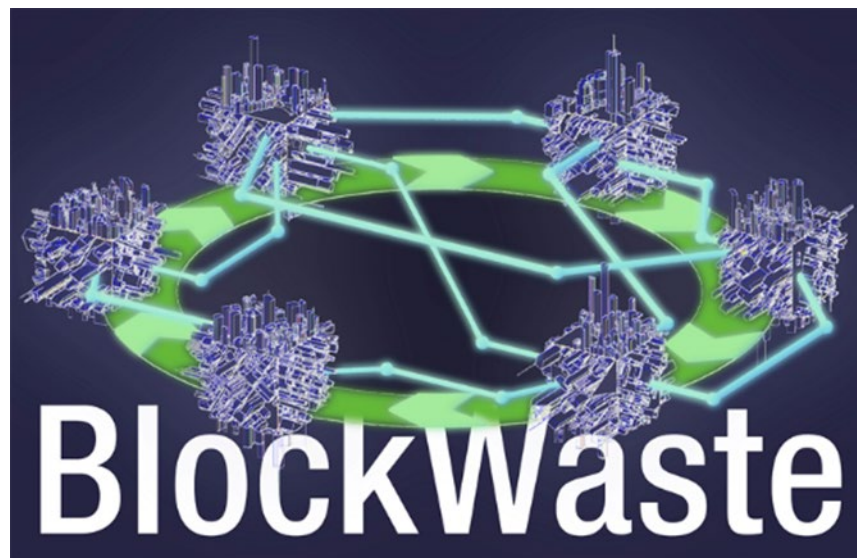


O2.A1.2 Vergelijkende studie van MSW-curricula in het hoger onderwijs van Estland, Duitsland, Griekenland, Nederland en Spanje



[Disclaimer](#)

Dit project is gefinancierd met steun van de Europese Commissie. Deze publicatie geeft uitsluitend de mening van de auteurs weer en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor het gebruik van de informatie die erin is vervat.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Output factsheet:

Financieringsprogramma	Erasmus+ programma van de Europese Unie
Financiering NA	EL01 Stichting Griekse Staatsbeurs (IKY)
Volledige titel van het project	Innovatieve opleiding op basis van Blockchain-technologie toegepast op afvalbeheer - BLOCKWASTE
Veld	KA2 - Samenwerking voor innovatie en uitwisseling van goede praktijken KA203 - Strategische partnerschappen voor het hoger onderwijs
Projectnummer	2020-1-EL01-KA203-079154
Duur van het project	24 maanden
Startdatum project	01-10-2020
Einddatum van het project:	30-09-2022

Uitvoergegevens:

Output titel: O2: Europees gemeenschappelijk leerplan inzake VHA dat blockchaintechnologieën toepast voor strategieën voor de circulaire economie

Taakomschrijving: A1.2 - Vergelijkende studie van de leerplannen inzake het beheer van stedelijk afval in de deelnemende landen

Outputleider: FH Bielefeld

Task leader: NTUA

Auteur(s): Athanassios Mavrikos, Nationale Technische Universiteit van Athene, mavrikos@metal.ntua.gr, Griekenland, Viktoria Voronova, Tallinn University of Technology, viktor.voronova@taltech.ee, Estonia, Bernd Kleinheyer, Bielefeld UAS, bernd.kleinheyer@fh-bielefeld.de, Germany, Christa Barkel, Saxion UAS, c.barkel@saxion.nl, Netherlands, David Caparros Perez, Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales, david.caparros@ctmarmol.es, Spain

Gerecenseerd door: Maria Menegaki, Nationale Technische Universiteit van Athene, menegaki@metal.ntua.gr, Griekenland, Marija Klöga, Tallinn University of Technology, marija.kloga@taltech.ee, Estonia

Documentcontrole

Versie van het document	Versie	Amendement
V0.1	31/03/2021	Definitieve versie – 30/06/2021

Inhoud

Samenvatting	iii
1 Inleiding	1
1.1 Korte projectbeschrijving.....	1
1.2 Doelstellingen en methodologische aanpak.....	1
1.3 Afval.....	2
1.3.1 Productie van afval	3
1.3.2 Gemeentelijk afval.....	4
1.3.3 Praktijk voor afvalbeheer en -verwerking.....	5
1.3.4 Beheer van gemeentelijk afval in de circulaire economie.....	6
1.3.5 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval.....	7
1.4 Hoger onderwijs en gemeentelijk vast afval/circulaire economie	8
2 Leerplannen voor gemeentelijk afvalbeheer	10
2.1 Estland	10
2.2 Duitsland.....	11
2.3 Griekenland	15
2.4 Nederland.....	16
2.5 Spanje.....	17
3 Screening van het hoger onderwijs op leerplannen voor stedelijk afvalbeheer	22
3.1 Estland	22
3.2 Duitsland.....	23
3.3 Griekenland	25
3.4 Nederland.....	27
3.5 Spanje.....	28
4 Beste praktijken	30
5 Conclusies	35
Referenties	37

Lijst van tabellen

Tabel 1: Universiteit en activiteiten van de derde missie	8
---	---

Lijst van figuren

Figuur 1: Afvalhiërarchie. Bron: Europese Commissie - Milieu	3
Figuur 2: Afvalproductie door economische activiteiten en huishoudens, EU-27, 2018 (% aandeel van het totale afval). Bron: Eurostat.	4
Figuur 3: Productie gemeentelijk afval EU-27, 2005-2019. Bron: Eurostat.....	5
Figuur 4: Productie gemeentelijk afval EU-27, 2005-2019. Bron: Eurostat.....	6
Figuur 5: Productie gemeentelijk afval EU-27, 2005-2019. Bron: EMA.....	7
Figuur 6: Dit diagram toont de klassieke opties plus specifieke onderwijsvarianten die leiden naar de arbeidsmarkt voor afvalbeheer (bron: R. Lenz en B. Kleinheyser)..	12
Figuur 7: De Wageningen University of Research in cijfers (bron: https://www.wur.nl).....	33

Lijst van afkortingen

Afkorting	Definitie
CE	Circulaire economie
ECTS	Europees puntenoverdrachtsysteem
EU-27	Europese Unie van 27 landen
HEI	Instelling voor hoger onderwijs
IT	Informatietechnologie
IoT	Internet der dingen
MSW	Vast stedelijk afval
KMO	Kleine en middelgrote ondernemingen

Samenvatting

De resultaten van de activiteit O2 "European Common Curricular on MSW Applying Blockchain Technologies for Circular Economy Strategies" en met name taak O2/A1.2 "Comparative study of the curricula of municipal waste management (MSW) in the participating countries" worden gepresenteerd in het volgende document.

Het doel van deze vergelijkende studie is na te gaan welke pedagogische gidsen de onderwijsinstellingen momenteel aanbieden voor opleiding en onderwijs op het gebied van stedelijk afvalbeheer in de deelnemende landen. Bovendien beoogt de vergelijkende studie de beste praktijken onder de aandacht te brengen en lacunes en zwakke punten vast te stellen. Er wordt met name gekeken naar hoe deze onderwijsplannen het afvalbeheer benaderen vanuit het oogpunt van de Circulaire Economie en naar hun vooruitgang in de technologische omgeving (IoT en Blockchain-technologie) die zal leiden tot de Smart Cities. Om vergelijkingen te vergemakkelijken is een puntensysteem ontwikkeld dat bestaat uit drie criteria, onderwijs, onderzoek en publicaties.

Uit de belangrijkste bevindingen blijkt dat er weliswaar veel cursussen/modules over MSW-beheer en CE zijn, maar dat er in de meeste gevallen geen exclusieve MSW/CE-opleidingen zijn. In het algemeen worden MSW/CE-cursussen aangetroffen in de curricula van ingenieursopleidingen, zoals civiele en milieutechniek. In veel gevallen, zowel op bachelor- als op postdoctoraal niveau, zijn de beginselen van recycling, duurzame ontwikkeling en circulaire economie tot op zekere hoogte in de respectieve leerdoelstellingen van de cursussen opgenomen. De onderzochte cursussen hebben echter meestal geen circulaire economie in hun kern. Bovendien ontbreken Industrie 4.0-elementen zoals Big Data, slimme technologieën, IoT en blockchain bijna volledig. Daarom moet een herontworpen of geavanceerd curriculum voor hoger onderwijs in de circulaire economie, gericht op de toepassing van Blockchain-technologie in het beheer van gemeentelijk afval, een zekere mate van interdisciplinariteit hebben. Een IT-student kan bijvoorbeeld gespecialiseerd zijn in blockchain, maar moet ook leren over de milieuaspecten van afvalbeheer, juridische aspecten, bedrijfsvoering, verandermanagement, enz. Evenzo zou een student in een milieufaculteit een expert kunnen zijn in milieuaspecten, maar ook wat basisbeginselen moeten leren over procesontwerp, business, IoT, blockchain, afvalwetgeving enz. Daarnaast moet de syllabus een focus hebben op circulaire economie en duurzaamheidsdoelstellingen. Er is een paradigmaverschuiving nodig om de nadruk te verleggen van afvalverwerking en -verwijdering naar vermindering van afval, terugwinning/hergebruik van materialen en recycling.

Het verslag is als volgt opgebouwd: Eerst wordt de huidige situatie inzake afvalproductie en afvalbeheer in de EU gepresenteerd. Het tweede deel bestaat uit de nationale verslagen van de vijf deelnemende landen (Griekenland, Estland, Duitsland, Nederland en Spanje) over het beheer van stedelijk afval in hun respectieve universitaire curricula. Het derde deel behandelt de screening en het scoresysteem van deze universitaire curricula. Het document wordt afgesloten met de analyse van de beste gevallen en de belangrijkste bevindingen. Deze laatste zullen als basis dienen voor de activiteit O1/A3. "Handboeken van strategieën voor een circulaire economie toegepast op het beheer van gemeentelijk afval met behulp van Blockchain-technologieën".

