsgegevens uit 1902 en de lijst van de Britse auteurs

Collis en Greenwood uit 1913 is eveneens gebaseerd op natio- nale gegevens, zij het alleen dodelijke bedrijfsongevallen. De overeenkomst met de recent gepubliceerde Nederlandse lijst van dominante scenario's is opvallend. Vanzelfsprekend ont- breken voertuig-gerelateerde scenario's in de oude lijsten en domineren scenario's met explosies, stoommachines en elek- triciteit. Het ligt in de verwachting dat de ongevalscijfers per blootgestelde populatie verschillen. Daar is helaas geen uit- spraak over te doen omdat betrouwbare informatie over bloot- stelling ontbreekt, zowel nu als in het verleden. Ook valt te verwachten dat de toegenomen mechanisering en automatisering in de industrie een ander patroon van dominante scenari- o's laat zien. Dat laatste is echter veel minder het geval; vallen van hoogte, geraakt worden door vallende voorwerpen, en gegrepen worden door machines staan nog steeds in de top- 10. Een tweede overeenkomst zijn de opmerkingen die over wetgeving worden gemaakt. In het begin van de twintigste eeuw is, met uitzondering van Groot-Brittannië, de veilig- heidswetgeving nog in een beginstadium. Wetgeving heeft pas effect als managers van bedrijven deze actief ondersteunen en wetgeving genereert automatisch een vraag naar toezicht. Vergelijkbare opmerkingen zijn ook heden ten dage gemaakt (zie bijvoorbeeld Dik ca.,2008).

In Amerika hebben de verzekeringsmaatschappijen een grote stempel gedrukt op het veiligheidskundig onderzoek. Heinrich is daar de grote naam. Hij beschikt over grote gege- vensbestanden van veiligheidsrelevante informatie van bedrij- ven. Met deze informatie voert hij een aantal analyses uit, te beginnen met de berekening van de directe en indirecte kosten van ongevallen. Dat levert in 1927 de bekende 1:4 ver- houding op. Een jaar later verschijnt de bijdrage van verschil- lende ongevalsoorzaken ; onveilig gedrag, omgevingsfactoren en acts of God (88:10:2). Weer een jaar later publiceert Heinrich zijn ijsberg (1:29:300), met de claim dat kleine ongevallen dezelfde oorzaak hebben als grote. In zijn eerste handboek benadrukt hij, net als Eastman, de rol van het management. Het management moet de noodzakelijke veilig- heidstechniek invoeren en het gedrag van werknemers man- agen. In zijn tweede boek uit 1941 wordt het bekende domi- nomodel gepresenteerd, met onveilig gedrag van werknemers in het centrum van de reeks. Dit model is een doorbraak, omdat voor het eerst de oorzaken van de gevolgen worden gescheiden en het ongevalsproces wordt gepresenteerd als een sequentie van gebeurtenissen, die beïnvloedbaar zijn. De invloed van Heinrich op het vakgebied is zeer groot te noe- men. Eén van de nadelen van zijn publicaties is de volstrekte afwezigheid van enige verantwoording over de gemaakte inde- lingen in bijvoorbeeld ongevalsoorzaken, of in grote en kleine ongevallen. In zijn publicaties wordt niet meer gezegd dan dat zijn analyse is gebaseerd op enkele duizenden casussen. Binnen het vakgebied lijken er twee conflicterende hypothe- sen te bestaan; de individuele hypothese; de brokkenmakers- en de omgevingshypothese. Technisch opgeleide veiligheids- kundigen benaderen veiligheid via de reductie van gevaren door omkasting, of door afscherming van draaiende delen van machines en installaties. Psychologen en medici daarentegen zullen preventie meer vanuit de persoon en diens gedrag bena- deren, gericht op persoonlijke vaardigheden en op de selectie

van die vaardigheden. De veiligheidstechniek, een consequentie van de omgevingshypothese en de gedragsbenadering middels de brokkenmakertheorie lijken zich in eerste instantie los van elkaar te ontwikkelen in de verschillende vakgebieden. Heinrich is degene die met zijn verhouding 88:10:2 en zijn dominomodel een combinatie weet te leggen tussen beide hypothesen.

