

Full paper

Kwaliteit van (post)academische opleidingen veiligheidkunde, de huidige ontwikkelingen met tien Europese voorbeelden

Paul Swuste¹, Asun Galera², Wim Van Wassenhove³, José Carretero-Gómez⁴, Pedro Arezes⁵, Jouni Kivistö-Rahnasto⁶, Francisco Forteza⁴, Gilles Motet⁷, Kelly Reyniers⁸, Anne Bergmans⁸, David Wenham⁹, Carine Van Den Broeke¹⁰

Trefwoorden: veiligheidkundige opleiding, postacademische cursussen, kwaliteitsindicatoren

Samenvatting

De internationale veiligheidkundige literatuur besteedt aandacht aan de professionalisering van het vakgebied. (Post)academische veiligheidsprogramma's krijgen daarbij beperkte aandacht. Echter, anders dan bij onderzoek is de kwaliteit van deze programma's nauwelijks een onderwerp in deze literatuur. Het artikel start met een kort historisch overzicht van het veiligheidkundige onderwijs, gevolgd door een beschrijving van de tien (post)academische veiligheidkundige programma's en hun kwaliteitsbepaling van hun onderwijs. Dan blijkt dat de kwaliteit van het programma met zogenaamde intern indicatoren wordt bepaald, indicatoren uit de opleiding zelf of van de organiserende universiteit. Voorbeelden van interne indicatoren zijn bijvoorbeeld de reactie van cursisten op presentaties en de resultaten van examens en testen. Discussies over de vraag hoe de kwaliteit te meten, leidt tot een overzicht van de literatuur over onderwijsdoelen, modellen en mogelijke indicatoren voor een kwaliteitsbepaling. Het artikel concludeert dat de overdracht van veiligheidskennis en -vaardigheden naar bedrijven en organisaties een zeer wenselijke uitwerking is van extern indicatoren van kwaliteit. Maar het is ook duidelijk dat traditionele veiligheidsindicatoren geen of slechts onbetrouwbare informatie geven over de mate van deze overdracht. Een overzicht van mogelijke ongevalsprocessen van kleine en zware ongevallen van de betrokken onderneming of organisatie kan een betere optie zijn, in combinatie met de activiteiten van de cursist om deze ongevalsscenario's te beïnvloeden en te voorkomen.

Abstract

Professionalization of safety is gaining some interest in international safety literature and to a lesser extent also (post)graduate training and education of safety experts. Different from research, there are hardly any publications and discussions on the quality of (post)graduate safety edu-

cation in the academic safety literature. This article starts with a short historical picture of safety education. After this picture, a description of the ten (post)graduate safety courses involved is presented with a special reference to the assessment of the quality of these courses. It shows that internal indicators are used to assess the quality, indicators from the program itself or from the organizing university. Examples of internal indicators are, for example reactions from trainees, and results from examinations, and tests. Discussions on how quality assessment can be performed has led to an overview of literature on educational objectives and educational models, and possible indicators for this assessment. The article concludes that the transfer of safety knowledge and skills to companies and organizations is a highly desirable elaboration of an external quality concept. But it is also clear that traditional safety indicators can provide no, or only unreliable, information about the degree of this transfer. An overview of possible accident processes of the company or organisation concerned might be a better option, combined with the activities of the trainee to influence and prevent activation of these accident scenarios.

Inleiding

In de tweede helft van de 19e eeuw start veiligheid als arbeidsveiligheid. Professionele veiligheidkundigen organiseren zich pas na de Tweede Wereldoorlog in beroeps- en kennisverenigingen (Hale en Booth, 2019; Hudson en Ramsay, 2019; Madsen et al., 2019; Provan en Pryor, 2019; Swuste et al., 2019a; Wright et al., 2019). Deze professionalisering creëert een vraag naar veiligheidkundige opleidingen, gericht op arbeidsveiligheid. In Westerse landen start veiligheidkunde als academische wetenschap in de jaren zeventig van de vorige eeuw. Veiligheidkundige onderzoeksgroepen gaan (post)academische opleidingen veiligheidkunde organiseren, soms in combinatie met

¹ Veiligheidkunde, Technische Universiteit Delft

² Polytechnische universiteit van Catalunya, BarcelonaTech, Spanje

³ PSL Universiteit MINES ParisTech, CRC, Sophia Antipolis, Frankrijk

⁴ Universiteit van de Balearen, Spanje

⁵ Universiteit van Minho, Portugal

⁶ Centrum voor Veiligheidsmanagement en Ingenieurswetenschappen, Technische Universiteit Tampere, Finland

⁷ Nationaal Instituut voor Toegepaste Wetenschappen (INSA) Toulouse, Frankrijk

⁸ Universiteit van Antwerpen, België

⁹ Universiteit van Loughborough, Verenigd Koninkrijk

¹⁰ KU Leuven, België

gezondheid en milieu, echter veelal als zelfstandige opleidingen en niet geïntegreerd in ingenieursopleidingen. Deze groepen starten in Duitsland - Wuppertal, Engeland - Aston, Birmingham - Londen, Frankrijk - verschillende 'Institutes Universitaires de Technologie', België - Leuven, Sweden - Stockhol, Finland - Tampere, Australië - Ballarat en Nederland - Delft (Neved & Booth, 1982; Hale & de Kroes, 1997). In diezelfde periode schrikt de wereld op van een aantal grote industriële ongevallen. De veiligheidskundige opleidingen verbreden zich dan naar procesveiligheid en veiligheid in de 'high-tech-high hazard' sectoren. Deze opleidingen zijn nu enkele decennia operationeel. Echter, de wetenschappelijke veiligheidskundige literatuur besteedt geen aandacht aan de kwaliteitsborging van deze opleidingen.

Directeuren en coördinatoren van deze opleidingen uit zeven Europese landen die negen (post)academische opleidingen verzorgen zijn bijeengekomen en hebben de onderstaande onderwerpen besproken:

- Wat is de geschiedenis, de inhoud en het programma van de veiligheidskundige opleiding?
- Hoe wordt momenteel de kwaliteit van de cursus bepaald?
- Hoe zou, in het ideale geval, de kwaliteit bepaald moeten worden?

Dit artikel is mede gebaseerd op artikelen van auteurs over de ontwikkeling van veiligheid in high-tech-high-hazard sectoren en arbeidsveiligheid (van Gulijk et al., 2009; Oostendorp et al., 2013; Swuste et al., 2009, 2011, 2014, 2015, 2016, 2017, 2019b; Swuste & Le Coze, 2019), van ontwikkelingen van de Delftse MoSHE cursus (Swuste & Arnoldy, 2003; Swuste & Sillem, 2018) en van een overzicht van (post)academische cursussen in Europa en in Portugal (Arezes & Swuste, 2012; Arezes & Swuste 2013). Ter voorkoming van een regelmatige verwijzing naar deze referenties in de tekst, zijn deze referenties hierboven weergegeven. Het artikel is geschreven in de historische tegenwoordige tijd.

Methoden en technieken

De tweedaagse bijeenkomst is georganiseerd in oktober 2018 bij MINES Paris-Tech in Sophia Antipolis in Frankrijk met negen deelnemers, de auteurs van dit artikel. De deelnemers zijn een steekproef van belangrijke veiligheidskundige onderzoeksgroepen, die elkaar op internationale congressen ontmoeten. Later zijn de coördinator en de directeur van de universiteit van Antwerpen en de KU Leuven aangesloten bij de groep. Voorafgaande aan de bijeenkomst is een literatuuronderzoek uitgevoerd vanaf 1950 met als zoektermen 'safety' AND 'education', AND 'graduate' AND 'postgraduate courses' AND 'quality'. Dit levert een zeer beperkt aantal artikelen op.

(Post)academische veiligheidskundige opleidingen

Na een kort historisch overzicht worden recente ontwikkelingen beschreven.

Heinrich, de bekende Amerikaanse auteur van veel veiligheidskundige publicaties, heeft altijd arbeidsveiligheid gepropageerd als voorwaarde voor een efficiënte productie. Hij is na de Tweede Wereldoorlog een grote voorstander van academische veiligheidskundige cursussen in de ingenieursopleidingen. Hij pleit voor een apart curriculum veiligheidskunde, om de toch al overvolle ingenieursopleidingen niet te belasten (Heinrich, 1956; Busch, 2018). Na Heinrich wordt er lange tijd niet meer gepubliceerd over deze programma's. De volgende referentie is het bekende Robens report uit het Verenigd Koninkrijk (Robens, 1972). Robens benadrukt zowel de positie van procesveiligheid als de noodzaak voor een veilig ontwerpen van installaties en productieprocessen. Hij adviseert om veiligheid en gezondheid op te nemen in de syllabi en examens van de ingenieursopleidingen.

In het begin van de jaren tachtig verschijnen er artikelen die wijzen op de desinteresse op universiteiten en hogescholen voor arbeids- en procesveiligheid. Ze signaleren een toegenomen 'veiligheidsonwetendheid' onder chemici over onderwerpen als 'reliability engineering' en veiligheid in het algemeen. In de 21ste eeuw wordt dat argument herhaald. Lijn- en veiligheidsmanagers hebben te weinig kennis en tijd om arbeids- en procesveiligheid op een adequate manier te behandelen. (Hale, 1984, 1987; Hale et al., 1989, Nolan, 1989, 1991; Culvenor & Else, 1997; Toft et al., 2003; Hill & Nelson, 2005; Rouhof et al., 2009; Saleh & Pendley, 2012). Aanvankelijk wordt veiligheid opgevat als een oplosbaar technisch probleem en een onoplosbare menselijke fout. Later, na de grote ongevallen verandert deze benadering (Le Coze, 2013). De complexiteit van veiligheid wordt onderkend. Niet alleen de technologie, maar ook het management, die haar bestuurt, kan falen. Daarmee verandert de aandacht naar de technologie in combinatie met mens-machine interacties en menselijke factoren. Deze drie elementen zijn vaak in een complexe wederzijdse interactie met elkaar verbonden. In de jaren tachtig van de vorige eeuw, verschuift de aandacht naar organisatorische factoren en naar de integratie van veiligheid in lijn en staf management (Carthey et al., 1994; Hale & de Kroes, 1997; Hale et al., 2005). Dit besef van de complexe aard van veiligheid is een belangrijke drijfveer achter de organisatie van de Amsterdamse conferentie 'Education and Training: The gateway to quality in occupational health and safety' uit 1994 (ETOH, 1994; Safety Science, 1995). Dit is de eerste internationale conferentie over veiligheidskundige opleidingen. De kwaliteit van deze opleidingen komt aan de orde evenals de expertise van de professionele veiligheidskundigen. Volgens de organisatoren hebben deze onderwerpen niet de aandacht van onderzoekers, gelet op de zeer magere productie van artikelen over dit thema (Verbeek & Kroon, 1995).

Cursisten van veiligheid en gezondheid opleidingen komen uit bedrijven en hebben ervaring met managementconcepten. Dit in tegenstelling tot studenten in opleiding die geen of een zeer beperkte werkervaring hebben (Safety Science,

1995). De veiligheidsspecialisten uit bedrijven hebben behoefte aan een (post)academische opleiding waar al doende geleerd wordt en de discussie een essentieel element van het leerproces is, in plaats van het alleen leren van feiten (van Dijk, 1995; Saari, 1995; Kletz, 2006). Een (post)academische opleiding is daarbij essentieel, omdat de veiligheidsspecialist nieuwe en onverwachte problemen moet kunnen oplossen die zich nog niet eerder hebben voorgedaan. Probleem-oplossen in plaats van het volgen van bedrijfsprocedures en overheidsregel wordt het beste aangeleerd op een (post)academisch niveau (Chimote, 2010; Wybo & Van Wassenhove, 2016).