1 Inleiding

1.1 Korte projectbeschrijving

Het BlockWASTE-project beoogt de interoperabiliteit tussen afvalbeheer en blockchaintechnologie aan te pakken en de juiste behandeling ervan te bevorderen door middel van educatieve opleidingen, zodat de verzamelde gegevens worden gedeeld binnen een veilige omgeving, waar geen ruimte is voor onzekerheid en wantrouwen tussen alle betrokken partijen. Daartoe zijn de doelstellingen van het BlockWASTE-project als volgt:

- Een onderzoek uitvoeren naar vast afval dat in steden wordt geproduceerd en hoe het wordt beheerd, zodat een informatiebasis van goede praktijken kan worden gecreëerd, teneinde afval opnieuw in de waardeketen te brengen en het idee van intelligente circulaire steden te bevorderen.
- De voordelen van de Blockchain Technologie binnen het gemeentelijke afvalbeheer (MSW) proces in kaart brengen.
- Een studieplan opstellen dat de opleiding van docenten en professionals van de organisaties en bedrijven van de sector mogelijk maakt, op het gebied van afvalbeheer, circulaire economie en blockchaintechnologie.
- Een interactief instrument ontwikkelen op basis van Blockchain-technologie, waarmee het beheer van de gegevens over stedelijk afval in de praktijk kan worden gebracht, zodat de manier waarop de gegevens in de blockchain worden geïmplementeerd, zichtbaar wordt en verschillende vormen van beheer kunnen worden geëvalueerd.

BlockWASTE wil nieuwe onderwijsinhouden ontwikkelen die erop gericht zijn studenten op te leiden en hen de nodige basisvaardigheden bij te brengen om hen op te leiden tot toekomstige werknemers in de sector, waarbij digitale competenties worden toegevoegd die bedrijven nodig hebben in het kader van een aan de gang zijnde digitale transformatie. In deze richting is het project gericht op:

- Ondernemingen en KMO's, IT-professionals, urbanisten en afvalbeheerders.
- Universiteiten (professoren, studenten en onderzoekers).
- Openbare instanties

Het project omvat de volgende vier intellectuele outputs:

- O1. Leermateriaal voor interdisciplinair Blockchain-MSW
- O2. Europees gemeenschappelijk curriculum over VHA waarbij Blockchain-technologieën worden toegepast voor strategieën voor een circulaire economie
- O3. E-learning tool gebaseerd op Blockchain-MSW gericht op Circulaire Economie
- O4. BlockWASTE Open Educational Resource (OER)

1.2 Doelstellingen en methodologische aanpak

Dit document presenteert de resultaten van de activiteit O2 "European Common Curricular on MSW Applying Blockchain Technologies for Circular Economy Strategies" en met name taak O2/A1.2 "Vergelijkende studie van de curricula van stedelijk afvalbeheer (MSW) in de deelnemende landen". Het verslag van de vergelijkende studie heeft tot doel de verschillende lesguides te bundelen die onderwijsinstellingen aanbieden over opleiding en onderwijs op het gebied van stedelijk afvalbeheer in de deelnemende landen. Voorts beoogt de

vergelijkende studie, na analyse van de respectieve nationale verslagen, de beste praktijken onder de aandacht te brengen en lacunes en zwakke punten vast te stellen. Bijzondere nadruk wordt gelegd op hoe deze onderwijsplannen het afvalbeheer benaderen vanuit het oogpunt van de Circulaire Economie en op hun vooruitgang in de technologische omgeving (IoT en Blockchain-technologie) die zal leiden tot de Smart Cities. Wat de methodologische aanpak betreft, heeft BlockWASTE gegevens van de officiële websites van universiteiten in de deelnemende landen opgehaald en geanalyseerd. De curricula, modules en inhoud van de respectieve opleidingen werden geanalyseerd en voor elk deelnemend land werden nationale rapporten opgesteld. In een tweede fase worden deze bevindingen in dit geïntegreerde verslag geconsolideerd. Teneinde een zekere mate van vergelijkbaarheid te verkrijgen en een ranglijst op te stellen, werd een puntensysteem ontwikkeld bestaande uit drie criteria: onderwijs, onderzoek en publicaties. Het verslag sluit af met de belangrijkste bevindingen van de vergelijkende studie, die als basis zullen dienen voor de activiteit O1/A3. "Handboeken van strategieën voor circulaire economie toegepast op gemeentelijk afvalbeheer met behulp van Blockchain-technologieën".

1.3 Afval

In de afgelopen jaren was het ontstaan van afval een onvermijdelijk en in de meeste gevallen ongewenst bijproduct dat voornamelijk verband hield met de economische activiteit en de ontwikkeling van een samenleving. De moderne technologie en een zorgvuldig beheer hebben er echter toe bijgedragen dat dit cyclische verband is verbroken. Verwerkings- en beheerspraktijken die erop gericht zijn deze situatie te herzien zijn de kernelementen van het milieubeleid van de EU. De inspanningen zijn erop gericht afvalstoffen op milieuvriendelijke wijze te beheren en gebruik te maken van de secundaire materialen die zij bevatten. De kaderrichtlijn afvalstoffen 2008/98/EG, die het juridisch kader van de EU vormt voor de behandeling en het beheer van afvalstoffen, definieert "afvalstoffen" als elke stof of elk voorwerp waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen. Het belangrijkste toepassingsgebied van Richtlijn 2008/98/EG is het vaststellen van maatregelen ter bescherming van het milieu en de menselijke gezondheid door preventie of beperking van de negatieve gevolgen van de productie en het beheer van afvalstoffen en door beperking van de totale effecten van het gebruik van hulpbronnen en verbetering van de efficiëntie van dat gebruik. Richtlijn 2008/98/EG introduceert een voorkeursvolgorde voor afvalbeheer, de zogenaamde "afvalhiërarchie", die moet worden toegepast als prioriteitsvolgorde in wetgeving en beleid inzake afvalpreventie en -beheer en die preventie, voorbereiding voor hergebruik, recycling, andere nuttige toepassingen en verwijdering omvat (figuur 1).



Figure 1: Afvalhiërarchie. Bron: Europese Commissie - Milieu.

De uitvoering van het bovenstaande schema van de afvalhiërarchie moet oplossingen bevorderen die leiden tot de beste algemene milieupraktijk met betrekking tot de productie en het beheer van afvalstoffen. Volgens deze beheershiërarchie moet eerst prioriteit worden gegeven aan preventieactiviteiten die ook deel uitmaken van de product-afvalbeheercyclus.

1.3.1 Afvalproductie

In 2018 bedroeg de totale afvalproductie in de EU-27 door alle economische activiteiten en huishoudens 2 317 miljoen ton. In de EU-27 droeg de bouw in 2018 36,0 % van het totaal bij, gevolgd door de winning van delfstoffen (26,2 %), de industrie (10,6 %), afval- en waterdiensten (9,9 %) en huishoudens (8,2 %); de resterende 9,1 % was afval van andere economische activiteiten, voornamelijk diensten (4,2 %) en energie (3,5 %) (figuur 2).

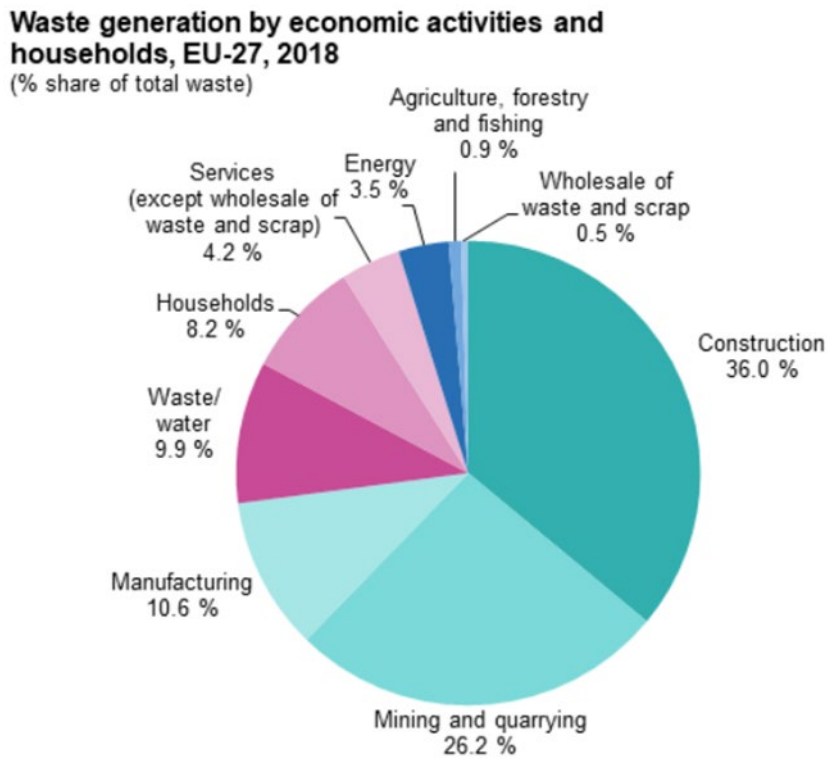


Figure 2: Afvalproductie door economische activiteiten en huishoudens, EU-27, 2018 (% van het totale afval). Bron: Eurostat.

1.3.2 Gemeentelijk afval

De definitie van "stedelijk afval" die in de verschillende landen wordt gehanteerd, loopt uiteen en weerspiegelt de uiteenlopende praktijken inzake afvalbeheer. Volgens Eurostat wordt "gemeentelijk afval" voornamelijk geproduceerd door huishoudens, hoewel vergelijkbaar afval van bronnen zoals handel, kantoren en openbare instellingen er ook onder valt. De hoeveelheid gemeentelijk afval bestaat uit afval dat door of namens de gemeentelijke autoriteiten wordt ingezameld en via het afvalbeheersysteem wordt verwijderd. Gemeentelijk afval maakt minder dan 10% uit van de totale hoeveelheid afval die in de EU wordt geproduceerd, maar het blijkt een van de meest vervuilende afvaltypes te zijn. Er zij echter op gewezen dat dergelijke vergelijkingen met de nodige voorzichtigheid moeten worden gemaakt, omdat in de EU-27 verschillende definities van stedelijk afval worden gehanteerd en verschillende manieren van inzameling worden gehanteerd (bv. huishoudelijk afval dat samen met afval van handel en administratie wordt ingezameld). De verschillen weerspiegelen verschillen in consumptiepatronen en economische welvaart, maar hangen ook af van de wijze waarop gemeentelijk afval wordt ingezameld en beheerd. Figuur 3 toont de productie van gemeentelijk afval per land, uitgedrukt in kilogram per hoofd van de bevolking.