De kracht van de benadering van Heinrich is gelegen in de eenvoudige verhoudingen, die kunnen worden gebruikt voor kostenberekeningen en die van groot nut zijn voor verzekeringsmaatschappijen. De wetenschappelijke kritiek op de brokkenmakertheorie lijkt geen invloed te hebben gehad op de populariteit van deze denkbeelden in het professionele veld. De populariteit van de getallenreeksen is terug te vinden in het onderwijs. Ook in Nederland geldt dat. Onder de naam van de methode Lateiner worden de denkbeelden van Heinrich in het veiligheidskundig onderwijs onderwezen en maken nu nog deel uit van exameneisen van middelbaar veiligheidskundigen.

De advocaten en de critici van de brokkenmakertheorie laten zich nog steeds horen in de wetenschappelijke literatuur en in de vakpers (Clarke, 2006; Kerckhove, 1991 Roberts, 2004; Sutherland and Cooper, 1991; Zwaard, 1990). Binnen het professionele domein is de invloed van de brokkenmakertheorie ook terug te vinden in de zogenaamde behavioral based safety programma's, die de laatste jaren in grotere bedrijven ingang vinden in pogingen om de ongevals cijfers te laten dalen. Deze programma's verschillen van de brokkenmaker benadering, doordat ze niet expliciet uitgaan van stabiele karaktereigenschappen als verklaring voor gevaarlijk gedrag. Maar de monocausale benadering van ongevallen en de sterke nadruk op het gedrag van werknemers lijken sterk op de theorie uit het begin van de twintigste eeuw (Hopkins, 2006; Swuste and Jongen, 2007).

Literatuur

- Aldrich M. (1997). *Safety First: Technology, labor and business in the building of American safety 1870-1939*. John Hopkins University Press, Baltimore
- Ale B. Baksteen H. Bellamy L. Bloemhof A. Goossens L. Hale A. Mud M. Oh J. Papazoglou I. Post J. Whiston J. (2008) Quantifying occupational risk: The development of an occupational risk model. *Safety Science* 46 (2);176-185
- American Engineering Council (1928). *Safety and production. An engineering and statistical study of the relationship between industrial safety and production*. Harper & Brothers Publishers, New York
- Anoniem (1891). Het Veiligheidsmuseum te Amsterdam. *De Ingenieur* 9(41);378
- Anoniem (1909). Adres in zake het ongeval-Oldigs bij de maatschappij 'Electra' te Amsterdam. *De Ingenieur* 24(10);227-229
- Anoniem (1911). Het ongeval op Staatsmijn 'Emma' op 26 April 1911. *De Ingenieur* 26(21);553
- Anoniem (1913). Het ongeval van de 'Titanic' en de waterdichte indeeling van grote mailboten. *De Ingenieur* 28(13)223-244
- Anoniem (1914). Opening van het Veiligheidsmuseum. *De Ingenieur* 29(26);506-507
- Anoniem (1915). Industrial accident statistics. *Science* 42(1077);238-239
- Anoniem (1920). Coal Mining hazards. The Travelers Insurance Company, Hartford, Con
- Anoniem (1921). safety in building constructions The Travelers Insurance Company, Hartford, Con
- Anoniem (1924). Reducing lost time accidents in the Schenectady works of the General Electric Company. *Safety* 10(7);197-199
- Anoniem (1926a). *Industrial Psychology*. Nature 118(2969);462
- Anoniem (1926b). The greatest industrial story ever told. *Safety* 12(5);133-140
- Anoniem (1927). The United Sates Steel Corporation reduces accidents 84%. *Safety* 13(5);100-102
- Anoniem (1928a). The award of the Harriman Medals. *Safety* 14(1);5-22
- Anoniem (1928b). Our museum. *Safety* 14(5);131-135
- Anoniem (1930). News and views. *Nature* 126(3174);320-324
- Anoniem (1931). Science and the human factor. *Nature* 127(3213);805-807
- Anoniem (1933). Samenwerking van verschillende organen en organisaties ter bevordering der veiligheid. *De Ingenieur* 15;A189
- Anoniem (1937). Health and safety of industrial workers. *Nature* 139(3525);857-859
- Anoniem (1940). Het veiligheidsmuseum, jaarverslag 1939. *De Ingenieur* 55(29);A240
- Anoniem (1952). Accident proneness. *British Medical Journal* 2(4785);656-657
- Anoniem (1964). Accident proneness. *The Canadian Medical Association Journal* 90;646-647
- Anoniem (1973). Psychotechniek bij de PTT. Catalogus bij gelijknamige tentoonstelling. Mededeling uit het Rijksmuseum voor de Geschiedenis der natuurwetenschappen te Leiden, nr 145.
- Anoniem (1977). *America & Lewis Hine, photographs 1904-1940*. Aperture, New York
- Arbous A. Kerrich J. (1951). Accident statistics and accident proneness. *Biometrics* 7(4);340
- Armstrong D. (1949). Accident prevention. *Public health reports* 64(12);355-362
- Arlidge J. (1892). *The hygiene, diseases and mortality of occupations*. Percival, London
- Ashford N. (1976). *Crisis in the workplace: occupational disease and injury. A report to the Ford Foundation*. MIT Press Cambridge, Massachusetts
- Bakker M. Berkens E. (1995). *Techniek ter discussie. In: Techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890. Deel VI Techniek en samenleving*. Lintsen H. Bakker M. Homburg E. Lente D. Van Schot J. Verbong G. (eds). Walburg Pers, Zutphen
- Bank R. van de (2008). *Persoonlijke mededeling*
- Bellhouse G. (1920). *Accident prevention and 'Safety First'*. Manchester University Press, Machester