Met de opkomst van 'Work-Integrated-Learning' (WIL) deze eeuw verandert de noodzaak voor cursisten met werkervaring. WIL is opgezet vanuit de aanname dat kennis, waaronder academische veiligheid, geleerd kan worden op bachelor en masterniveau, dus zonder uitgebreide werkervaring (Bates, 2008). WIL is een paraplu-term voor een aantal verschillende benaderingen en strategieën om theorie en praktijk te integreren binnen een curriculum (Stanley & Xu, 2019). Leren wordt opgevat als een proces, gevoed door ervaringen. De opgedane kennis van de cursist of student wordt direct getoetst aan de praktijk waar de kennis van toepassing is. (Orrell, 2011; Higher Educational Quality Council Ontario, 2016). Bachelor en master studenten ontvangen hun academische opleiding op universiteiten. Daarna volgen ze voor enkele maanden tot en half jaar een stage bij een bedrijf. Hier leren ze problemen oplossen, communiceren met werknemers en managers en binnen een team te functioneren. Cursisten houden een dagboek bij over hun ervaringen en de realiteit van de werkplek. Dit dagboek wordt op de universiteit geëvalueerd. Dit levert de nodige reflectie op voor studenten. De eerste experimenten met WIL ontstaan in de jaren tachtig en negentig van de vorige eeuw in Duitsland, Engeland en Australië (Orrell, 2011; Gerloff & Reinhard, 2019). Tegenwoordig volgen meerdere academische domeinen deze aanpak. Ook bij (post)academische opleidingen zijn stages onderdeel van het programma. Theorie en praktijk zijn zo geïntegreerd. De praktische ervaring in bedrijven is bij veiligheidkundige programma's beperkt tot één of enkele weken of een maand.

Een onderzoek bij 90 Europese veiligheidsprogramma's in 18 Europese landen laat een grote variatie zien in aantallen programma's per land en behandelde onderwerpen. De Amsterdam conferentie komt met vergelijkbare resultaten (Verbeek & Kroon, 1995). De grote variatie aan programma's is een neveneffect van de EU Bolognaverklaring uit 1999 en de Dublin descriptoren. Deze verklaring initieert een hervorming van het hoger onderwijs binnen Europa. Onderwijsdoelen in de universitaire opleidingen moeten worden gedefinieerd in termen van leerresultaten (of competenties), in plaats van algemene doelen. De verklaring geeft een plotselinge toename van veiligheids cursussen, georganiseerd door niet-universitaire en commerciële organisaties zonder enig onderzoekstraditie. Zo heeft Portugal

bijvoorbeeld 29 veiligheid en gezondheidsprogramma's, een zeer hoog aantal in vergelijking met Noord-Europese landen en de omvang van het land.

(Post)academische veiligheidsopleidingen, een paar voorbeelden

In de literatuur zijn enkele artikelen gepubliceerd over individuele opleidingen. De meeste opleidingen beperken het aantal deelnemers tot 20-24 om discussies over onderwerpen te garanderen. Het postacademische programma veiligheidkunde in West-Australië is daar een voorbeeld van (Spickett, 1985). Een andere universiteit, van Melbourne, heeft een veiligheidsprogramma in de opleiding chemische technologie. Groepen van drie tot vier studenten presenteren de grote ongevallen voor een groep van studenten. Voorbeelden zijn Bhopal, Buncefield, Flixborough of Piper Alpha. De nadruk ligt op de feitelijke ongevalsprocessen en op veiligheidsinterventies. De andere studenten beoordelen de presentatie en doen daar een week later uitgebreid verslag van (Shallcross, 2013a, 2013b).

Lord Cullen concludeert naar aanleiding van het Britse treinongeval bij Hatfield in 2000 het volgende:

De opleiding van ingenieurs dient experts af te leveren die hun professionele verantwoordelijkheid voor veiligheid en publieke veiligheid begrijpen. Ze moeten in staat zijn om veiligheids-kritische defecten op te sporen en te verhelpen, daarbij gebruik makend van de principes van het risicomangement' (Office of Rail Regulation, 2006).

De Health and Safety Executive (HSE) heeft met deze conclusie een programma opgezet voor ingenieursstudenten aan de universiteit van Liverpool (HSE, 2008). Een vergelijkbaar initiatief komt uit de Verenigde Staten, Prevention through Design (PtD) (Mann, 2008).

De Technische Universiteit Delft kent twee veiligheidsprogramma's: Chemisch Risico Management (1979-2005) en de Management van Veiligheid, Gezondheid en Milieu (MoSHE, 1989-heden). De afdeling Chemische Technologie organiseert het eerste programma op bachelor niveau (Lemkowitz en Zwaard, 1988; Lemowitz, 1992). Risico identificatie, risico bepaling, kwantitatieve risico bepaling, loss prevention en management zijn hier de onderwerpen. De basis van het programma zijn Patty's handboeken Industriële Hygiëne en Lees' Loss Prevention in the Process Industries (Patty, 1978, 1979, 1981; Lees, 1980, 1996). Veel veiligheidkundige programma's behandelen gevaarbronnen, risico's, kwetsbare objecten, management, wetgeving en regels. Het MoSHE programma besteedt expliciet aandacht aan de herkenning en analyse van oplossingen (Hale, 1987).

Perrin et al. (2018) geeft een overzicht en commentaar op de Franse ingenieursopleidingen in procesveiligheid. De grote industriële ongevallen in Frankrijk, waaronder de explosie in de AZF-kunstmestfabriek in Toulouse in

2001, laten een gebrek zien aan veiligheidkundige kennis en competentie. Tussen 2008 en 2018 veranderen in Frankrijk de opleidingen. Veiligheid en gezondheid, en procesveiligheid zijn nu onderwerpen op de universitaire Instituten voor Technologie- en op de ingenieursscholen, de 'Grandes Ecoles'. De chemische ingenieursafdelingen van de instituten organiseren een verplicht BSc veiligheidsprogramma. Deze instituten zijn in 11 verschillende steden in heel Frankrijk gevestigd. De 'Grande Ecoles' hebben een MSC-veiligheidsprogramma en bevinden zich in 7 steden. Perrin stelt dat het veiligheidsonderwijs in Frankrijk nog steeds een uitdaging en een moeilijke missie is. Veiligheidsonderwijs moet niet gericht zijn op het volgen van regels uit wetgeving, zoals de Europese Seveso directives. Academische opleidingen zijn altijd overbelast. Veiligheid moet dan concurreren met andere relevante onderwerpen uit de chemische technologie. Er is een tekort aan ervaren docenten die veiligheid kunnen en willen doceren. En tot slot, de relatie tussen industrie en universiteit is belangrijk voor de ontwikkeling van procesveiligheidsprogramma's. Helaas is in Frankrijk de ondersteuning door de industrie onvoldoende (Perrin et al., 2018).

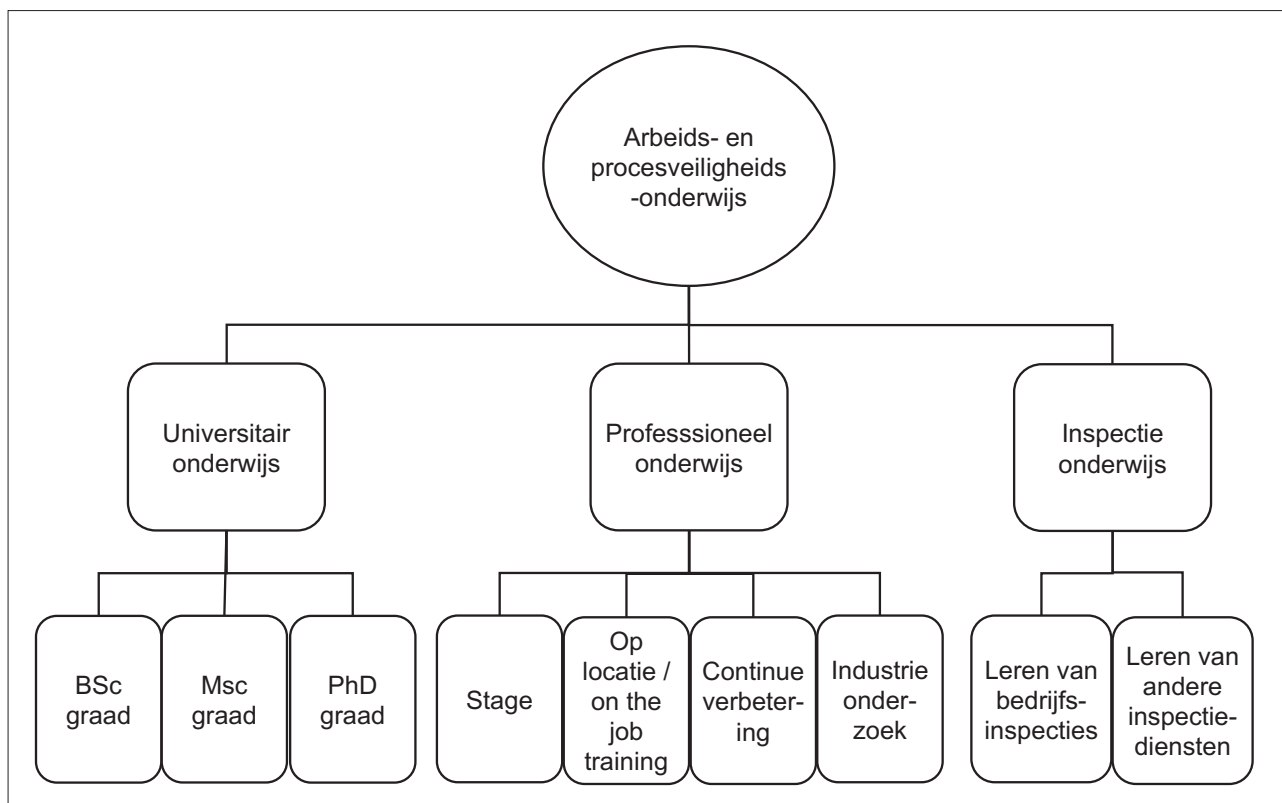
Twee andere publicaties geven een overzicht van het internationaal procesveiligheidsprogramma's (Mkpat et al., 2018; Meyer et al., 2019). Veiligheidsprincipes en de disciplines om productieprocessen te besturen worden hier op een systematische manier gedoceerd en geven inzicht in ongevalsprocessen in de procesindustrie, om deze te begrijpen en te voorkomen. Beide publicaties laten drie afzonderlijke routes van veiligheidseducatie zien: een

academische, een professionele en een via overheidsinstanties. Deze routes zijn zowel toepasbaar voor onderwijs in arbeidsveiligheid als in procesveiligheid (Figuur 1). Dit artikel behandelt alleen de academische route. Meyer en collega's geven een detailoverzicht van MSc-programma's. De programma's hebben verschillende oriëntaties, zoals industrieel risicomanagement (Noorwegen-Stavanger, Denemarken-Aalborg, Frankrijk-Mijnen-ParisTech, Zwitserland-Zürich), betrouwbaarheids- en veiligheidsmanagement (Noorwegen-Trondheim, VK-Herriott-Watt online onderwijs), procesveiligheidsmanagement (België-KULeuven, Maleisië-Petronas) management van rampen (VK-Londen) en milieurisicomanagement (Italië-Padua, Finland-Tampere). Beide publicaties concluderen dat er meer samenwerking nodig is tussen de wetenschap, het bedrijfsleven en de overheidsorganisaties en inspectiediensten. Onderwijs in procesveiligheid verdient meer aandacht van deze partijen. Zelfs enkele decennia na de zware procesongevallen heeft het veiligheidsonderwijs nog steeds geen solide internationale basis. Het onderwijs ontwikkelt zich vanuit een lokale, of nationale context. Er is grote behoefte aan internationale benchmarking en harmonisatie.

Tien Europese (post)academische veiligheidsopleidingen

Verschillende aspecten van de tien opleidingen komen in dit hoofdstuk aan bod.

Tabel 1 en de bijlage geven informatie over de tien programma's voor het academische jaar 2017-2018. De start van deze veiligheids cursussen verschilt per land.