Municipal waste generated, 2005 and 2019

(kg per capita)

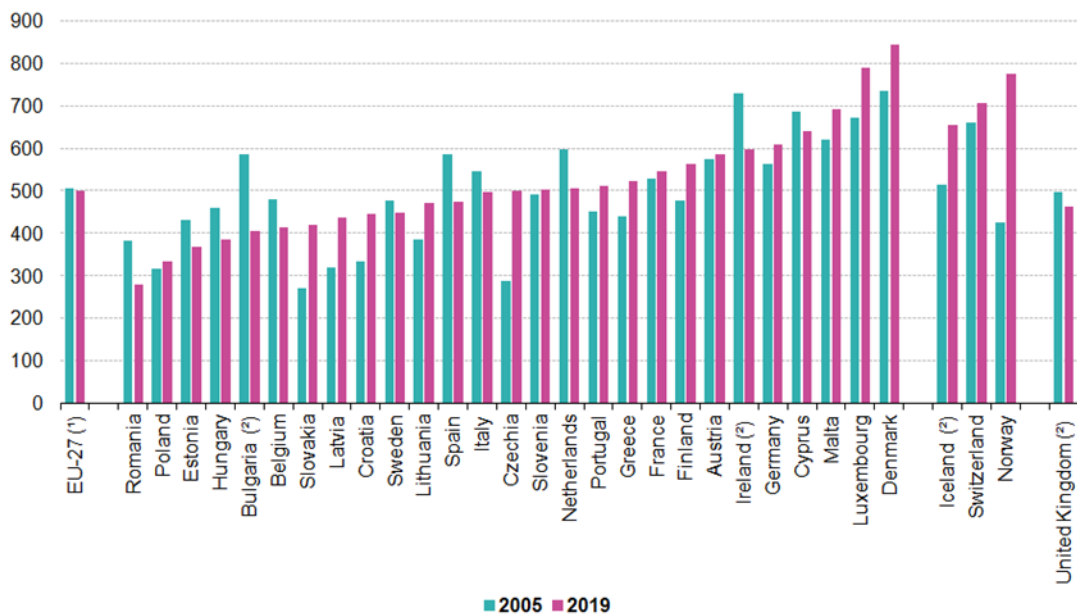


Figure 3: Productie gemeentelijk afval EU-27, 2005-2019. Bron: Eurostat.

In 2019 werd in de EU ongeveer 225 miljoen ton huishoudelijk afval geproduceerd. Dit komt overeen met 502 kg per persoon. Van de EU-lidstaten produceerde Denemarken in 2019 het meeste stedelijk afval per persoon (844 kg), gevolgd door Luxemburg (791 kg), Malta (694 kg), Cyprus (642 kg) en Duitsland (609 kg). Roemenië produceerde het minste stedelijk afval per persoon (280 kg), gevolgd door Polen (336 kg), Estland (369 kg) en Hongarije (387 kg). In het algemeen produceren EU-lidstaten met een hoger bruto binnenlands product (bbp) aanzienlijk meer afval per hoofd van de bevolking dan lidstaten met een lager bbp.

1.3.3 Praktijk voor afvalbeheer en -verwerking

In Europa kan het gemeentelijk afvalbeheer volgens verschillende modellen worden uitgevoerd, afhankelijk van de vraag of de verantwoordelijkheid voor het afvalbeheer publiek, particulier of gedeeld is. Het meest voorkomende model is dat waarbij de overheid verantwoordelijk is voor het gemeentelijk afvalbeheer. Meer bepaald zijn de gemeenten verplicht een doeltreffend systeem voor het beheer van hun afval, met inbegrip van inzameling, vervoer, verwerking en verwijdering, op te zetten en in stand te houden. Het gemeentelijk afvalbeheer in Europa verschilt echter aanzienlijk tussen de lidstaten (Europees Milieuagentschap, 2019) wat betreft elementen die te maken hebben met afvalproductie, inzamelmodellen en verwerkingstechnieken, maar ook de uitvoering van afvalgerelateerde Europese richtlijnen, waardoor het moeilijk is een duidelijke vergelijking te maken met waardevolle conclusies. Figuur 4 toont de hoeveelheid geproduceerd afval op EU-niveau en de hoeveelheid afval per verwerkingscategorie storten, verbranden, materiaalrecycling, composteren en overig.

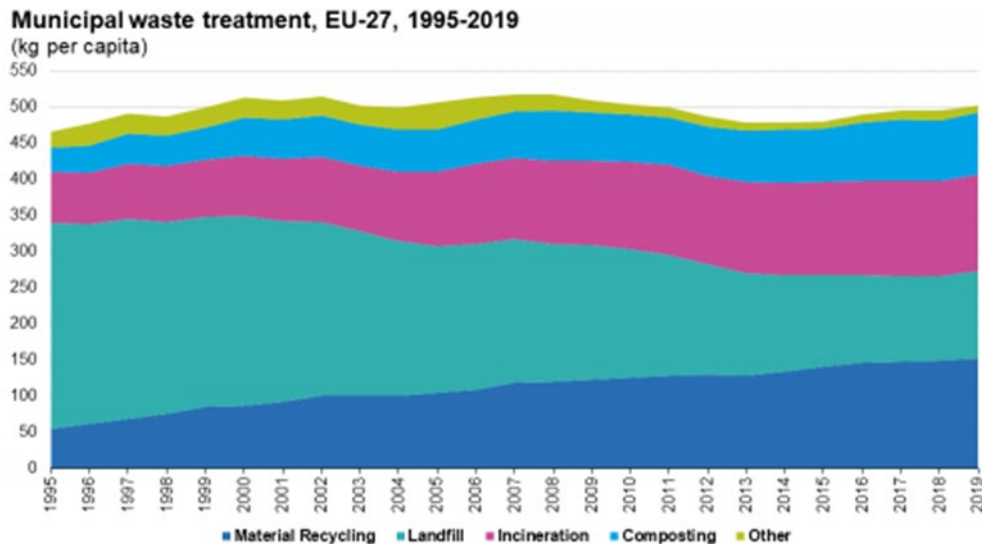


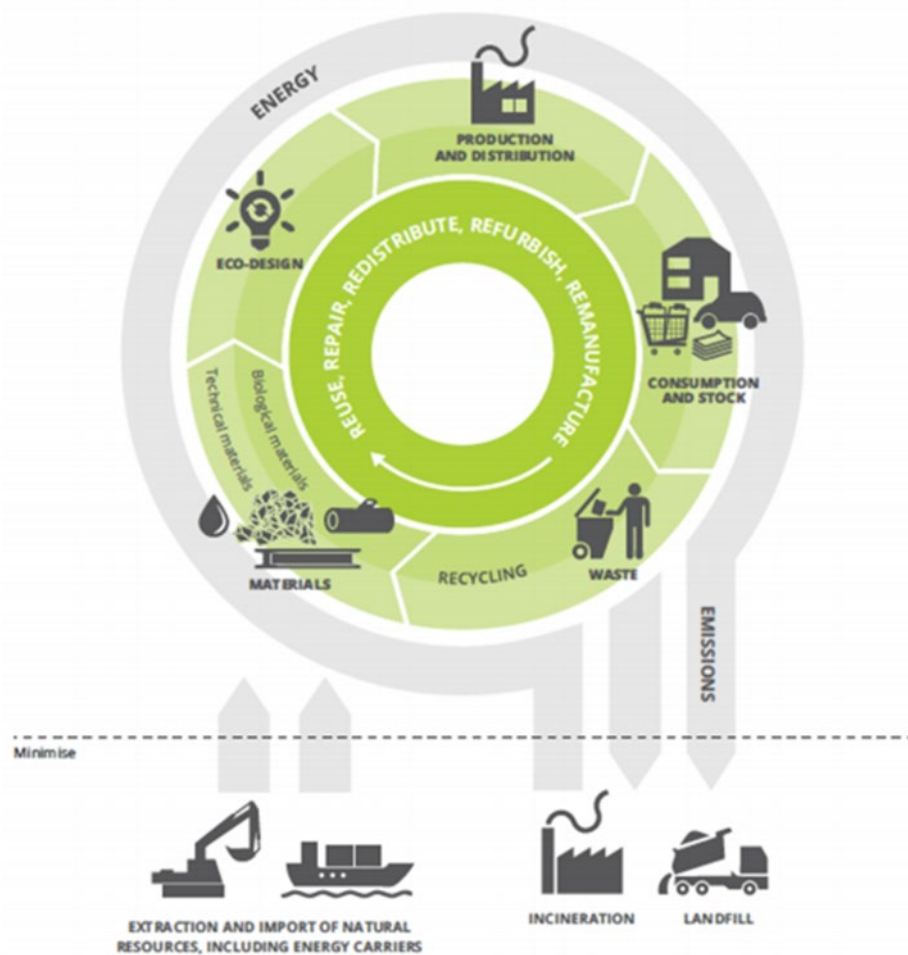
Figure 4: Productie gemeentelijk afval EU-27, 2005-2019. Bron: Eurostat.

Wat de verwerking van geproduceerd stedelijk afval betreft, is de totale hoeveelheid gestort stedelijk afval in de EU met 67 miljoen ton gedaald, van 286 kg per hoofd van de bevolking in 1995 tot 54 miljoen ton (120 kg per hoofd van de bevolking) in 2019, wat overeenkomt met een gemiddelde jaarlijkse daling van 3,3%. Het stortingspercentage is gedaald van 61% in 1995 tot 23% in 2019, deels als gevolg van de uitvoering van de Europese wetgeving. De hoeveelheid gerecycled afval (materiaalrecycling en compostering) is gestegen van 87 kg per inwoner in 1995 tot 239 kg per inwoner in 2019 met een gemiddeld jaarlijks percentage van 4,3%. Het aandeel van het stedelijk afval dat in zijn geheel wordt gerecycleerd, is gestegen van 19% naar 48%. De Europese Commissie heeft een ambitieus pakket inzake de circulaire economie aangenomen, dat herziene wetgevingsvoorstellen inzake afval omvat met een hogere gemeenschappelijke doelstelling voor de recycling van stedelijk en verpakkingsafval en lagere grenswaarden voor het storten van stedelijk afval. Volgens de wijzigingsrichtlijn (EU) 2018/851 moet tegen 2025 ten minste 55% van het gewicht van het stedelijk afval worden gerecycled. Deze doelstelling stijgt tot 60% in 2030 en 65% in 2035. Ook afvalverbranding is in de referentieperiode gestaag gegroeid, zij het niet zo sterk als recycling en compostering. Sinds 1995 is de hoeveelheid gemeentelijk afval die in de EU wordt verbrand, gestegen van 70 kg per inwoner tot 134 kg per inwoner in 2019.