- Berman D. (1978). *Death on the job*. Monthly Review Press New York
- Borg ter B. (1939). *De maatregelen ter beveiliging van het hoogovenbedrijf te IJmuiden sociaal hygiënisch beschouwd*. Proefschrift faculteit Geneeskunde Rijksuniversiteit Utrecht Noord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij, Amsterdam
- Burger G. Gerritsen W. Groot J. de Kuiper J. Zielhuis R. (1974). *Arbeids- en bedrijfsgeneeskunde*. Kroese B.V., Leiden. Cock G. De Corthouts F. Hoofdstuk 36
- Psychological aspects van het vraagstuk van de ongevalpreventie (psychologen Universiteit Leuven en Economische Hogeschool Limburg - België)
- Cameron C. (1975). *Accident proneness. Accident analysis and prevention* 7(1);49-53
- Carozzi L. Stocker A. (1932). *The medical aspects of industrial accidents*. International Archives of Occupational and Environmental Health 4(1);14-41
- Céline L-F. (1933). *Voyage au bout de la nuit*. Gallimard, Parijs. In het Nederlands vertaald als *Reis naar het einde van de nacht*, 1968 Van Oorschot, Amsterdam
- Clarke, S. (2006) *Contrasting perceptual, attitudinal and dispositional approaches to accident involvement in the workplace*. Safety Science 44;537-550
- Collis E. Greenwood M. (1921). *The health of the industrial worker*. Churchill, London
- Cowee G. (1916). *Practical safety, methods and devices. Manufacturing and engineering*. Van Nostrand Co, New York
- Desta J. Heuvel P. Van den (1987). *Veertig jaar Veiligheidskunde in verenigingsverband*. Kluwer, Deventer
- Dik J. Hale A. Poort R. Roden N. Schaarenburgh-Verhoeve K. van, Swuste P. Veld R. in 't (2008). *De (on)balans in verantwoordelijkheid voor de veiligheid in Nederland. Visie van de Nederlandse Vereniging voor Veiligheidskunde naar aanleiding van de notitie van Prof. Mr. Pieter van Vollenhoven*. Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap 21(2);55-60
- Doherty J. (1981). *Women at work 153 photographs by Lewis Hine*. Dover Publications, New York
- Eastman, C. (1910). *Work-accidents and the law. The Pittsburgh survey*. Charities Publications Committee, New York
- Esbester M. (2005). *Reinvention, renewal or repetition? The Great Western Railway and occupational safety on Britain's railways 1900-1920*. Business and Economic History 3;(online: <http://www.h-net.org/~business/bhcweb/publications/BEHonline/2005/esbester.pdf>)
- Farmer E. Chambers E. (1926). *A psychological study of individual differences in accident rates*. Industrial Health Research Board. Report no. 38. His Majesty's Stationary Office, London
- Farmer E. Chambers E. (1929). *A study of personal qualities in accident proneness and proficiency*. Medical Research Council. Industrial Health Research Board. Report no. 55. His Majesty's Stationary Office, London
- Farmer E. Chambers E. Kirk F. (1933). *Test for accident proneness*. Medical Research Council. Industrial Health Research Board. Report nr 68. His Majesty's Stationary Office, London