Figuur 1: Arbeids- en procesveiligheids-onderwijs (gebaseerd op Mkpat et al., 2018, Meyer et al., 2019)

Tabel 1: De tien veiligheidskundige opleidingen

land	programma 2017 - 2018	instituut	start	cursisten profiel	niveau	cursisten per cohort	duur	punten (ECTS)	college-geld
Finland	Safety Engineering	Technische Universiteit Tampere	1974	van jong en onervaren tot expert	BSc, MSc (Tech), PhD	30-40 ¹	BSc (3 jaren) MSc (2 jaren) PhD (4 jaren)	180 120 40	15€/credit: 1.800 € - 2.700 €
Spanje	Occupational Risk Prevention	Universiteit van de Balearen	1997	universitair geschoold (chemie, ingenieurs wetenschap, psychologie, rechten, gezondheid)	MSc	30	1 jaar	60	1.830 €
België	Safety Sciences	Universiteit van Antwerpen	2013	BSc en MSc studenten en professionele BSc's, meestal in veiligheid, na een succesvol inhaalprogramma	MSc	20	2 jaren ² 1 jaar ³	120 1 60 2	950 €/y
UK	Occupational Health & Safety Management	Universiteit van Loughborough	1990	alleen experts, achtergrond in V&G, werkzaam in een bedrijf	postacademisch certificaat, postacademisch diploma, MSc	20	7 maanden, 14 maanden of 26 maanden	30-120	11.500 £
Spanje	Nanotechnology & Occupational Risk Prevention	Barcelona-Tech, UPC	2020	experts met een achtergrond in techniek, medicijnen, of veiligheid en gezondheid, afkomstig uit Spanje en Latijns-Amerika	professioneel programma	60	3 maanden	2	480 €
Portugal	Program on Human Engineering	Universiteit van Minho	1992	achtergrond in ingenieurswetenschap, de helft werkt bij een bedrijf	MSc	20	2 jaren	120	1.500 €/jaar
Nederland	Management of Safety, Health and Environment	Technische Universiteit Delft	1989	BSc, werkzaam in een bedrijf of (overheids)organisatie	postacademisch	20	2 jaren	60	25.000 €
Frankrijk	Safety Engineering and Management	(INSA) Toulouse	2008	MSc, achtergrond in ingenieurswetenschap	postmaster	20	13 maanden	45+75	9.000 €
Frankrijk	Industrial Risk Management	PSL University - MINES Paris-Tech	2004	MSc, achtergrond in V&G, geen of beperkte bedrijfservaring, afkomstig uit Frankrijk of Noord-Afrika	postmaster	30	1 jaar	60	12.500 €
België	Environment, Health and Safety Management	KU Leuven	1998	Van jonge studenten tot BSc	MSc	35	BSc (3 jaren) MSc (1 jaar)	180 60	950 €/jaar

¹ aantallen variëren, studenten volgen een minor of een major van verschillende ingenieursdisciplines, ² van 2017-2020, ³ vanaf 2020-2021

Maar de achterliggende gedachte in elk land is het gebrek aan gestructureerde veiligheidstraining op hoog niveau. In de meeste landen komt dit tot uiting in nationale wet- en regelgeving en is voor de programma's een startpunt. Vaak is deze wetgeving gebaseerd op de EU-kaderrichtlijn voor veiligheid en gezondheid (Europese Commissie, 1989). In Nederland hebben discussies over externe certificering een rol gespeeld. Een afgeronde MoSHE, of HVK-programma is één van de voorwaarden voor certificering. Voor het Belgische programma, de Universiteit van Antwerpen en het Spanje-BarcelonaTech-programma is er geen wettelijke vereiste. Ook praktische triggers hebben invloed. Bijvoorbeeld een omvorming van een MSc- naar een post-MSc-programma (Frankrijk). Of de opzet van een nieuw internationaal masterprogramma in veiligheid en beveiliging in 2019, het Finse SAFER programma. Het collegegeld van de verschillende programma's verschilt en weerspiegelt een verschil in subsidiëring. Sommige opleidingen hebben een vast collegegeld van hun universiteit. Bedrijven of studenten betalen de kosten. In Finland zijn beurzen beschikbaar voor niet-EU-burgers.

Onlangs heeft de INSA Group (Nationale Instituut van Toegepaste Wetenschappen), de toonaangevende Franse groep van technische instituten, een gratis onlinecursus procesveiligheid gelanceerd samen met de Solvay-groep van chemische bedrijven. Het behandelt alle aspecten van brandpreventie, explosies en emissie van giftige stoffen.

De leeftijden van cursisten variëren van 21 tot 55 jaar. De meeste programma's hebben vergelijkbare selectieprocedures voor kandidaat-cursisten. Voor de toelating is een BSc of een MSc vereist. In intake-interviews met cursisten is aandacht voor motivatie, V&G achtergrond en communicatievaardigheden. Voor sommige opleidingen is een baan als veiligheidsmanager in een bedrijf of organisatie vereist. In Portugal wordt gevraagd naar relevante publicaties, onderzoeksprojecten en onderwijservaring in veiligheid en gezondheid. De titel van de Portugese opleiding is 'human engineering'. Dit verwijst naar de Amerikaanse benaming 'human factor engineering'. In Spanje zijn de selectie en de toelatingseisen momenteel onderwerp van discussie. De industrie vraagt hier specifieke profielen voor werkzaamheden op het gebied van preventie en werk inspecties.

De focus van de programma's

Alle opleidingen hebben tot doel om kennis en vaardigheden over te dragen van veiligheidskunde en veiligheids- en risicomanagement. Dit geeft een solide basis voor de techniek en technologie van veiligheid en de rol van individuen en organisaties daarin. Het Universiteit Antwerpen programma is enigszins een uitzondering met een minder diepgaande aandacht voor procesveiligheid. Sommige programma's omvatten beveiliging en openbare veiligheid als extra domeinen. Eén programma is specifiek gericht op risico's en preventie van nano-materialen (Spanje, BarcelonaTech). De programma's leiden hun cursisten op tot generalisten met een brede en multidisciplinaire kijk op

gevaaren, risico's en veiligheid. De opleidingen behandelen vaak meerdere sectoren: transport (lucht, spoor, weg), energie (nucleair, olie en gas, dammen, brandstofcellen), productie (diverse sectoren). Afgestudeerden kunnen op de arbeidsmarkt terecht als onderzoeker, beleidsmaker en manager met verantwoordelijkheden voor arbeids- en industriële veiligheid en beleid. Een hoofdkenmerk van afgestudeerden is de capaciteit om moeilijke, onverwachte en onvoorziene veiligheidsproblemen op te lossen. Daarom richten de opleidingen zich ook op de zogenaamde 'kritische reflectie', als een van de belangrijkste doelstellingen van universitaire opleidingen.

Onderwerpen van de programma's

Door de jaren heen kent ieder programma meerdere majeure wijzigingen in het lesmateriaal en de inhoud van het programma. Momenteel worden de volgende veiligheidskundige onderwerpen gedoceerd (zie ook Meyer et al., 2019):

- veiligheidstheorieën en -modellen van ongevalsprocessen;
- procesveiligheid, functionele en structurele veiligheid en veiligheidsafhankelijkheid;
- menselijke, organisatorische en sociale factoren van veiligheid;
- veiligheidstechnieken, gevaar- en risicoanalyses;
- veiligheids- en risicomanagement;
- managementsystemen, strategie, planning, kwaliteitsmetingen, audits, training en communicatie, veiligheidspromotie;
- wet- en regelgeving
- crisismanagement en management van noodsituaties.

Afhankelijk van de specialisaties van de organiserende universitaire groep worden additionele onderwerpen opgenomen in het programma, zoals arbeidshygiëne, gezondheid, toxicologie, (moleculaire) biologie, ergonomie, milieukunde, psychosociale aspecten, welzijn, geweld op het werk, seksuele intimidatie op het werk, brandveiligheid, statistiek, industriële ventilatie, computerbeveiliging, cybersecurity, kwaliteitsmanagement, geïntegreerde managementsystemen, openbare veiligheid, misdaadpreventie, maatschappelijk verantwoord ondernemen en duurzaamheid.

Onderwijskundige benadering

Spreekers uit het veld of uit de universiteit doceren in de programma's. Dit confronteert cursisten met praktische problemen en theoretische achtergronden. Met verschillende gevaar- en risicotekniken worden ongevalsscenario's uitgewerkt. Wetenschappers presenteren een overzicht en een reflectie op belangrijke ontwikkelingen in het veiligheidsdomein. Deze balans tussen theorie en praktijk stimuleert kritische reflectie van toekomstige veiligheidspecialisten (Pryor et al., 2015). Meerdere programma's verzorgen onderdelen over de structuur en opzet van wetenschappelijke artikelen en over onderzoeksmethodo-

logie. Ook projectmatig leren wordt toegepast op meerdere veiligheidkundige casussen, ondersteunt met films en digitale literatuur. Cursisten bereiden in groepen een casus voor en presenteren deze aan hun medecursisten.

Het Industrial Risk Management programma (France, Paris-Tech) begint met een buitenactiviteit ter stimulering van de groepsintegratie, door cursisten in 'risico en beslis' situaties te brengen. Andere programma's gebruiken rollenspellen van fatale arbeids- of grote industriële ongevallen. Een team van een bedrijfsarts, een arbeidsinspecteur, een vakbondsvertegenwoordiger en een ervaren veiligheidsexpert beoordelen de casus. Het Franse programma Safety Engineering and Management van het INSA, Toulouse is een onlineopleiding. Films en literatuur worden aangeboden en getest middels opdrachten en meerkeuze testen. Cursisten hebben interactie met sprekers en beschikken over een discussieplatform. Ook het Spaanse BarcelonaTech programma is online. Andere programma's, zoals 'Occupational Risk Prevention' van de Universiteit van de Balearen, gebruiken een gemengde vorm van klassikale en online lesmethoden.

De eigen verantwoordelijkheid van de cursist voor zijn of haar leertraject is het uitgangspunt van de Delftse MoSHE opleiding. In een van de modules presenteren groepen cursisten een onderwerp voor een panel van veiligheidsmanagers van bedrijven van de cursisten. De keuze van het onderwerp is vrij en wordt overgelaten aan de keuze van de groep. Dit zet de groepen cursisten onder een realistische tijdsdruk. Cursisten discussiëren met sprekers de relevante onderwerpen voor hun presentatie (Wybo & Van Wassenhove, 2016).

Alle programma's hebben een afstudeerscriptie, of meerdere projecten, of stages met evalueeraties, of examens, of combinaties van deze elementen. Bijna alle programma's gebruiken teamwork bij projecten in een industriële of werkcontext. Wederzijdse beoordeling door cursisten wordt vaak gebruikt, cursisten evalueren presentaties en rapporten van hun medecursisten en hun docenten.

Samenwerking met de industrie en de overheid

Er zijn vele vormen van samenwerking met de industrie. In sommige programma's zijn 50% van alle presentaties verzorgd door docenten uit de industrie en uit overheidsinstellingen. Een dergelijk professioneel netwerk werpt zijn vruchten af. Met bedrijven en organisaties zijn afspraken te maken over veldwerk, over presentaties van relevante onderwerpen en over thema's voor masterscripties. Ook in advies- en coördinatiecommissie van de programma's hebben vertegenwoordigers van de industrie en overheid zitting. Contacten met alumni zijn belangrijk voor discussies over ingewikkelde veiligheidkundige onderwerpen en verbreden tegelijkertijd het netwerk. Cursisten van het Franse programma Industrial Risk Management organiseren jaarlijks een congres voor veiligheidkundigen en geïnteresseerden.

Kwaliteit van onderwijs

In dit hoofdstuk wordt het begrip kwaliteit van onderwijs uitgewerkt en de kwaliteitsbeoordeling, evenals de kwaliteitsindicatoren die momenteel door de tien opleidingen worden gebruikt en welke wenselijk zijn

Onderwijsdoelen en de definitie van kwaliteit

Iedereen weet dat een kwaliteitsbepaling van onderwijs de noodzakelijke informatie geeft voor toekomstige aanpassingen. Dit rechtvaardigt eveneens het bestaansrecht en het budget van de programma's. Het geconstateerde gebrek aan wetenschappelijke studies over dit onderwerp is mogelijk het gevolg van een gebrek aan traditie of aan financiële middelen. Of er is onvoldoende consensus over het hoe en wat van de kwaliteitsbepaling (Heath, 1982; Hale, 1984; Alliger & Janak, 1989; Mann, 1996; Jacob, 2013; Kennedy et al., 2013; van Dijk et al., 2015). Kwaliteit van programma's kan van verschillende invalshoeken worden bepaald - vanuit het perspectief van de cursist, van het management van het programma, van de bedrijven en organisaties waar afgestudeerde cursisten werkzaam zijn of van de samenleving. Kwaliteit is een relatief begrip en afhankelijk van de positie van de actor.

De definitie van kwaliteit bevat elementen als input, output, proces, administratief systeem en de kennisniveaus van de actoren (Hazalkorn et al., 2018). Volgens Akareem & Hossain (2016) wordt de kwaliteit van hoger onderwijs bepaald door de kwaliteit van de leeromgeving, de academische staf en de onderwijsresultaten. Onder resultaten wordt de mate verstaan waarin een programma voldoet aan vooraf gestelde onderwijsdoelen, of de academische staf het leervermogen van cursisten stimuleert en de kosten van de programma's. Een definitie van de kwaliteit uit de gezondheidszorg (IOM, 2001), aangepast voor veiligheidkundige programma's, geeft een kwaliteitsdefinitie:

'De kwaliteit van veiligheidkundige programma's is de mate waarin organisaties die deze onderwijsprogramma's aanbieden in staat zijn de gewenste educatieve, of leerdoelen te bereiken, die consistent zijn met de huidige professionele en academische kennis'

Deze definitie is een 'op productie gebaseerde kwaliteit' (Garvin, 1988). De definitie impliceert dat leerdoelen vooraf bepaald zijn en dat het programma de laatste stand van zaken op het gebied van kennis en professionele praktijk presenteert.