1.3.4 Beheer van stedelijk afval in de circulaire economie

Gemeentelijk afvalbeheer is momenteel een belangrijk gebied voor de uitvoering van de Circulaire Economie in de Europese landen. De EC heeft de lidstaten aanbevolen om planningsdocumenten te ontwikkelen voor de implementatie van de CE op verschillende terreinen, met bijzondere nadruk op gemeentelijk afval omdat dit probleem zich in alle landen voordoet (Smol et al., 2020). Centraal in het concept circulaire economie staat de gedachte dat de waarde van materialen en producten zo lang mogelijk zo hoog mogelijk wordt gehouden, waarbij afval zo mogelijk wordt omgezet in een hulpbron. Dit helpt de behoefte aan de input van nieuwe materialen en energie te minimaliseren, waardoor de milieudruk in verband met de levenscyclus van producten, van grondstofwinning, via

productie en gebruik tot het einde van de levensduur, wordt verminderd. Meer recycling maakt deel uit van de overgang naar een circulaire economie. In een circulaire economie wordt het onderscheid tussen grondstoffen, producten en afval steeds onduidelijker. Figuur 6 geeft een vereenvoudigd beeld van een dergelijke circulaire economie.



Source: EEA, 2015

Figure 5: Productie gemeentelijk afval EU-27, 2005-2019. Bron: EMA.

1.3.5 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval

De verspreiding van technologie in elk aspect van de samenleving is grotendeels het gevolg van de voortdurende vooruitgang van hardware en software en de dalende kosten. Digitale transformatie wordt door de Europese Commissie (EC) gekenmerkt als "een fusie van geavanceerde technologieën en de integratie van fysieke en digitale systemen, het overwicht van innovatieve bedrijfsmodellen en nieuwe processen, en het creëren van slimme producten en diensten" (Going Digital (GD) Horizontaal Project, 2017; Europese Commissie, 2020). In het geval van afvalbeheer wordt verwacht dat digitale technologie de manier waarop we afval beheren in een ander perspectief zal plaatsen. Enkele voorbeelden van digitale technologieën die momenteel worden gebruikt, maar waarvan ook wordt verwacht dat ze in de toekomst een grote impact zullen hebben, zijn robotica, het internet der dingen, cloud




computing, kunstmatige intelligentie, data-analyse en gedistribueerde grootboektechnologie (Europees Milieuagentschap, 2020a, b). In de context van afvalbeheer worden robots vooral gebruikt voor pneumatische sortering, waarbij gedefinieerde afvalstromen met een hoge zuiverheid worden geproduceerd, maar ook voor het identificeren en sorteren van recycleerbare en kritische materialen door middel van beeldherkenning/IR-scanning/AI-visiesystemen. Ook worden geavanceerde algoritmen op het gebied van machinaal leren gebruikt voor classificatie en patroonherkenning om de efficiëntie van het sorteren te verbeteren. Voor de afval- en recyclingindustrie bestaan de mogelijkheden van het ivd vooral in door sensoren ondersteunde containers, in de eenvoudige, elektronische verwerking van documentatie en in het netwerken van voertuigen om de logistiek te verbeteren, terwijl data-analyse en cloudgebaseerde softwareoplossingen het gemakkelijk maken om gegevens te verwerken en te analyseren om patronen en trends te identificeren, waardevolle informatie te extraheren, workflows te optimaliseren door interne procedures te standaardiseren en te optimaliseren, real-time orderbeheer, routeplanning en optimalisatie. Ten slotte zal gedistribueerde grootboektechnologie (Blockchain-technologie) oplossingen bieden voor verbeteringen in het afvalbeheer en de overgang naar een circulaire economie, aangezien het volgen van materiaalstromen en afval gemakkelijk kan worden opgeslagen en gecontroleerd door ze in een gedistribueerd grootboek te bewaren en de geschiedenis en levenscyclus van producten te kennen.

1.4 Hoger onderwijs en gemeentelijk vast afval/circulaire economie

Onze samenlevingen hebben altijd afval geproduceerd en zullen dat ook in de toekomst blijven doen. De verschillen in de samenstelling van afvalstromen of de variaties in de hoeveelheden die een menselijke samenleving produceert, weerspiegelen veranderingen in technologie, productiemethoden, economische status, cultuur, enz. In het algemeen is de noodzaak om op efficiënte wijze om te gaan met het afval dat wij produceren constant en ook aan veranderingen en aanpassingen onderhevig. De wereld evolueert geleidelijk naar het concept van de circulaire economie, waarbij het verbruik van grondstoffen en energie wordt verminderd door afval te hergebruiken en in de productiecyclus op te nemen, door energie uit afval te produceren en door het recyclingpercentage te verhogen. Deze overgang vereist een hervorming van de curricula van het hoger onderwijs waarin deze onderwerpen aan bod komen. Bovendien moeten de universiteiten zelf, als organisaties, duurzaam zijn. Zij moeten een welomschreven duurzaamheidsstrategie hebben met meetbare duurzaamheidsindicatoren die om redenen van geloofwaardigheid en verantwoordingsplicht openbaar zijn.

Traditioneel hebben universiteiten drie hoofdfuncties: onderwijs, onderzoek en kennis- en technologieoverdracht. Dit laatste verwijst naar het gerichte gebruik en de overdracht van academische kennis om diverse maatschappelijke uitdagingen te helpen oplossen en vormt de basis van deze studie. De universiteiten fungeren als motor van verandering voor de samenleving en stimuleren de kennisoverdracht naar de regionale economie, de overheid en maatschappelijke organisaties. Deze universitaire functie of missie wordt door Piirainen et al. (2016) geïllustreerd in tabel 1.

Table 1: De universiteit en de activiteiten van de derde missie

Categorie	Uitgangen	Voorbeelden van activiteiten en diensten
  Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union		

Onderzoek, ontwikkeling en innovatie (OOI, technologieoverdracht)	<ul style="list-style-type: none"> -Contracten met de industrie -Overeenkomsten met overheidsinstanties -Intellectuele eigendom -Spin-offs -Disseminatie 	<ul style="list-style-type: none"> -Studentenopleiding -Licentie -Consultancy en advies -Onderzoek in opdracht -Samenwerkend onderzoek
Voortgezette opleiding (Outreach)	<ul style="list-style-type: none"> -Personeelszaken -Toegang tot kennis en middelen 	<ul style="list-style-type: none"> -Industriële doctoraatsprogramma's -MBA programma's -Open access lesmateriaal -Toegang tot wetenschappelijke infrastructuur, bibliotheken, laboratoria
Maatschappelijk engagement en dialoog (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> -Deelname aan de beleidsvorming -betrokkenheid bij het sociale en culturele leven -Begrip van de wetenschap bij het publiek 	<ul style="list-style-type: none"> -Campusbezoeken, open dagen Wetenschapskampen en -beurzen -Musea -betrokkenheid van studenten en personeel bij het culturele leven

Daarom willen we via deze studie en de analyse van de huidige universitaire curricula over MSW management en CE een geïntegreerd curriculum beschrijven en voorstellen dat niet alleen beantwoordt aan de hedendaagse behoeften, maar ook alle laatste technologische ontwikkelingen en innovatieve tools uit het domein van IT en blockchain integreert.

2 Leerplannen voor het beheer van stedelijk afval

2.1 Estland

Het Estse systeem van hoger onderwijs steunt op vier pijlers (Ministerie van Onderwijs en Onderzoek, 2021):

1. Openbare universiteiten (6): Estlandse Kunstacademie, Estlandse Muziek- en Theateracademie, Estlandse Universiteit voor Levenswetenschappen, Tallinn Universiteit, Tallinn Technische Universiteit, Universiteit van Tartu.
2. Particuliere universiteiten (1): Estonian Business School
3. Particuliere instellingen voor hoger beroepsonderwijs (5): Theologisch Instituut van de Estse Evangelisch-Lutherse Kerk, Ests Methodistisch Theologisch Seminarie, Euroacademy, Estse Ondernemersuniversiteit voor Toegepaste Wetenschappen, Theologisch Seminarie van Tartu.
4. Staatsinstellingen voor hoger beroepsonderwijs (8): Estse Luchtvaart Academie, Estse Nationale Defensie Academie, Lääne-Viru College, Estse Academie voor Veiligheidswetenschappen, TTK Hogeschool, Tallinn Hogeschool voor Gezondheidszorg, Pallas Hogeschool, Tartu Hogeschool voor Gezondheidszorg.

Deze instellingen bieden een breed scala aan studieprogramma's: van sociale en theologische opleidingen tot technische en IT-opleidingen. Ook ondernemerschap, veiligheid, geneeskunde en gezondheid, luchtvaart, veterinaire en natuurwetenschappen, toegepaste technische onderwerpen komen aan bod in het brede studieaanbod van deze instellingen voor hoger onderwijs.

In de volgende analyse hebben wij ons gericht op de 4 grootste openbare universiteiten in Estland: Tallinn University of Technology (TalTech), Tallinn University (TLÜ), University of Tartu (TÜ) en Estonian University of Life Sciences (EMÜ). Deze universiteiten werden geselecteerd op basis van hun technische en natuurwetenschappelijke achtergrond, zodat werd aangenomen dat zij het grootste aantal studieprogramma's aanbieden die verband houden met SVA-beheer of Circulaire Economie. Ook zijn dit de grootste universiteiten in Estland wat het totale aantal studenten betreft. Volgens het Estse bureau voor de statistiek omvat het totale aantal studenten aan deze vier universiteiten in 2019 74% van het totale aantal studenten die deelnemen aan bachelor-, master-, geïntegreerde bachelor- en master-, doctoraal- of beroepsopleidingen (33 464 vs. 45 178 studenten in totaal) (Estse statistieken, 2021).