- Farmer E. Chambers E. (1939). *A study of accident proneness among motor drivers*. Medical Research Council. Industrial Health Research Board. Report no 84. His Majesty's Stationary Office, London
- Farmer E. (1940). *Accident proneness and accident liability*. Occupational Psychology 14(3);121-131
- Farmer E. (1942). *The personal factor in accidents*. Medical Research Council. Industrial Health Research Board. Emergency report no. 3. His Majesty's Stationary Office, London
- Freedman R. (1994). *Kids at work. Lewis Hine and the crusade against child labor*. Clarion Books, New York
- Froggatt P. Smiley J (1964). *The concept of accident proneness: a review*. British Journal of Industrial Medicine 21;1
- Goossens L. (1981). *Veiligheidskunde aan de Technische Hogeschool Delft*. Tijdschrift voor Sociale Geneeskunde 59(9);312-316
- Greenwood M. Wood H. (1919). *The incidence of industrial accidents upon individuals with special reference to multiple accidents*. Industrial Fatigue Board, report nr 4. Her Majesty's Stationary Office, London
- Groeneveld F. (1948a). *Werkzaamheden van een 'safety engineer'* De Ingenieur 52;G92-94
- Groeneveld F. (1948b). *Ontstaan van de Amerikaanse 'Safety codes'*. De ingenieur 52;G94-96
- Hale A. Hale M. (1972). *A review of the industrial accident research literature of the National Institute of Industrial Psychology*. Her Majesty's Stationary Office, London
- Hale A. Hale M. (1970). *Accidents in perspective*. Occupational psychology 44;115-122
- Hale A. (1978). *The role of government inspectors of factories with particular reference to their training needs*. PhD thesis, University of Aston, Birmingham
- Hamilton A. (1943). *Exploring the dangerous trades*. Little, Brown and Co, Bstn. Heruitgave 1995 door de American Industrial Hygiene Association, AIHA Stock # 206-CC-95
- Harms C. (1966). *Ontwikkeling en toepassing van beveiligingen bij bewerkingsmachines*. De Ingenieur 46;G51-54
- Hard W. (1907). *Making steel and killing men*. Everybody's Magazine, November
- Hart H. (1950). *De ontwikkeling van de veiligheid in fabrieken en werkplaatsen gedurende de laatste 60 jaren*. De Ingenieur 62(9); A93-99
- Hart H. (1966). *De ontwikkeling, keuring en gebruik van beveiliging bij bewerkingsmachines*. De Ingenieur 78(46);G55-61
- Hasselt, J. (1907). *Het ongevallen-risico van machines*. De Ingenieur 22(32);604-606
- Herold J. (1945). *Dispositie tot ongevallen. De betekenis van een bedrijfsopleiding*. Proefschrift KUNijmegen Ernest van Aelst, Maastricht.
- Heijermans L. (1905) *Gezondheidsleer voor arbeiders*. Brusse Rotterdam.
- Heijermans L. (1907) *Het onderwijs in de bedrijfshygiëne*. Voordracht gehouden te Delft bij de opening van den cursus in de sociale en technische hygiëne, georganiseerd door de Sociaal Technische Vereniging van Democratische Ingenieurs en Architecten voor studeerenden aan de Technische Hoogeschool en belangstellenden. Brusse, Rotterdam