De taxonomie van Bloom, een hulpmiddel voor de formulering van leerdoelen, is een veel gebruikte manieren om verschillende kennisniveaus in te delen (Bloom, 1956). De onderwijspsycholoog Benjamin Bloom gebruikt deze taxonomie als model voor doelstellingen van het leerproces. De taxonomie is opgesteld om uitwisseling van onderwijstesten tussen faculteiten van verschillende universiteiten te vergemakkelijken. Dit creëert een verzameling van

testonderwerpen die dezelfde educatieve doelen meten. De taxonomie geeft aan welk eindgedrag bereikt moet worden. Later is de cognitieve taxonomie opnieuw gedefinieerd door David Krathwohl van de Syracuse universiteit van New York, een medewerker van Bloom. De kennis dimensies zijn opnieuw vastgesteld en variëren van feitelijke kennis tot metacognitieve kennis. De taxonomie is een combinatie van deze kennisdimensies en zes niveaus, die de structuur van het cognitieve proces classificeren in een afnemende moeilijkheidsgraad (Anderson & Krathwohl, 2001; Krathwohl, 2002).

- evalueren - motiveren of rechtvaardigen van een besluit of gebeurtenis: controleren, hypothetiseren, bekritisseren, experimenteren, beoordelen;
- creëren - nieuwe ideeën, producten of gezichtspunten genereren: ontwerpen, maken, plannen, produceren, uitvinden, bouwen.
- analyseren - informatie in stukken opdelen om de verbanden en relaties te onderzoeken: vergelijken, organiseren, uit elkaar halen, ondervragen, vinden;
- toepassen - informatie in een andere context gebruiken: bewerkstelligen, uitvoeren, gebruiken, toepassen;
- begrijpen - ideeën of concepten uitleggen: interpreteren, samenvatten, benoemen, classificeren, uitleggen;
- onthouden - informatie onthouden: herkennen, beschrijven;

De eerdergenoemde Bolognaverklaring maakt diploma's van opleidingen vergelijkbaar, ter stimulering van de uitwisseling van studenten en docenten tussen Europese landen. De declaratie is een andere prikkel voor leerdoelen en introduceert een nieuw inzicht in onderwijs (Bolognaverklaring, 1999). Traditioneel is onderwijs leraar-gericht. De leraar bepaalt de inhoud van het programma. Studenten en cursisten zijn 'lege vaten', die gevuld worden met informatie en kennis. De verklaring introduceert een studentbenadering. Wat wordt van een geslaagde student verwacht? Dit leidt logischerwijs tot leerdoelen (Fitzpatrick et al., 2009). Met de introductie van het Europese Credit Transfer Systeem (ECTS, 2009), het Europese Credit Systeem voor Beroepsonderwijs en Training (ECEVT, 2009) en het Europese Kwaliteitskader (EQF, 2008; ESG, 2015) is de omvang, kwaliteit en duur van de programma's vast te stellen.

Kwaliteitsindicatoren en certificering

Kwaliteitsindicatoren zijn de input voor organisatoren van de tien programma's voor toekomstige aanpassingen. De meest gebruikte zijn informele discussies en adviezen samen met resultaten van examens en van evaluatie van cursisten van hun dagelijkse programmaonderdelen, inclusief de leeromgeving. Een SWOT-analyse wordt vaak gebruikt voor de evaluatie van het gehele programma. In- en externe certificering zijn formele (kwaliteits)procedures voor de autorisatie van de programma's. De input voor formele certificering kan zijn (zie ook tabel 2):

Intern

- input van universitaire onderwijscommissies, met vertegenwoordiging van een cursist;
- input van een examencommissie
- algehele evaluatie/ audits van het kwaliteitssysteem door de gastuniversiteit;
- didactische kwaliteit van docenten.

Extern

- input van bedrijven en formele en informele bijeenkomsten bedrijven;
- input van professionele organisaties;
- audit en accreditatie door onderwijsverenigingen (bv. de Conférence des Grandes Ecoles in Frankrijk, de Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR) in Vlaanderen, België), door beroepsverenigingen (bv. de Britse Institution of Occupational Safety and Health -IOSH) of door private (internationale) organisaties;
- input van autoriteiten of overheidsinstanties;
- audits en accreditatie door overheidsinstanties (bv. de accreditatieorganisatie van Nederland en Vlaanderen (NVAO);
- externe beoordelaars van de kwaliteit van producten van cursisten;
- onderzoeken naar banen van alumni.

Bij audits en accreditatie wordt veelal verwezen naar de standaarden van de International Organisation for Standardization (ISO). Deze zijn de belangrijkste standaarden van de snelgroeende certificeringspraktijk. De kwaliteit van de onderwijsprogramma's, van de trainers en docenten zijn instrumenten voor een volwaardig en transparant niveau van opleidingen. De vraag blijft echter, of deze certificeringssystemen een doel dienen als gecertificeerde docenten lesgeven in gecertificeerde programma's, georganiseerd door gecertificeerde instellingen die door gecertificeerde trainers en auditoren worden gecertificeerd. Er zit een zekere 'gekte' in het systeem dat ook wel met 'ISO-madness' wordt aangeduid. Het systeem creëert een zware administratieve last en een papieren werkelijkheid die los staan van de feitelijke werkelijkheid (Hale & Storm, 1996; Gundlach, 2002; Swuste, 2011). Sommige landen, zoals Frankrijk, kennen nogal wat certificeringsregelingen waar veiligheidsprogramma's aan moeten voldoen.

Uit een studie naar 90 Europese veiligheidsprogramma's blijkt dat voor 66% van de programma's de gecertificeerde kwaliteitssystemen interne evaluaties zijn, gebaseerd op evaluaties van cursisten en docenten. Slechts in 13% van de programma's gebruiken externe audits als kwaliteitsindicator.

De auteurs concluderen dat de Europese harmonisatie van (post)doctorale veiligheidsprogramma's nog een lange weg te gaan heeft, gezien de geconstateerde verschillen tussen landen. Sommige landen hebben een strenge interne kwaliteitsevaluatie. In Spanje-Balearen is een intern kwaliteitsborgingssysteem actief met een kwaliteitsmanager en een kwaliteitscommissie. De resultaten van de evaluaties zijn openbaar: In Finland zijn de kwantitatieve en kwalitatieve evaluaties van de programma's verplicht. Alle afgestudeerden evalueren de

Tabel 2: Kwaliteitsevaluatie postacademische veiligheidsopleidingen

kwaliteitsindicatoren	Finland	Spanje Balearen	België Antwerpen	UK	Spanje Barcelona	Portugal	Nederland	Frankrijk Toulouse	Frankrijk MINES	België Leuven
	Kirkpatrick									
reactie	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
leren	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
gedrag	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
resultaat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	andere kwaliteitsindicatoren									
Interne indicatoren										
input examencommissie	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
audit universiteit	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
didactische kwaliteit docenten	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
Externe indicatoren										
input industrie	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
input professionele organisaties	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+
audit onderwijsvereniging	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+
input universiteiten	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
input autoriteiten	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+
audit overheidsinstantie	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
externe beoordelaars	+	+	±	+	+	+	+	-	+	+
onderzoek banen alumni	+	+	±	+	+	+	+	+	+	-

Legenda: +: aanwezig, -: afwezig, ±: oppervlakkig

opleiding en geven op alumnibijeenkomsten feedback over onderwerpen en relevantie van de opleiding. De universiteit volgt hun loopbaan en of de functies passen bij het programma. Dit laatste gebeurt ook bij het Belgische MSc-programma Safety Sciences. Onafhankelijke organisatie voeren externe audits uit (VLUHRkz) en beoordelingsrapporten zijn openbaar: <https://www.qualityassurance.vluhr.be/assessment-reports>.

Kwaliteitsbeoordeling

Donald Kirkpatrick publiceert in de jaren 50 van de vorige eeuw een ander model voor de kwaliteitsbeoordeling van trainingen. Een samenvatting is enkele jaren geleden gepubliceerd (Kirkpatrick en Kirkpatrick, 2013). Trainingen zijn kortdurend, een paar dagen of weken. Ook programma's met een veel langere doorlooptijd maken van het model gebruik. Er is geen verwijzing naar onderwijs- of leerdoelen, of naar de state of the art van professionele en academische kennis. Het model is eenvoudig en daarom populair in de literatuur (Liebermann en Hoffmann, 2008).

1. Reactie: vinden cursisten het programma leuk? De aanname is dat een tevreden cursist meer en beter leert dan een cursist die ontevredenheid is. De meeste onderwijsprogramma's gebruiken de reacties van cursisten voor hun evaluatie (Bollmann et al., 2018). De studie onder 90 Europese veiligheidskundige programma's ondersteunt deze conclusie. Deze vorm van evaluatie heeft ernstige beperkingen. Door een gebrek aan overzicht beoordelen cursisten de vorm van de presentaties en van het programma en minder de inhoud. De reactie van cursisten is geen evaluatie van het leren (Heinrich, 1956; Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2013). Bovendien geven sommige docenten gelikte presentaties, zonder al te veel inhoud.
2. Leren: begrijpen cursisten de gepresenteerde principes, theorieën, modellen en benaderingen? Leren in het model van Kirkpatrick zijn de onderste twee niveau (onthouden, begrijpen) van het cognitieve proces van Krathwohls' taxonomie. Individuele presentaties door cursisten, quizzen, discussies en schriftelijke tests zijn evaluatietechnieken om het leren te beoordelen. Programma's hebben een eindtoets of examen, soms meerdere testen tijdens het programma. Dit toetst het combineren van kennis en de toepassing in praktijkgevallen. Sommige examens of evaluaties beoordelen vaardigheden en attitudes. Evaluatie van niveau 1 en 2 is beperkt tot zogenaamde 'interne tools', waarbij alleen de reacties van cursisten en individuele docenten worden gevolgd.
3. Gedrag: passen cursisten de modellen, theorieën en benaderingen van het programma toe in hun werk? Dit komt overeen met het derde niveau van de taxonomie, toepassen. Een prestatiebeoordelingsinstrument van gedragseffecten van de cursisten dat resultaten relateert aan onderwijs- en leerdoelen kan een geschikt hulpmiddel zijn. Niet veel aanbieders van veiligheidsprogramma's organiseren een dergelijke evaluatie.
4. Resultaten of impact: zijn werknemers, bedrijven of organisaties veiliger door activiteiten van de geslaagde cursisten? Een dergelijke evaluatie impliceert één of

meerdere veiligheidsmetingen. Frequenties van incidenten of ongevallen zijn mogelijke indicatoren. Mooie voorbeelden van veiligheidsprogramma's voor arbeiders zijn studies van Yu et al. (2017) en van Chatterjee en Agrawal (2017). De betrouwbaarheid van de indicatoren is belangrijk. Registraties van incidenten en (bijna)ongevallen zijn notoir onbetrouwbaar. Een betere indicator in de arbeids- en procesveiligheid is de impact van een afgestudeerde cursist op ongevalsprocessen. In eerste instantie kunnen de aantallen daarbij overweldigend zijn, enkele honderden of meer mogelijke ongevalsprocessen. Middels expert judgement is dit aantal terug te brengen tot bijvoorbeeld een top 25 van de meest waarschijnlijke ongevalsprocessen (Schmitz et al., 2019, 2020a, 2020b). Het gaat dan meer specifiek om de invloed op ongevalsscenario's, op de kwaliteit van barrières om ongevallen te voorkomen. Voor sociaal-psychologische veiligheid zijn andere indicatoren nodig