De onderwerpen afvalbeheer of circulaire economie kwamen in meer of mindere mate aan bod in de curricula van alle vier de gescreende universiteiten:

- Aan de Technische Universiteit van Tallinn werden de onderwerpen MSW of circulaire economie vooral aangetroffen in de vakken van de School of Engineering en in zekere mate in de School of Science. Alleen aan de Estonian Maritime Academy werden geen onderwerpen op dit gebied gevonden.
- In het algemeen werden duurzaamheidsthema's (waaronder afvalbeheer) zeer goed gepresenteerd in de curricula van de universiteit van Tallinn. De meeste onderwerpen die in meer of mindere mate verband houden met SVA of circulaire economie werden aangetroffen in de school voor natuurwetenschappen en gezondheid, en minder

onderwerpen in de curricula van de school voor digitale technologieën.

- De cursussen over het beheer van vast afval aan de universiteit van Tartu waren voornamelijk opgenomen in de curricula die verband houden met milieutechnologie (op bachelor- en masterniveau) in de faculteit Wetenschappen en Technologie. Op kleinere schaal werd circulaire economie geïntegreerd in sommige vakken van de curricula biologie en behoud van biodiversiteit en economie van bedrijfskunde. Een gratis online cursus "Auditing waste management" is beschikbaar voor alle geïnteresseerde studenten.
- Aan de Estse Universiteit voor biowetenschappen werden verplichte cursussen over vast-afvalbeheer en circulaire economie voornamelijk aangetroffen in de curricula die gericht zijn op milieubescherming, zowel op bachelor- als op masterniveau. In de masteropleiding "Milieubeheer en aanpassing aan klimaatverandering" is een apart blok gewijd aan afvalbeheer en circulaire economie. Verschillende vakken op bachelor- en masterniveau die in mindere mate betrekking hebben op afvalbeheer en circulaire economie zijn voornamelijk gericht op milieubeheer en -bescherming en duurzame bio-economie.

2.2 Duitsland

Duitse instellingen voor hoger en tertiair onderwijs

Het Duitse systeem van tertiair onderwijs steunt op drie (of vier, afhankelijk van het perspectief) pijlers:

1. **Grote openbare universiteiten met** een evenwichtige verdeling tussen onderwijs, onderzoek en overdracht.
2. **Openbare hogescholen** (die onder verschillende benamingen voorkomen) met vaak een zeer specifieke onderwijsopdracht en een toegepast onderzoeksprofiel dat de nadruk legt op de overdracht naar het bedrijfsleven en de samenleving in het algemeen.
3. **Particuliere universiteiten** (vaak van toegepaste wetenschappen) bieden meestal specifieke onderwijs- en soms onderzoeksprofielen aan, meestal in massadisciplines zoals bedrijfskunde, informatica, sociale wetenschappen en communicatie. Er is geen aanbod bekend voor diploma's op het gebied van afval of circulaire economie.
4. Een extra pijler in het tertiair onderwijs is **het beroepsonderwijs** als alternatief voor studies op universitair niveau. Het beroepsonderwijs biedt een grote verscheidenheid aan langlopende opleidingen die leiden tot zeer gespecialiseerde en gecertificeerde beroepsprofielen waarmee afgestudeerden technische, sociale en administratieve functies professioneel kunnen uitoefenen. Gecertificeerde beroepsopleidingsprogramma's combineren beroepsgerichte opleiding met theoretisch collegeonderwijs en gaan gepaard met een privaatrechtelijke arbeidsovereenkomst. Gecertificeerde beroepen zijn bijvoorbeeld
 - Technicus bevoorrading, recycling en materiaalstromen (*Fachkraft für Kreislauf- und Abfallwirtschaft*) (FachKrW 2021)
 - Meester in de Circulaire Economie (*Meister in Kreislauf- und Abfallwirtschaft*) (MeiKrW 2021) Een specifiek kenmerk van het beroepsonderwijs (2-3 jaar praktijkopleiding in het beroepsonderwijs,

privaatrechtelijke arbeidsovereenkomst) is de combinatie met een academische graad (fig. 7). Momenteel is deze optie zeer gewild bij studenten van klassieke bedrijfs- en ingenieursrichtingen, maar nog niet uitgebreid tot afvalbeheer. Dit duale programma zal echter waarschijnlijk enorm populair worden zodra meer universiteiten meer specifieke diploma's voor Circulaire Economie of Afvalbeheer of Duurzaam Ondernemen aanbieden.

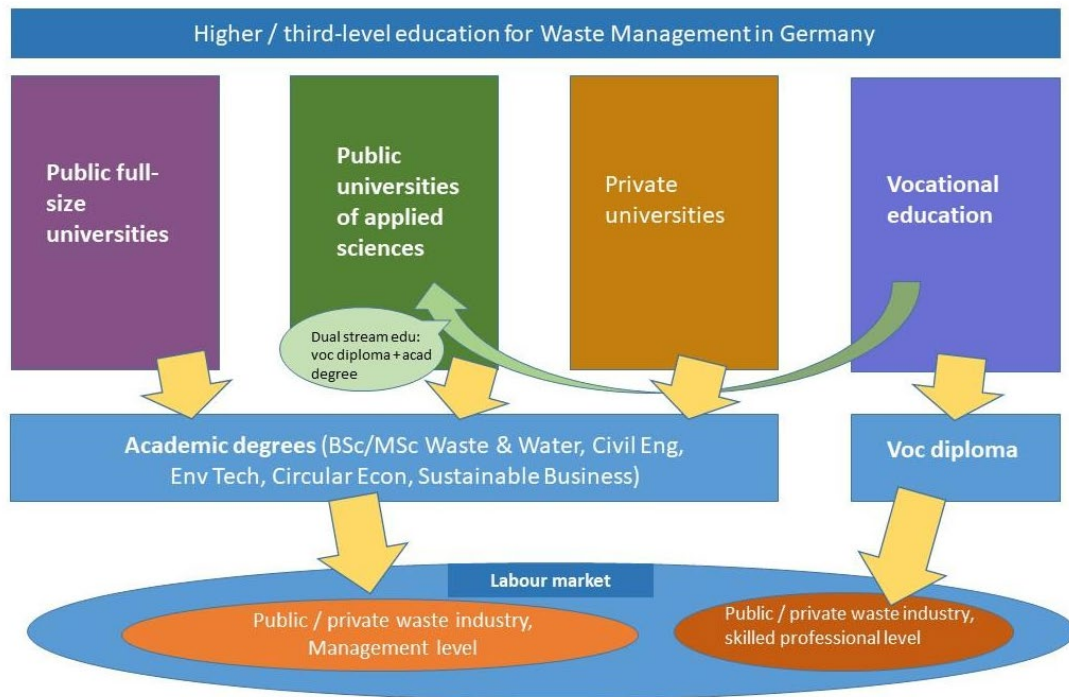


Figure 6: Dit diagram toont de klassieke opties plus specifieke onderwijsvarianten die leiden naar de arbeidsmarkt voor afvalbeheer (bron: R. Lenz en B. Kleinheyer).

In het kader van deze studie zal deze pijler worden beschouwd als een van de vier onderwijsopties, aangezien beroepsgerichte leerplannen het meest uitgewerkte en gedetailleerde repertoire van afvalgerelateerde leerstof, vaardigheden en beroepsprofielen vertonen, ook al ligt hun taxonomische doelstelling onder het academische niveau.

Afvalbeheer en circulaire economie in universitaire curricula

Studie- en opleidingsprofielen in verband met afvalbeheer en circulaire economie zijn te vinden in de pijlers 1, 2 en 4, meestal als onderdeel van bredere graden, en verschijnen vaak onder de naam *Circular Economy Studies*, *Sustainability Studies* of *Waste Economy*. Net als in andere landen is de verschuiving in het concept van afvalbeheer naar circulaire economie dus doorgedrongen tot het ontwerp van de universitaire curricula in Duitsland, althans wat de formulering betreft.

Studies over afvalbeheer en/of circulaire economie zijn te vinden als onderdeel van dit soort diploma's (er is geen verschil tussen afvalbeheer in de gemeentelijke en de particuliere sector):

Graadprofielen			
Afvalbeheer / Circulaire economie in klassieke ingenieursstudies (voornamelijk Burgerlijke Bouwkunde)	Studies afvalbeheer / circulaire economie als onderdeel van de opleidingen milieutechnologieën en milieuinformatica	Studies afvalbeheer / circulaire economie als onderdeel van studies bedrijfskunde en economie	Beheer van stedelijk afval als module in ingenieursopleidingen

(bron: Rainer Lenz en Bernd Kleinheyer)

- **Klassieke ingenieursopleidingen Om**

de penetratiegraad van studies over afvalbeheer/circulaire economie te begrijpen, zijn zowel bredere, meer algemene ingenieursopleidingen als specifieke diploma's over afvalbeheer onder de loep genomen en is de inhoud van specifieke modules over afvalbeheer/circulaire economie geanalyseerd.

Studies over afvalbeheer als onderdeel van civiele techniek

Afvalbeheer en -technologieën worden in de meeste gevallen aangeboden als een van de onderwerpen, modules of keuzevakken van ingenieursopleidingen aan 12 faculteiten (bachelor- en masteropleiding). De meeste van deze opleidingen hebben een civieltechnisch profiel en bieden conventionele basismodules zoals bouwfysica, constructieanalyse, breukmechanica en integriteit, eindige elementen enz. en specialisaties zoals openbare werken, water, nutsvoorzieningen en toevoersystemen en ook afval, vaak in combinatie met water. Circulaire economie verschijnt meestal als een secundaire bijzaak of zelfs helemaal niet. Het is niet verrassend dat Digitalisering meestal niet als transversaal onderwerp voorkomt, laat staan Blockchain of specifieke informatietechnologieën.

Studies afvalbeheer als diploma op ware grootte

Het aantal volledige diploma's over afvalbeheer en/of circulaire economie is zeer beperkt. Weinig universiteiten lijken het risico te hebben genomen om zeer gespecialiseerde diploma's aan te bieden die gericht zijn op afval in een circulaire economie. Een mogelijke reden zou kunnen zijn dat op het niveau van de operatoren en de werkvloer zeer gespecialiseerde beroepsprofielen (zie pijler 4 hierboven) al minstens 20 jaar op de arbeidsmarkt aanwezig zijn, terwijl functies die specifieke managementvaardigheden vereisen, lijken te worden ingevuld door houders van een diploma milieutechnologie of civiele techniek, d.w.z. bredere kwalificaties die meestal een basisoverzicht van afvalbeheertechnologieën omvatten. Het is niet duidelijk of er in de afvalindustrie weinig vraag is naar diepere en meer specifieke "afval"-vaardigheden of dat die vaardigheden zo moeilijk te vinden zijn dat meer algemene ingenieursvaardigheden als het dichtstbijzijnde equivalent worden beschouwd.