- Heijermans L. (1908). Handleiding tot de kennis der beroepsziekten. Burse, Rotterdam
- Heinrich H. (1927) The incidental cost of accidents. National Safety News February;18-20
- Heinrich H. (1928). The origin of accidents. The apparent cause is not always the basic cause. National Safety News July 18(1);9-13
- Heinrich H. (1929). The foundation of a major injury. National safety News January 19(1);9-11, 59
- Heinrich H. (1931). Industrial accident prevention, a scientific approach. 1st edition, McGraw-Hill Book Company, London
- Heinrich H. (1941). Industrial accident prevention, a scientific approach. 2nd edition, McGraw-Hill Book Company, London
- Hermans H. (2007). Een monster loert... De collectie historische gezondheidsaffiches van de Universiteit van Amsterdam. Vossiuspers, Amsterdam
- Herold J. (1945). Dispositie tot ongevallen. De betekenis van een bedrijfsopleiding. Proefschrift KUNijmegen Ernest van Aelst, Maasticht
- Hoorn van W. Meulman J. Vincent B. (1980). Geschiedenis van de psychologie. Collegedictaat Rijksuniversiteit Leiden, Psychologisch instituut
- Hope E. Hanna W. Stallybrass C. (1923). Industrial hygiene and medicine. Baillière, Tindall and Cox, London
- Kellogg P. (1909). The Pittsburgh Survey. Charities Publications Committee, New York
- Kerckhove, J. van de. (1991). Machines moeten werken, mensen moeten denken. Tegen een te eenzijdige benadering van het menselijk falen. Maandblad voor Arbeidsomstandigheden 67(5):313-318
- Kraft J. (1950). Zestig jaar veiligheidszorg bij de arbeid. De Ingenieur 60(9);A93
- Leigh J. (1986). Individual and job characteristics as predictors of industrial accidents. Accident Analysis and Prevention 18(3);209-216
- Lochem J. (1943). Algemene gezondheidsleer 2e editie. Kosmos, Amsterdam
- Mesritz A. Ree R. Van (1937). Bedrijfshygiene en Veiligheidstechniek. Beknopt leerboek, bestemd voor het Middelbaar Technisch Onderwijs, voor studerende voor de Nijverheids-acte-examens en voor in de praktijk werkzame technici. Stam, Amsterdam
- Mohr D. Clemmer D. (1988). The accident prone worker: an example from heavy industry. Accident analysis and prevention 20(2);123-127
- Oliver T. (1902). Dangerous trades from the legislative, social and medical point of view. Methmen & Co, London
- Osborne E. Vernon H. Muscio B. (1922). Two contributions to the study of accident causation: the influence of temperature and other conditions in the frequency of industrial accidents, on the relation of fatigue and accuracy to speed and duration of work. Industrial Fatigue Board, report nr 19. HMSO Press, Harrow
- Page J. O'Brien M-W. (1973). Bitter wages. Ralph Nader's study group report on disease and injury on the job. Grossman, New York
- Palmer L. (1926). The history of the Safety Movement. Annals of the American Academy of Political and Social Sciences 123(1);9-19
- Patijn J. (1903). Toezicht op de veiligheid in mijnen door mijnwerkers. De Economist 52(1);559-573 en 52(2);683-704
- Roberts M. (2004). Injury and accidents: psychological aspects. International encyclopedia of the social and behavioural science 7517-7521
- RoSPA Royal Society for the Prevention of Accidents, RoSPA in early years <http://www.rospace.com/history/index.htm>
- Sinclair U. (1906). The Jungle. Doubleday Page & Co, New York. Heruitgave 1981 door Bantam Books, New York
- Slob G. (1961) Bedrijfsveiligheid en -hygiëne. Wolters, Groningen
- Sutherland V. Cooper C. (1991). Personality, stress and accident involvement in the offshore oil and gas industry. Personal and Individual Differences 12(2);195-204
- Swuste P. Jongen M. (2007). Behavioural Based Safety, werkt het? Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap 20 (1, 2);13-16
- Swuste P. Geluijk C. Zwaard W. (2009). De brokkenmakertheorie, wat eraan vooraf is gegaan. Ongevalscausaliteit in de 19e eeuw in Groot-Brittannië en Nederland. Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap (aangeboden)
- Taylor F. (1911) The principles of scientific management. Harper & Row, New York
- Tolman C. (1928). Safety and production. Safety 14(4);126-128.154-155
- Valk L. van der (2007). Werkgevers, Centrale Werkgevers Risico-Bank en de uitvoering van de Ongevallenwet (1900-1940). Erasmus Universiteit Rotterdam
- Vernon H. (1936) Accidents and their prevention. University Press, Cambridge
- Vernon H. (1919) The influence of work and of ventilation on output in tinsplate manufacture. Industrial Fatigue Board, report nr 1. HMSO, London
- Vernon H. (1920) fatigue and efficiency in the iron and steel industry. Industrial Fatigue Board, report nr 5, HMSO, London
- Vossnack E. (1913). Het ongeval van de 'Titanic' en de waterdichte indeeling van grote mailboten. De Ingenieur 28(13);223-244
- Webb W. (1955). The illusive phenomena in accident proneness. Public health report 70(10);951-956
- Williams S. (1927) The manual of industrial safety. Shaw Company, New York
- Winsemius W. (1951). De psychologie van het ongevalsgebeuren. Verhandeling van het Instituut voor Praeventieve Geneeskunde, Kroese, Leiden
- Winsemius W. (1965). Some ergonomic aspects of safety. Ergonomics 8(2);151-162
- Zwaard W. (1990). De menselijke fout: terug van weggevoerd? Risico analyse met behulp van een foutenboom. Maandblad voor Arbeidsomstandigheden 66(1);1-11
- Zwaard W. (2007). Kroniek van de Nederlandse veiligheid. Van kinderarbeid en wassend water tot ontploffend vuurwerk. Syntax Media, Arnhem