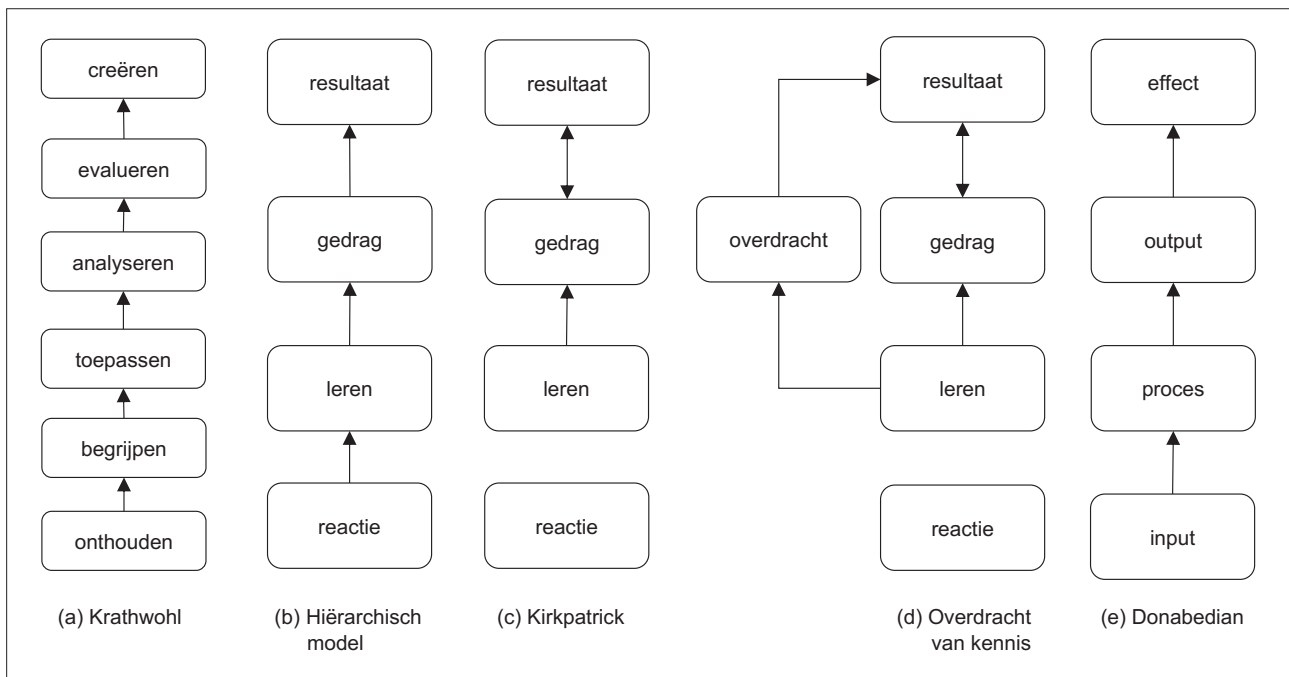
Resultaten uit het model van Kirkpatrick zijn de bovenste drie niveaus van de taxonomie (analyseren - creëren). De niveaus van Kirkpatrick zijn output- en resultaatgericht en ze missen een evaluatie van de inhoud en processen van het programma. Donabedian (1966), van de University of Michigan, VS, benadrukt deze aspecten met zijn model (Figuur 2e). De input of infrastructuur verwijst naar de leerdoelen, de stand van de kennis van het programma, de kwaliteit van de docenten en de materiële middelen. Een cursusorganisator heeft een overzicht van de verschillende domeinen van het programma. De coördinator kan zo kwaliteitsdocenten selecteren en hen terugkoppeling geven. Donabedian behandelt zowel het procesgedeelte als de directe output van het proces:

- de relevantie en kwaliteit van de geselecteerde educatieve activiteiten en leermaterialen, zijn deze in overeenstemming met de leerdoelen, zijn ze volledig;
- de kwaliteit van de onderwijsprestaties zoals van interactief leren en van leren door te doen: zijn alle cursisten betrokken bij actief leren?

Het effect bij Donabedian is het externe effect van de opleiding en is gelijk aan het gedrag en de resultaten van Kirkpatrick.

De overdracht van onderwijs

De logica van het eerste hiërarchisch model van Kirkpatrick is in twijfel getrokken. Een positieve reactie van cursisten betekent nog niet dat een cursist leert, de principes, modellen en theorieën begrijpt (Kirkpatrick en Kirkpatrick, 2013; Mann, 1996). Daarom hebben de Figuren 2c en 2d geen pijl tussen reactie en leren. Ook de relatie tussen leren en gedrag is twijfelachtig. Vanaf de jaren 90 van de vorige eeuw wordt er gewezen op het mechanisme van de overdracht. Overdracht van programma's is de mate waarin cursisten in staat zijn de kennis, vaardigheden en houding, die ze in de programma's zijn aangeleerd, in hun werk te gebruiken en toe te passen.



Figuur 2: Onderwijsmodellen (Krathwohl, 2002; Alliger & Janak, 1989; Mann, 1996)

Voor een succesvolle overdracht dient de cursist de noodzaak te voelen om te verbeteren en zijn of haar beperkingen in te zien. Ondersteunende factoren zijn een werkomgeving van de cursist met een stimulerend klimaat, de mogelijkheid om nieuwe ideeën uit te proberen en een ondersteuning te ontvangen van iemand die vaardig en geïnteresseerd is.

Overdracht op verschillende niveaus van opleiding

De overdracht van professionele veiligheidsprogramma's zijn praktische veiligheidsaspecten. Veiligheidsbewustzijn is een mogelijkheid, of het creëren van condities voor de acceptatie van veiligheidsinitiatieven. Voor een effectieve overdracht kan de werkomgeving in het programma worden opgenomen, of andersom. Helaas onderzoekt bijna geen van de veiligheidkundige programma's de overdracht naar werksituaties (Mann, 1996; Liebermann & Hoffmann, 2008).

De overdracht van postdoctoraal veiligheidsprogramma's verschilt van de professionele veiligheidsprogramma's, vanwege een grote nadruk op de kritische reflectie. Een voorbeeld is de Nederlands MoSHE cursus. Hier is de veiligheidsexpert veelal een directe adviseur van de Chief Executive Officer (CEO) van een bedrijf of organisatie. Hij of zij moet functioneel leidinggeven aan het risicomanagement van veiligheidsprocessen en samen met collega's een proactief veiligheidsmanagementsysteem implementeren. De expert is verantwoordelijk voor de kwaliteit van veiligheidsadviezen en heeft toegang tot relevante betrouwbare expertise en bronnen. Hij of zij moet onafhankelijk zijn, grensoverschrijdende invloeden begrijpen, problemen kunnen analyseren en oplossingen kunnen bieden voor situaties die nog niet eerder voor zijn gekomen. Er kan geen reflectie zijn zonder de bereidheid om de eigen en uiteen-

lopende standpunten te bediscussiëren. Dit wordt getest tijdens huiswerkopdrachten en bij het examen.

Evaluatie van gedrag en resultaten van programma's

Gedrag en resultaten zijn onderling afhankelijk (Figuur 2). Mensen hebben de neiging om, ondanks aanwijzingen van het tegendeel, gedrag te continueren dat gedacht wordt effectief te zijn, (Alliger & Janak, 1989). Het evalueren van gedrag en resultaten is ingewikkeld. Zo kunnen bij bedrijven dalende ongevals- en incidentfrequenties laten zien in een voor-en-na onderzoeksofzet, of in een gebroken tijdreeks (Schelvis et al., 2015). Een causaal verband blijft echter twijfelachtig vanwege de variabiliteit van deze frequenties en verschillende vormen van bias. Te veel storende variabelen kunnen de resultaten beïnvloeden. Een mogelijke indicatie van succesvol gedrag en resultaten en daarmee van de overdracht kan de invloed zijn van afgestudeerden op ongevallenprocessen. Heeft de afgestudeerde een overzicht van alle scenario's van arbeids- of procesongevallen in zijn of haar bedrijf of organisatie, zowel uit het verleden als de potentiële. En heeft de afgestudeerde acties ondernemen om deze scenario's te beïnvloeden of te voorkomen. Een andere mogelijkheid is een oriëntatie op werkrelaties tussen middel-managers en eerstelijns werkers (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2013). Voor andere veiligheidsdomeinen, openbare veiligheid of transportveiligheid, zullen bekende indicatoren soortgelijke moeilijkheden geven bij de beoordeling van mogelijke relaties.

Wetenschappelijke evaluatiestudies vergen nogal wat inspanning, maar hebben twee grote voordelen: 1/ in het algemeen is de betrouwbaarheid van de resultaten en de conclusies hoger dan bij praktijkevaluaties, en 2/

verspreiding van de resultaten onder de wetenschappelijke gemeenschap is gegarandeerd middels wetenschappelijke literatuurdatabases. Experts over de hele wereld kunnen de resultaten opzoeken en gebruiken.

Er is commentaar op de niveaus van Kirkpatrick. Studies die deze niveaus gebruiken, rapporteren verschillende effecten bij de niveaus. Een organisatorische desinteresse compliceert de bepaling van de niveaus gedrag en resultaten. Daarom blijft de evaluatie van de kwaliteit van programma's meestal beperkt tot de interne niveaus reactie en leren (Kennedy et al., 2013). Aan de andere kant is het model van Kirkpatrick's niet bedoeld als een eerste, wereldwijde heuristiek voor kwaliteitsbeoordeling van onderwijsprogramma's (Alliger & Janak, 1989).

Discussie

De complexiteit van veiligheidsthema's in bedrijven en organisaties doet een beroep op de kritische reflectie van een afgestudeerde cursist (de bovenste niveaus uit Figuur 2). Kritische reflectie impliceert een overzicht van belangrijke ontwikkelingen in het domein van de veiligheidskunde uit literatuur, uit ervaringen en discussies. Dit stelt de cursist in staat om zijn of haar mening of oordeel te herzien bij geldige tegenargumenten. Het overzicht stelt een cursist in staat een oordeel te geven over resultaten van veiligheidsonderzoek, of initiatieven en veiligheidsinterventies en deze te vergelijken met de huidige stand van kennis en techniek. Overeenkomsten of afwijkingen van deze state of the art kunnen beargumenteerd worden. (Post)academische veiligheidsprogramma's dienen hun cursisten te trainen in deze reflectie, naast vaardigheden en kennis van historische en up-to-date veiligheidskunde. De kwaliteit van de cursus is daarmee een belangrijk onderwerp.

Kwaliteit en kwaliteitsbeoordeling van (post) doctorale veiligheids cursussen is helaas een verwaarloosd onderwerp in de academische veiligheidsliteratuur. Daarom hebben de coördinatoren en directeuren van deze cursussen van tien verschillende landen hun ideeën over kwaliteit en kwaliteitsbeoordeling gepresenteerd. Discussies met deze groep zijn een eerste poging om grip op het onderwerp te krijgen. Misschien kan in de toekomst een uitgebreid overzicht van alle Europese (post)academische veiligheidsprogramma's wenselijk zijn. Voorlopig gebruikt dit artikel de vergelijking tussen de tien cursussen als een eerste aanzet.

In dit artikel wordt de IOM-definitie van kwaliteit gebruikt, wijzend op onderwijs- en leerdoelen. De taxonomie is een hulpmiddel om deze doelen te definiëren. De combinatie van het model van de vier niveaus van Kirkpatrick en het model van Donabedian is een goed startpunt voor een kwaliteitsbeoordeling. Beide modellen maken een scheiding tussen interne (de cursist, het programma, het management van het programma) en externe aspecten (het bedrijf of de organisatie) van de beoordeling. De nadruk van dit artikel ligt op de externe aspecten.

Conclusie

De eerste conclusie is dat evaluaties van cursisten en kennistesten het meest gebruikte kwaliteitsindicatoren van veiligheidsprogramma's zijn, de eerste twee niveaus van Kirkpatrick en Donabedian. Evaluaties van cursisten gebeuren online of via groepsgesprekken voor het gehele programma of voor onderdelen. Dit intern evaluatieniveau heeft slechts een beperkt nut. De kennistesten, de eerste twee niveaus van Krathwohl, zijn schriftelijke of mondelinge examens, groepsdiscussies en afstudeerpresentaties. Deze kennistest geeft inzicht of leer- en onderwijsdoelen van het organiserende instituut zijn behaald. Er is echter geen garantie de cursist die kennis toepast, of toe kan passen in het bedrijf of organisatie van de cursist, Kirkpatrick's en Krathwohl's derde niveau. Een alumni-enquête, interviews met collega's en leidinggevenden kunnen hier enig licht op werpen. Alleen deze aanpak heeft zijn beperkingen wegens de betrouwbaarheid van informatiebronnen. Afgestudeerde cursisten zijn doorgaans positief over de gevolgde programma's. Interviews of vragenlijsten met andere werknemers of leidinggevenden kennen de bias van sociaal wenselijke antwoorden. Het vierde niveau van Kirkpatrick en Donabedian en de drie bovenste niveaus van Krathwohl zijn nog complexer. Het verwijst naar de vraag of bedrijven of organisaties met een afgestudeerde cursist veiliger is door activiteiten van deze cursist. Geen enkel programma evalueert dit niveau. Net als bij het derde niveau zijn hier betrouwbare informatiebronnen problematisch. Output zoals ongevallen met verzuim zijn notoir onbetrouwbaar. Zowel voor proces- als arbeidsveiligheid kan een overzicht van mogelijke scenario's voor kleine en zware ongevallen van het bedrijf een betere optie zijn. Bij een complex bedrijf kunnen de aantallen in enkele honderden lopen, of meer. Via expert judgement is dit aantal terug te brengen tot bijvoorbeeld een top 25. de activiteiten van de cursist om deze scenario's te beïnvloeden en te voorkomen zijn dan de output.