De weinige universiteiten die **stand-alone diploma's aanbieden** die gericht zijn op afvalbeheer zijn

- [Technische Universiteit van Berlijn](#),
- [Technische Universiteit van Clausthal](#)
- [Technische Universiteit van Dresden](#)
- [Universiteit van Stuttgart](#),

en, als enige hogeschool aan de top van de ranglijst

- Hogeschool [Magdeburg-Stendal](#)

De meeste daarvan zullen specifieke modules over de circulaire economie in hun curricula hebben.

- **Studies over afvalbeheer** als onderdeel van opleidingen **milieutechnologieën** en **milieu-informatica** Typische opleidingen milieutechnologieën omvatten een brede selectie van sectorspecifieke technologieën: energie, productie, mobiliteit, emissies, waterzuivering, bouwmaterialen, en ook afvalbeheer/circulaire economie. Ze bieden ook transversale moduleonderwerpen zoals duurzaamheidsboekhouding en -beheer, communicatie en andere en lijken gericht te zijn op kandidaten die op zoek zijn naar een veelzijdig en enigszins 'holistisch' diploma zonder zich vast te leggen op een sectorspecifiek profiel. Afval is echter een secundair onderwerp dat doorgaans in één of twee modules wordt behandeld. Gezien het interdisciplinaire karakter van deze opleidingen lijken zij mogelijkheden te bieden om digitale technologieën in hun curricula te integreren, temeer daar zij ook gericht zijn op management- en processturende vaardigheden. Milieu-informaticadiploma's zijn eerder gericht op managementondersteuning, statistiek, meettechnieken en gegevenswetenschap, maar komen niet in de buurt van de digitalisering van volledige processen in de afvalketen. Gezien de op IT gebaseerde managementondersteunende functie die deze opleidingen beogen, zouden zij in de toekomst digitale procestechologieën (bv. Big Data-analyse en AI) in hun curricula kunnen opnemen, waardoor managers van systemen in de kringloopeconomie waarde kunnen halen uit digitalisering.
- Studies over **afvalbeheer** als onderdeel van **bedrijfs- en economische** studies Duitse universiteiten bieden, onder verschillende benamingen, een klein maar groeiend aantal graden aan in de lijn van duurzaamheidsbeheer. Zij richten zich op studenten die zaken doen en management in overeenstemming willen brengen met milieu- en sociaal bewustzijn en verantwoordelijkheid. Gezien het brede spectrum van sectoren die op de "duurzaamheidsomslag" wachten, zijn en worden afval en circulaire economie slechts een van de vele sectoren die aan bod komen. Deze diploma's zijn doorgaans gericht op niet-technisch management en bedrijfsanalyse vanuit een duurzaamheidsperspectief. Gezien de snel groeiende impact van op gegevens gebaseerde besluitvorming en gedigitaliseerde managementtechnieken, zullen zij vroeg of laat bijvoorbeeld Big Data-analyse en gedistribueerde gegevensverwerking zoals Blockchain integreren, mits hun planners bereid zijn veel meer modulecapaciteit aan IT-vaardigheden te besteden. Dit zal afgestudeerden in staat stellen verantwoordelijkheden op te nemen in de veranderende afvalindustrie zonder specifiek aan de sector gerelateerde profielen te verwerven.
- **Stedelijk afvalbeheer** is een apart moduleonderwerp bij de opleidingen die technische vaardigheden in verband met afvalkringen aanbieden, maar de specifieke kenmerken van afvaldiensten in de publieke sector worden zelden als zodanig behandeld. De enige opleiding die terloops melding maakt van omgevingen in de publieke sector is de BSc Milieukunde van de Technische Hogeschool OWL. In het kader van dit project zal de kwestie van publiek of privaat bestuur daarom buiten beschouwing worden gelaten bij het bepalen van de penetratie van studies en curricula over afvalbeheer in universitaire studies in Duitsland. Er zal dus geen onderscheid worden gemaakt tussen afvalbeheer en gemeentelijk afvalbeheer en de respectieve opleidingen. Het zou

echter misleidend zijn hieruit te concluderen dat rechtspositie en (publiek/private) governance irrelevante onderwerpen zijn die het niet waard zijn om als onderwerp op te nemen in afvalgerelateerde opleidingen. Uit het bovenstaande mag niet worden vergeten dat de meeste hier geanalyseerde curricula van technische aard zijn en alleen of helemaal niet voorzien in juridische en zakelijke basisvaardigheden. Daarom kan worden aangenomen dat meer aandacht zal worden besteed aan governance-aspecten en de respectieve curricula zodra de afvalsector, in de ogen van zowel gebruikers als exploitanten, de volledige verschuiving heeft gemaakt van een lineaire verwijderingsoriëntatie naar een circulaire economie.

Alle relevante graden in aanmerking genomen, kan worden gesteld dat:

- ... afval en circulaire economie worden voornamelijk gevonden als onderwerpen van "sectorale" (meestal civiele) ingenieursopleidingen.
- ... populaire opleidingen in milieutechnologie met hun brede karakter bieden tot nu toe slechts weinig vaardigheden die specifiek zijn voor de afvalsector, maar bouwen in ruil daarvoor vaak een "circulaire mentaliteit" op die duurzaamheid en efficiënt gebruik van hulpbronnen aanmoedigt.
- ... in grote meerderheid behandelen zij afval en de circulaire economie als een van de verschillende milieusectoren of -disciplines waarvoor specifieke beginselen gelden en die in hun basissenmerken worden gepresenteerd
- ... afval en/of de circulaire economie zijn slechts in vier tot vijf gevallen het bepalende onderwerp voor specifieke diploma's geworden, wat erop wijst dat de vraag naar afgestudeerden met specifieke vaardigheden op het gebied van "afval" of circulaire economie nog steeds beperkt is.

2.3 Griekenland

Hoger onderwijs in Griekenland

Het hoger onderwijs is de laatste fase van het formele onderwijsstelsel in Griekenland. Volgens de Griekse grondwet (artikel 16) is het hoger onderwijs openbaar en wordt het alleen verstrekt door instellingen, instellingen voor hoger onderwijs (IHO's; Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα), die publiekrechtelijke rechtspersonen zijn.

Het totale aantal HOI's bedraagt 25, met 141 scholen en 431 afdelingen/afdelingen.

Afvalbeheer en circulaire economie in universitaire curricula

Na doorlichting van de gehele sector van het hoger onderwijs in Griekenland op cursussen, modules of volledige graden in verband met vast stedelijk afval en circulaire economie, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Er werden in totaal 25 bacheloropleidingen en 7 postdoctorale opleidingen gevonden.
- Er werden ook 2 postdoctorale opleidingen en 1 kort programma (e-learning) gevonden:
 - Universiteit van Thessalië: MSc "Duurzaam beheer van milieuveranderingen en circulaire economie".
 - Hellenic Open University: MSc "Waste Management" en kort programma "Introduction to Waste Management".
- In het algemeen maken de cursussen deel uit van de curricula van ingenieursscholen. Gewoonlijk de afdelingen civiele techniek, chemische techniek en milieutechniek.

- De syllabus van de cursussen is gericht op afval in het algemeen en op verwerkingstechnologieën. Sommige cursussen richten zich specifiek op SVA. Voor de meeste cursussen maakt SVA deel uit van de lesstof.
- Een ander populair onderwerp in het lesmateriaal is recycling, hergebruik en terugwinning van materiaal. De beginselen van de circulaire economie worden slechts in zeer weinig gevallen genoemd.
- Geen enkele cursus biedt onderwijs over IT/smart technologies/blockchain in MSW.

2.4 Nederland

In Nederland zijn er geen volledige programma's voor afvalbeheer of SVA-beheer. Wel zijn er een aantal opleidingen die zich richten op de circulaire economie en op steden. We hebben het aanbod van Nederlandse universiteiten en hogescholen bekeken en die opleidingen geselecteerd die een deel van hun onderwijs of onderzoek aan afvalbeheer wijden. Vaak gaat het om een beperkt deel van het totale programma. Nederlandse universiteiten die stedelijk afvalbeheer als onderdeel van het curriculum in kleine of grote delen aanbieden zijn:

Wageningen University & Research (WUR),

-Urban Environmental Management, Volledige masteropleiding.

Het MSc-programma Urban Environmental Management is een internationaal en interactief programma dat een evenwichtig curriculum biedt van theorie, instrumenten en toepassing. Het beoogt studenten op te leiden om de toekomst te leiden langs het pad van duurzame verstedelijking. Afvalbeheer maakt deel uit van het programma.

-Living Lab - Metropolitan Analysis, Design and Engineering.

In het Living Lab werken studenten van de master Metropolitan Analysis, Design and Engineering aan real-life cases binnen de stad Amsterdam. Afvalbeheer is een van de vele vraagstukken die worden onderzocht.

Erasmus Universiteit Rotterdam - Erasmus School of Social and Behavioural Sciences

Urban Management and Development, Volledige masteropleiding.

De specialisatie Infrastructure and Green Cities binnen de M.Sc. in Urban Management and Development richt zich op de planning, het beheer en de financiering van stedelijke infrastructuur met een slimme en groene infrastructuurlens. De track richt zich op onderwerpen als openbaar vervoer, drinkwater, sanitaire voorzieningen en afvalbeheer, (hernieuwbare) energie en digitale infrastructuur, inclusief technologieën gerelateerd aan 'smart city' oplossingen.

Universiteit van Amsterdam, Track Environmental Management, onderdeel van Master Aardwetenschappen

Milieumanagement is een programma waarin kennis uit natuurwetenschappelijke disciplines zoals (fysische) geografie, landschapsecologie, milieuchemie, duurzaamheid en transitie management wordt geïntegreerd. Afvalbeheer is een van de thema's die in deze track

aan bod komen. Er wordt ook onderzoek gedaan naar stedelijk afvalbeheer in Amsterdam

Universiteit Twente, Milieu- en energiebeheer

De kern van dit eenjarige, Engelstalige programma bestaat uit drie onderling verbonden domeinen van duurzaamheid: Milieu, Energie en Water.