Dit onderzoek laat zien dat een kwaliteitsbeoordeling meerdere aspecten heeft:

- Inhoud: de kwaliteit van het programma presenteert de stand van de techniek en van de professionele en academische kennis van veiligheidskunde. Dat maakt het noodzakelijk dat de organiserende universiteit een actieve rol speelt in veiligheidswetenschappelijk onderzoek;
- Onderwijs- en leerdoelen hangen mede samen met eisen van de maatschappij en bedrijven voor toekomstige afgestudeerden. Het kan het nodig zijn de rol van veiligheidsexperts te herzien om de doelen bij te stellen;
- Organisatie en infrastructuur: de cursusorganisatie zorgt voor optimale leeromstandigheden op hun leslocatie, digitale ondersteuning, toegang tot bibliotheken, etc. Selectie van cursisten en follow-up van loopbanen van cursisten is een ander onderwerp van deze indicator

Deze studie wijst op de noodzaak van samenwerking. In de toekomst kunnen veiligheidsprogramma's verdwijnen door een gebrek aan kandidaten en middelen. Een samen-

werking tussen internationale programma's is een serieuze optie voor een toekomstige Europese veiligheidsmaster. Als tweede conclusie wijst dit onderzoek op de noodzaak voor onderzoek naar het derde en vierde niveau van kwaliteitsbeoordeling uit de modellen van Kirkpatrick en Donabedian.

Ten slotte is dit een eerste poging voor een discussie over de kwaliteit van veiligheidsprogramma's in de academische veiligheidsliteratuur. Er is een serieuze onderzoeksinspanning nodig om de bruikbaarheid van de in dit artikel gepresenteerde ideeën en concepten te bewijzen en te overwegen of ze van toepassing zijn op de beoordeling van de andere educatieve routes beschreven in Figuur 1 (professioneel en inspectie) die niet in onze studie zijn behandeld.

Disclaimer

De gezichtspunten in dit artikel zijn die van de auteurs en vertegenwoordigen niet noodzakelijk die van anderen of van hun instellingen.

Literatuur

- Akareem HS, Hossain S. (2016) Determinants of education quality: what makes students' perception different? *Open Review of Educational Research*, 3 (1): 52-67.
- Anderson L (Ed.), Krathwohl D (Ed.), Airasian P, Cruikshank K, Mayer R, Pintrich P, Raths J, Wittrock M. (2001) *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (Complete edition)*. New York: Longman.
- Alliger G, Janak E. (1989) Kirkpatrick's levels of training criteria. *Personnel Psychology*, 42 (4): 331-342.
- Arezes P, Swuste P. (2012) Occupational Health and Safety post-graduation courses in Europe: A general overview. *Safety Science*, 50: 433-442.
- Arezes P, Swuste P. (2013) The emergence of (post) graduate courses in occupational safety and health: the example of Portugal. *Industrial and commercial training*, 45 (3):171-179.
- Bates M. (2008) Work-integrated curricula in university programs. *Higher Education Research & Development*, 27 (4): 305-317.
- Bloom B (Ed.), Engelhart M, Furst E, Hill W, Krathwohl D. (1956) *Taxonomy of Educational Objectives. Vol. 1: Cognitive Domain*. New York: McKay.
- Bollmann U, Gründler R, Holder M. (2018) Integrating of safety and health into education. An empirical study of good-practice examples on www.enetosh.net IAG Report 1/2018e. British Safety Council, Institute for Work and Health (IAG) of the German Social Accident Insurance (DGUV), Berlin.
- Bolognaverklaring. (1999) Gezamenlijke verklaring van de Europese ministers van onderwijs, Bologna 19 juni.
- Busch C. (2018) Heinrich's local rationality: shouldn't 'new view' thinkers ask why things made sense to him? Master thesis, Division of Risk Management and Societal Safety. Faculty of Engineering, Lund University. Norway.
- Carthey J, Hale A, Heming B, Kirwan B. (1994) Extension of the model of behaviour in the control of danger. Volume 2. Literature review and analysis of model development needs. Industrial ergonomics group, Birmingham University. Safety Science Group, Delft University of Technology.
- Chatterjee S, Agrawal D. (2017) Primary prevention of ocular injury in agricultural workers with safety eyewear. *Indian Journal of Ophthalmology*, 65 (9): 859-864.
- Chimote N. (2010) Training programs Evaluation of trainees' expectations and experience *The IUP Journal of Organisational Behavior*, 9 (3): 28-47.
- Culvenor J, Else D. (1997) Finding occupational injury solutions: the impact of training in creative thinking. *Safety Science*, 25 (1-3): 187-205.
- Donabedian A. (1966) Evaluating the quality of medical care. *Milbank Memorial Fund Quarterly*. 44: 166-206.
- ECTS (2009). *European Credit Transfer System. ECTS Users' Guide*. Office for Official Publications of the European Communities, European Communities, Luxembourg.
- ECVET (2009). *Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on the establishment of a European Credit System for Vocational Education and Training (ECVET)*. Official Journal of the European Union C155:11-18.
- EQF (2008). *European Parliament Council. Recommendation of the European parliament and of the Council on the establishment of the European Qualifications Framework for lifelong learning*. Document 2008/C111/01, April 23rd.
- ESG (2015). *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area*. Brussels, Belgium. (Available 9.7.2019 at <https://enqa.eu/index.php/home/esg/>).
- ETOH (1994). *Education and Training on Occupational Health, 1994. Education and Training: The gateway to quality in occupational health and safety*. In: Abstracts Book of the 4th International Conference in Education and Training in Occupational Health, Amsterdam, 74 pgs.
- European Commission. (1989) *Directive concerning the execution of measures to promote the improvement of the safety and health of workers at their work and other subjects (Framework Directive 89/391/EEC)*. Official Journal of EC 12 June 1989.
- Fitzpatrick J, Byrne E, Kennedy D. (2009) Making programme-learning outcomes explicit for students of process and chemical engineering. *Education for Chemical Engineers*, 4: 21-28.
- Garvin D. (1988) *Managing Quality: The strategic and competitive edge*. The Free Press, New York.
- Gerloff A, Reinhard K. (2019) University offering work-integrated learning dual study programs. *Journal of Work-Integrated Learning*, 20 (2): 162-169.
- Gundlach H. (2002) Certification, a tool for safety regulation? In: Kirwan B Hale A Hopkins A (eds.) *Changing regulation. Controlling risks in society*. Pergamon, Amsterdam, p. 233-252.
- Hale A. (1984) Is safety training worthwhile? *Journal of Occupational Accidents*, 6: 17-33.

- Hale A. (1987) Structure van veiligheidskundige opleidingen. *Maandblad voor Arbeidsomstandigheden*, 63 (2): 86-89.
- Hale A, Bianchi G, Dudka G, Hameister W, Jones R, Perttula P, Ytrehus I. (2005) Surveying the role of safety professionals' objectives, methods, and early results. *Safety Science Monitor*, 9 (1).
- Hale A, Booth R. (2019) The safety professional in the UK: Development of a key player in occupational health and safety. *Safety Science*, 118: 76-87.
- Hale A, de Kroes J. (1997) System in safety, 10 years of the chair in safety science at the Delft University of Technology. *Safety Science*, 26 (1/2): 3-19.
- Hale A, Paques M, Vergouw E. (1989) Veiligheidskunde, part noch deel. Aandacht voor arbeidsveiligheid in hoger technisch onderwijs. Directoraat-Generaal van de Arbeid report DGA S-56.
- Hale A, Storm W. (1996) Is certificering van arbo-deskundigen een voldoende flexibel middel voor kwaliteitsborging? *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 9 (4): 55-61.
- Hazelkorn E, Coates H, McCormick AC. (2018) Quality, performance, and accountability: Emergent challenges the global era. In: Hazelkorn E, Coates H, McCormick AC (editors). *Research Handbook on Quality, Performance and Accountability in Higher education*. Edward Elgar Publishing: 3-12.
- Heath E. (1982) Workers training and education in occupational safety and health: a report on practice in six industrialised western nations. Part III. *Journal of Safety Research*, 13: 121-131.
- Heinrich H. (1956) Recognition of safety as a profession, a challenge to colleges and universities. *National Safety Council Transactions, proceedings of the 44th National Safety Congress, October 22-26, Chicago, Ill*, p 37-40.
- Higher Education Quality Council Ontario. (2016) A practical guide for work-integrated learning. Effective practices to enhance educational quality of structured work experience offered through colleges and universities.
- Hill R, Nelson D. (2005) Strengthening safety education of chemistry undergraduates. *Journal of Chemical Health and Safety*, November/December, 19-23.
- HSE. (2009) Health and Safety Executive. Integrating risk concepts into undergraduate engineering courses. Research report RR702, HMSO, Norwich.
- Hudson D, Ramsay J. (2019) A roadmap to professionalism: Advancing occupational safety and health practice as a profession in the United States. *Safety Science*, 118: 168-180.
- Institute of Occupational Medicine (IOM). (2001). *Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century*. Washington DC: National Academies Press.
- Jacob A. (2013) Quality Assurance and Quality Enhancement in Higher Education and Innovation. In: Carayannis E. (editor) *Encyclopaedia of Creativity, Innovation and Entrepreneurship*, Springer.
- Kennedy P, Chyung S, Winiecki D, Brinkerhoff R. (2013) Training professionals' usage and understanding of Kirkpatrick's level 3 and level 4 evaluations. *International Journal of Training and Development*, 18 (1): 1-21.
- Kirkpatrick D, Kirkpatrick J. (2013) Kirkpatrick Four Levels -Audio Recordings Study Guide <https://www.kirkpatrickpartners.com/Portals/0/Products/Kirkpatrick%20Four%20Levels%20-%20Audio%20Recordings%20Study%20Guide.pdf>.
- Kletz T. (2006) Training by discussion. *Education for Chemical Engineers*, 1: 55-59.
- Krathwohl D. (2002) A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into practice*, 41 (4): 213-218.
- Le Coze J. (2013) New models for new times. An anti-dualist move. *Safety Science*, 59: 200-218.
- Lees F. (1980) *Loss Prevention in the Process Industries*, Butterworth-Heinemann, London.
- Lees F. (1996) *Loss prevention in the process industry. Hazard Identification, assessment, and control*. Butterworth Heinemann, Oxford.
- Lemkowitz S. (1992) A Unique Program for Integrating Health, Safety, Environment and Social Aspects into Undergraduate Chemical Engineering Education. *Plant/Operations Progress*, 11 (3): 140-150.
- Lemkowitz A, Zwaard A. (1988) Safety and environmental education must be included in the curriculum (in Dutch). *Chemisch Magazine*, 11: 708-712.
- Liebermann S, Hoffmann S. (2008) The impact of practical relevance on training transfer: evidence from a service quality-training program for German bank clerks. *International Journal of Training and Development*, 12 (2): 74-86.
- Madsen C, Hasle P, Limborg J. (2019) Professionals without a profession: Occupational safety and health professionals in Denmark. *Safety Science*, 113: 356-361.
- Mann S. (1996) What should training evaluations evaluate? *Journal of European Industrial training*, 20 (9): 14-20.
- Mann J. (2008) Educational issues in prevention through design. *Journal of Safety Research*, 39: 165-170.
- Meyer T, Reniers G, Cozzani V. (2019) *Risk management and education*. De Gruyter GmbH, Berlin.
- Mkpat E, Reniers G, Cozzani V. (2018) Process safety education A literature review. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 54: 18-27.
- Neved M, Booth R. (1982) A comparison of the role and training needs of safety personnel in the UK and West Germany with special reference to the chemical industry. *Journal of Occupational Accidents*, 4: 61-77.
- Nolan P. (1989) Safety and loss prevention training. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 2: 3-4.
- Nolan P. (1991) Safety education. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 4:66
- Office of Rail Regulation (2006). *Train Derailment at Hatfield, Final report*.
- Oostendorp Y, Lemkowitz S, Zwaard W, van Gulijk C, Groeneweg J, Swuste P. (2013) Introductie van het begrip risico binnen de veiligheidskunde in Nederland. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 26 (3,4): 75-91.
- Orrell J. (2011) *Good practice report: work-integrated learning*. Australian Learning & Teaching Council. Strawberry Hills NSW Australia.

- Patty F. (1978, 1979, 1981) *Industrial Hygiene and Toxicology*. Volume I, 3rd edition General principles (1978), Toxicology Volume II (1981), Theory and rationale of industrial hygiene practice (1979) Cralley L Cralley L (Eds). John Wiley & Sons Inc.
- Perrin L, Gabas N, Corriou J, Laurent A. (2018) Promoting safety teaching: An essential requirement for the chemical engineering education in the French universities. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 54: 190-195.
- Provan D, Pryor P. (2019) The emergence of the occupational health and safety profession in Australia. *Safety Science*, 117: 428-436.
- Pryor P, Hale A, Hudson D. (2015) *The OHS Professional: A framework for practice – Role, knowledge, and skills*. International Network of Safety and Health Practitioner Organisations (INSHPO). Park Ridge, IL, USA.
- Robens. (1972). *Committee on safety and health at work. Report of the Committee 1970-1972, chairman Lord Robens*. Her Majesty's Stationary Office, London
- Rouhof H, Swuste P, van Lit A, Lemmens W, Devens J, Prooi J. (2009) Ensuring minimum SHE competences: a case study for manufacturing employees in a multinational. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 22 (1): 4-11.
- Saari J. (1995) Risk assessment and risk evaluation and the training of OHS professionals. *Safety Science*, 20: 183-189.
- Safety Science. (1995) Special Issue dedicated to Papers Presented at the Fourth International Conference on Educational and Training in Occupational Health and Safety, August vol. 20, Issues 2-3.
- Saleh J, Pendley C. (2012) From learning from accidents to teaching accident causation and prevention: multi-disciplinary education and safety literacy for all engineering students. *Reliability Engineering and System Safety*, 99: 105-113.
- Schelvis R, Oude Hengel K, Burdorf A, Blatter B, Strijk J, van der Beek A. (2015) Evaluation of occupational health interventions using a randomized controlled trial: challenges and alternative research designs. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 41 (5): 491-503.
- Schmitz P, Swuste P, Reniers G, Decramer G. (2019) Een aanpak voor de beoordeling van mechanische faalmechanismen van statische apparaten van het ammoniakproductieproces. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 32 (2): 34-54.
- Schmitz P, Swuste P, Reniers G, van Nunen K (2020a). Een praktische aanpak voor het voorspellen van majeure ongevallen in de procesindustrie op basis van de barrière status op scenario niveau. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 33 (2): 47-66.
- Schmitz P, Swuste P, Reniers G, van Nunen K. (2020b) Praktische kwalitatieve aanpak voor het voorspellen van majeure ongevallen in de procesindustrie op basis van organisatorische factoren. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 33 (4): 124-134.
- Shallcross D. (2013a) Using concept maps to assess learning of safety case studies Piper Alpha. *Education for Chemical Engineers*, 8: e1-e11.
- Shallcross D. (2013b) Safety education through case study presentations. *Education for Chemical Engineers*, 8: e12-e30.
- Spickett J. (1985) A postgraduate course in occupational safety and health at western Australian institute of technology. *Journal of Occupational Accidents*, 7: 165-179.
- Stanley T, Xu J. (2019) Work-integrated learning in accountancy at Australian universities – forms, future roles, and challenges. *Accounting Education*, 28 (1): 1-25.
- Swuste P. (2011) Teachers and trainers of occupational safety courses, is certification necessary? In: Bollmann U Windemuth E (editors). *Standards in education and training for safety and health at work – European perspectives, promising developments, and examples of good practice*. IAG Report 4/2011e. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V., 84-90.
- Swuste P, Arnoldy F. (2003) The safety advisor/manager as agent of organisational change: a new challenge to expert training. *Safety Science*, 41: 15-27.
- Swuste P, Groeneweg J, van Gulijk C, Zwaard W, Lemkowitz S. (2015) Van Three Mile Island tot Piper Alpha, veiligheidsmanagement en veiligheidssystemen, een overzicht van Engels- en Nederlandstalige literatuur. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 28 (4): 130-157.
- Swuste P, van Gulijk C, Zwaard W. (2009) Ongevalscausaliteit 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. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 22 (2): 46-63.
- Swuste P, van Gulijk C, Zwaard W, Oostendorp Y. (2011) Veiligheidstheorieën, -modellen en metaforen in de drie decennia na de Tweede Wereldoorlog, in de Verenigde Staten, Groot-Brittannië en Nederland. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 24 (3): 79-91.
- Swuste P, van Gulijk C, Zwaard W, Lemkowitz S, Oostendorp Y, Groeneweg J. (2014) Veiligheidsmanagement en -systemen vanaf de 19e eeuw tot heden. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 27 (3): 84-105.
- Swuste P, van Gulijk C, Groeneweg J, Guldenmund F, Zwaard W, Lemkowitz S. (2016) Veiligheidsmanagement en veiligheidssystemen voor arbeidsveiligheid. Een overzicht van Engels- en Nederlandstalige literatuur, de periode 1988-2010, *Arbowedenschap*. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 29 (4): 131-151.
- Swuste P, van Gulijk C, Groeneweg J, Zwaard W, Lemkowitz S, Guldenmund F. (2017) Risico- en veiligheidsmanagement in high-tech-high-hazard sectoren, van Clapham Junction tot Macondo, *Deepwater Horizon*. Een overzicht van Engelse en Nederlandstalige literatuur, de periode 1988-2010. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 30 (3): 78-120.
- Swuste P, van Gulijk C, Zwaard W, Lemkowitz S, Oostendorp Y, Groeneweg J. (2019b) Van veiligheid naar veiligheidskunde Vakmedianet Alphen.

- Swuste P, Le Coze J. (2019) Safety, and safety science, past, present, and future. International Labour Organization. World Day for Safety and Health at Work 2019. Safety and health and the future of work - 28th April <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/events-training/events-meetings/world-day-for-safety/lang--en/index.htm>.
- Swuste P, Sillem S. (2018) De kwaliteit van de postdoctorale opleiding Management of Safety Health and Environment (MoSHE), Management van Veiligheid, Gezondheid en Milieu. Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap, 31 (1): 3-19.
- Swuste P, Zwaard W, Groeneweg J, Guldenmund F. (2019a) Safety professionals in the Netherlands. Safety Science, 114: 79-88.
- Toft Y, Howard P, Jorgensen D. (2003) Changing paradigms for professional engineering practice towards safety design – an Australian perspective. Safety Science, 41: 263-276.
- van Dijk F. (1995) From input to outcome: changes in OSH education and training. Safety Science, 20: 165-171.
- van Dijk F, Bubas M, Smits P. (2015) Evaluation Studies on Education in Occupational Safety and Health: Inspiration for Developing Economies. Annals of Global Health, 81: 548-560.
- Van Gulijk C, Swuste P, Zwaard W. (2009) Ontwikkeling van veiligheidshkunde in het interbellum en de bijdrage van Heinrich. Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap, 22 (3): 80-95.
- Verbeek J, Kroon P. (1995) Editorial. Safety Science, 20 (2-3) : iii-iv.
- Wright N, Hollohan J, Pozniak E, Ruehlen P. (2019) The development of the occupational health and safety profession in Canada. Safety Science, 117: 133-137.
- Wybo J, Van Wassenhove W. (2016) Preparing graduate students to be HSE professionals. Safety Science, 81: 25-34.
- Yu I, Yu Z, Li Z, Qiu H, Wan S, Xie S, Wang X. (2017) Effectiveness of participatory training in preventing accidental occupational injuries: a randomized-controlled trial in China. Scandinavian Journal of Work Environment & Health, 43 (3): 226-233.

Bijlage: Samenvatting van de tien programmas

FINLAND: MSc programma Safety Engineering van de Tampere University

Internationaal SAFER programma <https://sites.tuni.fi/safer/study-information/>. minor, Fins <https://www.tut.fi/opinto-opas/wwwoppaat/opas2019-2020/perus/opintokokonaisuudet/aineopinnot-turvallisuustekniikka-20.html> Major, Fins https://www.tut.fi/opinto-opas/wwwoppaat/opas2019-2020/perus/opintokokonaisuudet/syventavat_opinnot-turvallisuustekniikka-30.html.

Ondernemingen en openbare organisaties hebben hooggekwalificeerde professionals nodig met een gedegen kennis van veiligheids-, risicomanagement en veiligheidstechniek. Echter, de toestand van arbeidsveiligheid in Finland is slecht in de jaren 50. De nationale arbeidsveiligheidswet 299/1958 verandert daar niet veel aan. Een nieuwe wetelijke actie is de Wet op de veiligheid en gezondheid op het werk 131/1973. Deze wet creëert een behoefte aan gespecialiseerde OHS-ingenieurs om in de gezondheids- en veiligheidsdiensten en industrieën te werken. Dit creëert een vraag naar hoger onderwijs en onderzoek op het gebied van veiligheid en gezondheid op het werk. De Universiteit van Tampere in start 1974 met een twee jarig Master Program on Safety Engineering van 120 studiepunten. De huidige veiligheidsstudies zijn 20 ECTS-minorstudies en 30 ECTS-majorstudies met een 30 ECTS MSc scriptie. Studenten kunnen hun aanvullende veiligheidsstudies vrij kiezen bij een aantal discipline en uit hun 30 ECTS-minor

keuzevak, zoals informatiebeveiliging, gezondheidswetenschappen, industrieel management, reliability engineering, beveiligingsmanagement, ect., voor hun gewenste expertise en loopbaantraject. In 2019 start de Tampere University een nieuw internationaal MSc programma in Security and Safety Management. Dit SAFER-programma richt zich op de beveiligings- en veiligheidsberoepen en doceert methodologieën en interdisciplinaire benaderingen.

onderwerpen	% van de tijd besteed
Safety engineering	4.2
Safety and risk analysis methods	4.2
Safety and risk management	12.5
Environmental risk analysis and management	4.2
Individual research and development project in safety engineering and management	4.2
Complementary studies on safety	12.5
Elective transferable skills	8.3
Elective minor module	25
Master of Science thesis	25

Balearen, Spanje: Msc programma Occupational Risk Prevention at the University of the Balearic Islands (<https://www.uib.eu/study/master/msla/>)

De huidige wetgeving in Spanje is afgeleid van de richtlijn van de Europese Unie (89/391/CEE) en is opgevolgd door de wet 31/95 inzake preventie van beroepsrisico's op de

werkplek (BOE, 1995, Ley 31/1995) en het Koninklijk Besluit over preventiediensten (BOE, 1997, Real Decreto 39/1997). Deze voorschriften vormen het huidige preventieve model en de eisen een organisatie bij bedrijven van deze preventieve systemen. Het programma is in 1997 opgericht als een postdoctoraal specialisatieprogramma gezondheid op het werk in samenwerking met de arbeidsautoriteit. Afhankelijk van de complexiteit van de bedrijfsvoering en de risico's leggen de voorschriften het passend niveau vast van de veiligheidsexpert (superieur, gemiddeld en basis). In 2008 is het veiligheidsprogramma goedgekeurd als officieel MSc-programma. Vanaf het begin is het programma aangeboden door de faculteit wetenschappen in samenwerking met psychologie, sociale wetenschappen, techniek en rechten. Het programma geeft onderwijs op postdoctoraal niveau. De onderwerpen zijn ergonomie, veiligheid op het werk en hygiëne. De programmaduur is 1 jaar en 60 ECTS, inclusief een masterscriptie waar studenten een voorbeeld moeten ontwikkelen van een professioneel werk naar keuze. Het programma heeft een hoogstaand professioneel karakter.

onderwerpen	% van de tijd besteed
Occupational Hygiene & Medicine	15.0
Work Safety	10.0
Ergonomics	10.0
Training and Communication	5.0
Organizations issues and Legal Framework	20.0
Practicum	13.3
Master's Thesis	10.0
Specialization module (Compulsory al less to study one of the three subjects):	16.7
Work Safety	16.7
Occupational Hygiene	16.7
Ergonomics	16.7

BELGIË: masterprogramma Safety Sciences, Universiteit van Antwerpen

<https://www.uantwerpen.be/en/study/programmes/all-programmes/master-of-safety-sci/programme-info/> en <https://www.uantwerpen.be/nl/studeren/aanbod/alle-op-leidingen/veiligheidswetenschappen/>