Het programma leert het onderling verbonden beheer & bestuur van deze drie cruciale domeinen, met betrekking tot mitigatie van en adaptatie aan klimaatverandering, veerkracht, energietransitie, circulair & sociaal ondernemerschap, en het bereiken van (gerelateerde) duurzame ontwikkelingsdoelen (SDG's). Afvalbeheer is een van de thema's die in dit programma aan bod komen.

Professionele opleidingen

Uit navraag bij een aantal veldcontacten in de MSW-sector blijkt dat veel studenten die een stage of scriptie komen doen een civieltechnische achtergrond hebben en zelf interesse hebben ontwikkeld voor het vakgebied MSW. De sector leidt deze mensen zelf op of organiseert bijscholingen en trainingen om de sector te professionaliseren en nieuwe medewerkers op te leiden. Voorbeelden zijn:

- Opleiding afval- en grondstoffenbeheer, Studiecentrum voor Bedrijf en Overheid, 5-daags programma, <https://www.sbo.nl/milieu-ro/opleiding-afvalmanagement/>
- Opleiding Management in de Circulaire Economie, Studiecentrum voor Bedrijf en Overheid, 5-daags programma, <https://www.sbo.nl/milieu-ro/opleiding-regie-circulaire-economie/>
- Basis cursus Afvalbeheersrecht, Berghauser Pont Academy, 1-daagse cursus, <https://www.berghauserpontacademy.nl/aanbod/cl171/basiscursus-afvalstoffenrecht/>

2.5 Spanje

Het Spaanse universitaire stelsel telt in totaal 82 universiteiten met de volgende kenmerken: 50 openbare universiteiten (47 on-campus, 1 off-campus en 2 speciale universiteiten -UIMP en UNIA-) en 32 particuliere universiteiten (28 on-campus en 4 off-campus).

Het totale aantal ingeschreven studenten in het Spaanse universitaire systeem (SUE) in het academische jaar 2019-2020 is 1.633.358. Undergraduate en bachelorstudenten vertegenwoordigen 80,2% van de ingeschreven studenten, masterstudenten 14,3% en doctoraatsstudenten 5,5%. 80,5% van de studenten is ingeschreven aan openbare universiteiten. Studenten aan niet-openbare universiteiten vertegenwoordigen 16,2% van het totaal.

Universitaire studies zijn officiële hogere opleidingen van vrijwillige aard die de studenten opleiden voor de uitoefening van beroepsactiviteiten.

De meeteenheid die in het kader van de EHEA wordt gebruikt om de curricula van universitaire studies te structureren is ECTS-studiepunten (European Credit Transfer System). Elk studiepunten omvat tussen 25 en 30 uur studentenactiviteit, waaronder lessen,

studie-uren, tutorials, opdrachten, enz. In het algemeen komen 60 ECTS-studiepunten overeen met één academisch jaar.

Universitaire graden omvatten drie soorten vakken:

- Basisvakken: deze zijn verplicht en houden verband met de verschillende takken van kennis waarin de opleidingen zijn georganiseerd. In elke graad moeten minimaal 60 studiepunten aan basisvakken worden gevolgd, die worden erkend als een student van de ene naar de andere verwante graad overstapt.
- Verplichte vakken: vakken met een specifieke inhoud voor de graad die door alle studenten moeten worden gevolgd.
- Keuzevakken: dit zijn vakken die de studenten op grond van hun academische of professionele belangstelling moeten kiezen uit de vakken die door het studieprogramma worden voorgesteld. Ze kunnen worden gegroepeerd in trajecten.

Bovendien culmineert de syllabus van een universitaire graad noodzakelijkerwijs met de voorbereiding van het afstudeerproject (TFG), en kan deze ook externe stages en andere opleidingsactiviteiten omvatten, zoals bijvoorbeeld seminars.

De opleidingen, graden, masters en doctoraten die a priori een grotere relatie hebben met afvalbeheer en de circulaire economie zijn:

Specialisatie in afvalbeheer en -verwerking (UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO / EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA)

<https://www.ehu.es/es/web/master/master-ingenieria-ambiental/programa>

De geleidelijke opnemings in de wetgeving van Europese richtlijnen op milieugebied, de toenemende maatschappelijke gevoeligheid, de civiele en strafrechtelijke aansprakelijkheid van ondernemingen voor milieuschade, de problemen van de luchtverontreiniging en de geleidelijke toename van afval, met name giftig en gevaarlijk afval, hebben ondernemingen en overheidsinstanties ertoe gedwongen doeltreffende instrumenten voor milieubeheer te ontwikkelen en in te voeren, hetgeen de uitvoering van een doeltreffend milieubeleid vereist om tot een voortdurende verbetering van het milieu te komen.

Zich bewust van deze realiteit, heeft onze instelling, vanuit een anticiperend beleid, een gespecialiseerde opleiding aangeboden die effectief in staat stelt om veilig en doeltreffend in te grijpen in het beheer van het milieu.

Expert circulaire economie (Universidad de Cádiz)

https://formacion.fueca.es/?curso=oeu201122_i-experto-en-economia-circular

Verwerving van voldoende theoretische en praktische kennis om de overgang van een lineaire economie naar een circulaire economie met succes tegemoet te treden.

Studenten bewust maken van en opleiden in de levenscyclusbenadering en instrumenten zoals ecologisch ontwerp, milieu-, water- en koolstofvoetafdruk, levenscyclusanalyse en afvalbeheer.

Bewustmaking en opleiding van professionele deskundigen op het gebied van circulaire economie om toekomstige zakelijke uitdagingen aan te gaan, teneinde te voldoen aan de doelstellingen van de Agenda voor duurzame ontwikkeling 2030 van de Verenigde Naties en het nieuwe pakket door de Europese Unie gepubliceerde richtlijnen inzake circulaire economie.

Master in het beheer, de behandeling en de valorisatie van organisch afval**(Universidad Miguel Hernández de Elche)**<http://masterresiduos.edu.umh.es/>

De masteropleiding biedt u de mogelijkheid om u te specialiseren in de behandeling, het beheer en de terugwinning van organisch afval en om een onderzoekscarrière te beginnen via een doctoraatsprogramma.

Cursus beheer gemeentelijk afval (IUSC)<https://www.iusc.es/ambientales/item/gestion-de-residuos-municipales-pres>

De geleidelijke integratie van de Europese milieuriichtlijnen in het Spaanse nationale rechtsstelsel, de verantwoordelijkheden die verbonden zijn aan een onjuist beheer van activiteiten en het groeiende sociale bewustzijn, hebben bedrijven en openbare instellingen ertoe gedwongen doeltreffende afvalbeheersystemen en -plannen te ontwikkelen. Vandaag de dag zijn er veel afvalverwerkingsinstallaties in werking of in aanbouw, installaties die moeten worden beheerd door professionals die in het specialisme zijn opgeleid.

Zich bewust van deze realiteit, biedt onze instelling met deze cursus een gespecialiseerde opleiding die speciaal is ontworpen om een doeltreffende opleiding in het veilige en efficiënte beheer van afval te bereiken.

Master in stedelijk afvalbeheer (ESNECA)https://www.mastermania.com/master-en-gestion-de-residuos-urbanos-online-296764_q08.html

De masteropleiding stedelijk afvalbeheer is bedoeld voor ondernemers, ondernemers of werknemers op het gebied van afval. Hij verschaft kennis over de inzameling en het vervoer van stedelijk of gemeentelijk afval, de verwerking van stedelijk of gemeentelijk afval en het beheer van inert afval.

Master in beheer, behandeling en gebruik van afvalstoffen. (Universidad de Valencia)https://postgrado.adeituv.es/es/cursos/area_de_seguridad_salud_y_medio_ambiente-6/tratamiento-aprovechamiento-residuos/datos_generales.htm

De geleidelijke opname in de wetgeving van de Europese richtlijnen inzake afval en de burgerlijke en strafrechtelijke aansprakelijkheid van bedrijven voor schade aan het milieu, verontreiniging, toegenomen afval heeft zowel bedrijven als overheidsinstanties gedwongen om instrumenten voor milieubeheer te ontwikkelen en in te voeren om het probleem te elimineren en te minimaliseren. Daarom biedt de Master in Management, Behandeling en Gebruik van Afvalstoffen in dit opzicht mogelijkheden.

De verwijdering, vermindering en recycling van afval, de maximalisering van de beschikbare hulpbronnen en het maximale gebruik van die elementen waarvan het ontstaan niet kon worden vermeden, zijn dringende thema's die moeten worden aangepakt. Zich hiervan bewust, heeft de Universitat de València een gespecialiseerde opleiding voor een doeltreffende opleiding om veilig en efficiënt in te grijpen in het beheer van het milieu.

Cursus Circulaire economie en innovatie. (Escuela de Empresa)

<https://escueladeempresa.com/cursos-universitarios-6-meses/economia-y-financiera/curso-en-economia-circular-e-innovacion/>

Deelnemers voorzien van kennis en instrumenten op het gebied van circulaire economie en innovatie die gebruikt kunnen worden om de waarde van gebieden, organisaties en bedrijven te vergroten.

Master Circulaire economie en duurzame ontwikkeling (Universidad Internacional de Valencia).

<https://www.universidadviu.com/es/master-economia-circular-desarrollo-sostenible>

Biedt studenten de theoretische en praktische kennis om een globale en transversale visie te krijgen op alle belangrijke toepassingsgebieden en sectoren van de circulaire economie en duurzame ontwikkeling. Afgestudeerden zullen in staat zijn om strategieën te ontwerpen waarmee zowel particuliere als publieke bedrijven hun huidige productiemodel kunnen heroriënteren naar het circulaire model dat we nodig hebben, terwijl ondernemerschap en innovatie worden bevorderd als manieren om welvaart en werkgelegenheid te genereren.

Master in Circulaire Economie (Universidad de Burgos)

<https://www.ubu.es/master-universitario-en-economia-circular-semipresencial>

De overgang van lineaire naar circulaire economie impliceert het combineren van verschillende technische en strategische maatregelen, het verwerven van kennis over levenscyclusanalyse, ecodesign, efficiënt energiebeheer, efficiëntie en winstgevendheid bij het gebruik van hulpbronnen en afvalbeheer, het doorberekenen van milieukosten in de prijzen, vervanging van consumptie door gebruik, verbetering van productiesystemen, slanke fabricage, beheer van producten en bedrijven in de circulaire economie, nieuwe bedrijfsmodellen, ... enz.