De Universiteit Antwerpen biedt sinds het academiejaar 2013-2014 een tweejarige masteropleiding Veiligheidswetenschappen aan. Er is geen wettelijke vereiste voor de start van het masterprogramma. Het programma biedt een interdisciplinaire en geïntegreerde benadering van veiligheid, gezondheid en welzijn op het werk/beveiliging, misdaadpreventie, milieuveiligheid, kwaliteit en openbare veiligheid. Het programma biedt perspectieven vanuit verschillende discipline en leidt studenten op tot generalisten met een brede kijk op veiligheid voor de verschillende veiligheidsdomeinen. De Master in de veiligheidswetenschappen heeft het tweejarige programma inmiddels omgevormd tot een éénjarig programma. Het vernieuwde programma start in academiejaar 2020-2021.

onderwerpen	% van de tijd besteed
risk management	10
economic aspects of safety	5
law and safety	5
human factors	5
occupational health and safety	5
evaluation of environmental risk and hazardous substances	5
security	5
public safety analysis	5
quality management and system integration	5
ethical and sustainable business	5
crisis and emergency management	5
methods and techniques for interdisciplinary research	5
topical security issues	5
topical safety issues	5
master thesis	25

UK: postacademisch programma Occupational Health and Safety Management, Loughborough Universiteit
<https://www.lboro.ac.uk/students/programme-specifications/2019/business-and-economics/postgraduate/name-1207139-en.html>

Het programma begint in de jaren tachtig als reactie op ICI om een Postgraduate Diploma-prijs voor plantmanagers te ontwikkelen. Het groeide al snel uit tot een open programma met een MSc voor iedereen die een belangrijke rol op het gebied van veiligheidsmanagement heeft in hun respectievelijke organisatie en is daarom gericht op volwassen werkstudenten. De cursus is gebaseerd op de University School of Business and Economics en wordt gegeven door zowel universitair personeel als gastdocenten. Aanvragers moeten een relevante eerste graad of gelijkwaardige beroepservaring hebben. De cursus wordt geleverd als een reeks van 5-daagse lesmodules en afstandsonderwijs. Studenten komen uit het VK, de EU en daarbuiten. De Diplomaprijs vereist 13 maanden deeltijdstudie en de MSc 25 maanden.

onderwerpen	% van de tijd besteed
Health and Safety Law	13
Risk Management	13
Physical Hazards	13
Occupational Health Hazards	13
Human Factors	13
MSc Project	33

SPANJE: programma Nanotechnology and Occupational Risk Prevention van de Technische Universiteit van Catalonië, BarcelonaTech <http://www.upcplus.com/catalogo/curso/nanotecnologia-y-prevencion-de-riesgos-laborales>

De cursus is in 2013 gestart in navolging van het Good Nano Guide programma van de Oregon University (US). Er is geen wettelijke vereiste voor de start van het masterprogramma. Gedurende de laatste vijf jaar is het programma aangepast met de laatste wetenschappelijke

ontwikkelingen. Het programma is van de initiële één module-één lesstructuur uitgegroeid tot drie lessen per module. Er zijn veel biologische onderwerpen opgenomen in de syllabus. De cursus wordt aangeboden door de Industrial Engineering School en heeft externe medische docenten. Over het algemeen hebben alle alumni een diploma op het gebied van geneeskunde, techniek, chemie, rechten of psychologie.

onderwerpen	% van de tijd besteed
Nanotechnology and nanomaterials.	10
Toxicity of Nanomaterials.	15
Occupational medicine for nanomaterials.	15
Assessment of occupational exposure to nanomaterials.	10
Control banding methods.	15
Exposure controls for nanomaterials.	15
Efficacy of control measures.	10
Regulatory framework for nanomaterials.	10

PORTUGAL: Msc programma Human Engineering van de Minho Universiteit <http://www.dps.uminho.pt/default.aspx?tabid=19&pageid=303&lang=en-us> and https://www.uminho.pt/en/education/educational-offer/_layouts/15/uminho.portalum.ui/pages/catalogocursodetail.aspx?itemid=3690&catid=11.

Portugal treedt in 1986 toe tot de EG en pas in 1991 wordt in Portugal de eerste overeenkomst gepubliceerd over veiligheid, hygiëne en gezondheid op het werk tussen alle sociale partners. Deze overeenkomst is de basis voor de Kaderwet voor arbeidsomstandigheden in Portugal. In november van hetzelfde jaar wordt het Wetsdecreet nr. 441/91 gepubliceerd, de Portugese versie is van de EG-richtlijn OHS. Hierna komt het OHS-domein op in Portugal. Dit wordt versterkt door het besluit in 1992, gelanceerd in Lissabon, van het Europees jaar van OHS. Er zijn veel initiatieven: de oprichting van het nieuwe overheidsinstituut voor risicopreventie en de arbeidsinspectie (IDICT) en een onderzoeksinstituut. De Universiteit van Minho, onder leiding van professor Sérgio Miguel besluit in 1992 een nieuw programma voor OHS te starten, genaamd Human Engineering. Het programma is als MSc erkend in 1994. Deze naam is geïnspireerd op de Amerikaanse terminologie Human Factors Engineering. Het is het eerste postdoctorale programma in OHS in Portugal. De School of Engineering biedt het programma aan samen met geneeskunde, psychologie, wetenschappen, sociale wetenschappen, economie en management. De kandidaten worden toegelaten met een diploma in ingenieurswetenschappen, in ergonomie, psychologie of in verwante gebieden. Het belangrijkste doel van dit programma is om studenten op postdoctoraal niveau in OHS op te leiden om bedrijven gekwalificeerde beoefenaars te bieden. In het 2e jaar van de cursus heeft de structuur van het programma slechts 1 cursus en de scriptie, gebaseerd op empirisch onderzoek.

onderwerpen	% van de tijd besteed
Occupational Hygiene & Medicine	16.7
Work Safety	14.6
Ergonomics	10.4
Organizations issues	8.3
Research Methodologies	8.3
Dissertation	41.7

NEDERLAND: postacademisch programma Management of Safety Health and Environment (MoSHE) van de Technische Universiteit Delft <https://www.tudelft.nl/en/tpm/education/post-graduate-programmes/post-initial-education/management-of-safety-health-environment/>

MoSHE is in 1989 gestart als een aparte postdoctorale opleiding, omdat het reguliere onderwijs aan de TUDelft overvol is en er geen ruimte is voor veiligheidsgerelateerde onderwerpen. Nederland heeft als enig land in de EU de overheidstaak van certificering, gebaseerd op de Europese Kaderrichtlijn 1989, overgedragen aan een derde partij, een externe certificering. Deze ontwikkelingen zijn het begin van deeltijdprogramma's voor academische veiligheidsopleidingen in 1988. Een diploma is één van de voorwaarden voor certificering. MoSHE heeft twee hoofdpunten. De eerste is gericht op arbo-experts die diensthoofd worden bij een groot of complex bedrijf of als beleidsmaker gaan werken bij de (semi)overheid. De tweede is bedoeld voor veiligheidsingenieurs die zich specialiseren in risicoanalyse en veiligheid in de ontwerpfasen van complexe technologische systemen. Cursisten komen uit verschillende industriële sectoren en overheidsorganisaties. Allen hebben ofwel een bachelor of een master in een technisch, wetenschappelijk of socio-technische domein. MoSHE kent 10 modules van elk een week, inclusief projectwerk bij een extern bedrijf. Cursisten maken huiswerk voor elke module. Voor dit huiswerk moeten cursisten een of meer onderwerpen van de module toepassen op problemen die zich voordoen in hun eigen bedrijf of organisatie. De cursus wordt afgesloten met een scriptie, gebaseerd op onderzoek in het bedrijf of organisatie van de cursist en vormt de basis voor het mondelinge examen.

onderwerpen	% van de tijd besteed
occupational safety	33
process safety	8
occupational health	8
environment	10
risk management	17
academic skills	6
personal methodology ¹	11
statistics	6
others	2

¹learning process of course members and their unique professional development

FRANKRIJK: postmasterprogramma Industrial Safety Management (IRM) van MINES ParisTech: <https://ms-mri.sophia.mines-paristech.fr/>

Het IRM-programma is in 2004 gelanceerd door het Centre for Research on Risks and Crises (CRC) van MINES ParisTech, in samenwerking met de industrie en overheidsinstanties. Het IRM-programma is ontstaan na de AZF-explosie in Toulouse in 2001, dat resulteerde in een belangrijke Franse wet (2003). (Wet Bachelot sur les risques industriels: Wet nr. 2003-699 van 30 juli 2003 relatif à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages). Het programma omvat 500 uur onderwijstijd. De meeste studenten lopen een jaar stage bij een industriële partner en werken aan een praktisch probleem voor deze industriële partner. De helft van het onderwijzend personeel van de IRM bestaat uit actieve professionals. Het postmaster-diploma is ontworpen om studenten nieuwe technische, organisatorische en menselijke vaardigheden te leren. Studenten hebben verschillende achtergronden: ingenieurs, afgestudeerden in andere disciplines, jonge professionals en ervaren managers uit Frankrijk en de rest van de Franstalige wereld. Deze culturele mix is ook een van de sterke punten van de IRM-training. Een studiereis en een openbare conferentie aan het einde van de theoretische cursussen zijn sterke momenten van het programma voor de studenten.

onderwerpen	% van de tijd besteed
Regulations and compliance	8
Concept, methods, models, and tools for risk management	10
HSE management systems	6
Human and organisational factors	8
Management of emergencies, crises, and business continuity	4
Management and leadership	4
Internship	60

FRANKRIJK: postacademisch programma Safety Engineering and Management (SEAM) van het Nationale Instituut van Toegepaste Wetenschap (INSA) Toulouse http://www.insa-toulouse.fr/en/formation/specialized_masters/advanced_master_in_risk_engineering.html

Seam begint in 2008 als een aparte postdoctorale cursus, verdeeld in 7 maanden college en 6 maanden stage. Er was geen wettelijke vereiste voor de start van het masterprogramma. De cursus biedt vaardigheden om veilige producten te specificeren, te ontwerpen en te onderhouden, zoals vliegtuigen, treinen, auto's, enz. En veilige faciliteiten, zoals kerncentrales of offshore-platforms. Het eerste deel (hoorcolleges) biedt 9 modules (zie onderstaande lijst). Elke module begint met de introductie van een project, ontwikkeld in groepen (2 of 3 studenten) en gepresenteerd aan het einde van de module. Tijdens de modules worden ook industriële casestudy's gedurende een dag behandeld. Om te profiteren van de tijd die de docenten ter beschikking

stellen om uit te wisselen, hebben studenten vóór deze bijeenkomsten toegang tot onlinebronnen die de formele cursussen geleidelijk vervangen. De stage van 6 maanden wordt afgesloten met een rapport en een verdediging.

onderwerpen	% van de tijd besteed
qualitative approach	6
quantitative approach	6
toxic risks for human and environment	6
process safety	6
designing for safety	6
functional safety	6
safety management	6
human and organizational factors	6
internship	46

BELGIË: master Environment Health and Safety Management van de KU Leuven https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/2019/syllabi/v/e/H08O5AE.htm#activetab=doelstellingen_idm15578432

De start van het programma is het gevolg van de wet van 1996 betreffende het welzijn van werknemers. Tijdens de bachelor- en masteropleidingen aan de KU Leuven worden vier 'leerlijnen' verkend: milieu, veiligheid en gezondheid op het werk, duurzaam beheer en onderzoek. Tijdens de opleiding kunnen twee officieel erkende certificaten worden behaald: milieucoördinator B (na de drie bachelor jaren) en preventieadviseur niveau I of preventieadviseur ergonomie (na het behalen van het masterdiploma). Voor de preventie/veiligheidsadviseur niveau I worden de zeven welzijnsdomeinen onderzocht: veiligheid, gezondheid, psychosociale stress, ergonomie, arbeidshygiëne, het creëren van een gezonde werkplek en aandacht voor het milieu. De studenten verwerven de nodige vaardigheden om een geïntegreerd preventie- en welzijnsbeleid in een organisatie te ontwikkelen. In de derde bachelor werken de studenten 20 dagen aan de zijde van een preventieadviseur om een specifiek probleem in het bedrijf aan te pakken. Dit project wordt gepresenteerd en verdedigd voor een jury. Het programma wordt afgesloten met een masterproef.

onderwerpen	% van de tijd besteed
well-being at work & law	9
occupational safety and health	9
operational safety and prevention	9
physical environmental factors	9
chemical and biological agents	9
ergonomics	9
engineering psychology	9
psychosocial aspects at work	9
engineering risk management and safety	9
advanced engineering risk management	9
integration of management systems	9