Master in Circulaire Economie (Universidad de Navarra)

<http://www.unavarra.es/sites/masteres/economia-y-empresa/economia-circular/presentacion.html>

Verwerf een multidisciplinaire opleiding, van wetenschappelijk-technische tot economisch-juridische aspecten, essentieel voor de toepassing van de beginselen van de circulaire economie in bedrijven en openbare en particuliere instellingen. Bereid je voor op deelname aan het ontwerp van een toekomst gericht op duurzame ontwikkeling.

Master in groene en circulaire economie (INESEM Business School)

<https://www.inesem.es/Master-Economia-Verde-Circular>

Tot de VN-doelstellingen voor 2030 behoren klimaatactie en verantwoorde productie en consumptie, die alleen kunnen worden bereikt door nieuwe economische en productiemodellen die leiden tot een betere sociale en ecologische ontwikkeling. Met het oog hierop ontstaat een nieuwe arbeidsmarkt met toekomst en bewust van de noodzaak van verandering: de Master in Green and Circular Economy is een kans en een instrument om deze doelen te bereiken.

Master in Circulaire Economie, gespecialiseerd in Mineralen en Bouwproducten. (Universidad Politécnica de Madrid)

https://www.upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Master/Programas?id=13.7&fmt=detail

De universitaire masteropleiding Circulaire Economie is een nieuw postdoctoraal programma met een gemeenschappelijk opleidingsblok en twee gedifferentieerde routes: Consumptie en beheer van natuurlijk kapitaal, en Mineralen en bouwproducten, respectievelijk gecoördineerd door de School of Forestry, Forest and Natural Environment Engineering (ETSIMFMN) en de School of Agricultural, Food and Biosystems Engineering (ETSIAAB), beide van de Polytechnische Universiteit van Madrid (UPM).

Universitair expert in circulaire economie en engineering (Universidad Católica de Murcia)

<https://www.ucam.edu/estudios/postgrados/economia-e-ingenieria-circular>

De Circular Economy and Engineering (CEE) komt naar voren als een alternatief voor traditionele productie, duurzaam op termijn, dat de nadruk legt op het beheer van materiaal-, energie- en waterbronnen en de vermindering van negatieve externaliteiten, zoals CO₂-uitstoot en afval. De verantwoordelijkheid van bedrijven, instellingen en burgers houdt in dat zij actie ondernemen om het huidige model te veranderen in een duurzamer model, zoals de Circulaire Economie en Circulaire Techniek.

Dit programma, georganiseerd door de Internationale Leerstoel Sociale Verantwoordelijkheid van de UCAM, probeert al deze dilemma's en vragen aan te pakken via een blended en online training van 500 uur.

Cursus Circulaire Economie. Nieuw economisch model van productie en consumptie. (Instituto superior del medio ambiente)

<https://www.ismedioambiente.com/programas-formativos/economia-circular/>

In de cursus Circulaire economie zullen we zien hoe, via de circulaire economie: bedrijven waarde kunnen creëren door producten te hergebruiken en te recyclen; en ontwerpers slimme oplossingen kunnen bedenken, waarmee de principes van de circulaire economie kunnen worden toegepast.

Workshop circulaire economie en nulafval (AEC)

<https://www.aec.es/formacion/catalogo-cursos/taller-de-economia-circular-y-residuo-cero-en-directo/>

Het analyseren van de fundamentele rol van afvalbeheer in het bedrijfsmodel van duurzame groei bij de overgang naar een circulaire economie.

Mogelijkheden presenteren die zich voordoen op het gebied van afvalbeheer: bijproducten en afval valoriseren en te gelde maken; en beheerskosten besparen.

Bestuderen van de bestaande manieren voor de implementatie van een Zero Waste Management Systeem. Succesverhalen en voorbeelden.

3 Screening van hoger-onderwijssystemen op leerplannen voor stedelijk afvalbeheer

Aangezien een van de doelstellingen van het project erin bestaat een gemeenschappelijk Europees curriculum op te stellen met daarin:

- De essentiële basispunten van de werking van de blockchaintechnologie, geanalyseerd en bestudeerd in deeltaak O2/A1.1.
- De essentiële basispunten van het beheer van vast stedelijk afval die in deeltaak O2/A1.2 zijn geanalyseerd en bestudeerd.
- Innovatief opleidingsmateriaal dat beide onderwerpen met elkaar verbindt, waardoor basisvaardigheden, competenties en theoretische kennis kunnen worden ontwikkeld voor de toepassing van blockchain bij het beheer van vast stedelijk afval.

Het is efficiënter en productiever om een scoringsmethode toe te passen teneinde een rangorde tussen de resultaten op te stellen. Elk nationaal verslag paste zijn eigen scoresysteem en respectieve criteria toe. De resultaten werden gepresenteerd aan de hand van een driekleurencode, namelijk "groen" voor de toonaangevende gevallen, "geel" voor de gemiddeld presterende gevallen en "rood" voor de gevallen die niet aan de toegepaste criteria voldoen.

3.1 Estland

Om enige vergelijkbaarheid te verkrijgen werd de volgende "verkeerslichten"-rangschikking toegepast om de prestaties van 4 verschillende universiteiten met betrekking tot WM/CircEcon-dekking te vergelijken:

Onderwijs	O&O	Evenementen
Ten minste 5 hoofdvakken in verband met WM/CircEcon	Minimaal 2 lopende projecten op WM OF minimaal 10 publicaties op WM	Min 3 in de afgelopen 2 jaar
Ten minste 3 hoofdvakken in verband met WM/CircEcon	Minimaal 1 lopend project op WM OF minimaal 5 publicaties op WM	Min 1 in de afgelopen 2 jaar
Geen onderwerpen met betrekking tot WM/CircEcon	Geen lopend project op WM OF minder dan 3 publicaties op WM	Geen

Resultaten

Rang	Universiteit	Onderwijs	O&O	Evenementen
------	--------------	-----------	-----	-------------

2	Tallinn Technische Universiteit	Ten minste 5 hoofdvakken + 8 bijvakjes	Ten minste 3 projecten + ten minste 9 publicaties in 2020	Ten minste 2 evenementen in verband met slimme steden (in 2019-2020)
4	Universiteit van Tallinn	Ten minste 3 hoofdvakken + 8 bijvakjes	Ten minste 2 projecten + ten minste 1 publicatie in 2020	0 (gedurende 2019-2020)
3	Universiteit van Tartu	Ten minste 6 hoofdvakken + 6 bijvakjes	Ten minste 4 projecten in verband met groene economie, afvalwaterzuivering in 2020 + 0 publicaties	0 (gedurende 2019-2020)
1	Estse Universiteit voor Levenswetenschappen	Ten minste 6 hoofdvakken + 6 bijvakjes	Ten minste 3 projecten in verband met circulaire economie in 2020 + diverse publicaties op het gebied van vastafvalbeheer en circulaire economie	Ten minste 4 evenementen in 2020-2021 in verband met groene economie, duurzaamheid en voedselverspilling.

3.2 Duitsland

Om waardevol te zijn voor het curriculumontwerp van het project moet de analyse van de in Duitsland gebruikte curricula verder gaan dan een overzicht van het onderwijsaanbod. Daarom bleek een ranglijst van instellingen en opleidingen, ondersteund door een eenvoudige puntentelling, het meest relevante beeld op te leveren van de opleidingen die als model voor goede praktijken zouden kunnen fungeren. Het scorebord bestond uit drie criteria:

- het bestaan van een of meer specifieke diploma's afvalbeheer of circulaire economie (voor alle academische cycli); of het aantal modules (of zomercursussen) over dezelfde onderwerpen die worden aangeboden in bredere diploma's
- Het aantal universitaire evenementen rond deze thema's
- het aantal onderzoeksprojecten en publicaties over afvalbeheer en/of de circulaire economie

De onderliggende logica is dat het onderwijs als voornaamste focus van deze studie niet kan worden beschouwd zonder te kijken naar de verankering van het onderzoeksprofiel van de instelling/faculteit in het onderwerp. Deze onderzoeksfocus in zijn publieke articulatie bij evenementen (een belangrijk aspect van overdracht) is de derde variabele die in aanmerking moest worden genomen om de levensvatbaarheid van het curriculum te bepalen.

Niet verrassend bleek dat de grotere technische universiteiten met hun krachtige onderzoeks- en overdrachtsstructuren die hun relatief duurzame onderwijsaanbod aanvullen, aan het langste eind trokken.

Rangschikking

Om enige vergelijkbaarheid te verkrijgen, is de volgende rangorde toegepast op de studieaanbiedingen die het dichtst in de buurt komen van een volledige implementatie van diploma's, keuzevakken of modules op het gebied van afvalbeheer en circulaire economie.

De gekozen criteria hebben betrekking op de stand van de thematische penetratie in het veld.

Onderwijs	O&O	Evenementen
min 2 specifieke modules, zomercursussen enz. over WM/CircEcon	Minimaal 2 projecten over WM OF minimaal 10 publicaties over WM	Min 3 in de afgelopen 5 jaar
Min 1 specifieke module, zomercursus enz. over WM	Minimaal 1 project over WM OF minimaal 5 publicaties over WM	Min 1 in de afgelopen 5 jaar
Geen module, geen zomerschool op WM	Geen project over WM OF minder dan 3 publicaties over WM	Geen

Scorebord: penetratie van studies over afvalbeheer en circulaire economie in het Duitse hoger onderwijs
Opmerking: *Water* en *Biomassa/Biogas* werden als vakken buiten

Rang	Universiteit	Onderwijs	O&O	Evenementen
1	U-Stuttgart	1 graad, 5+ modules	10+ publicaties (2019)	4+ (2019)
2	Dresden UT	1 graad, 3+ modules	4+ publicaties (2019)	2+ (2019)

3	Berlijn UT	2+ modules, 1 zomerschool	6 publicaties (2019)	5+ (2019)
4	Aken UT	2 modules	6 projecten (2019), 23 publicaties (2019)	1 (2019)
5	Magdeburg-Stendal UAS	2 modules	1 project (2019)	0

In Aken, Dresden en Stuttgart kan een sterke dominantie van watergerelateerd onderzoek (hier buiten beschouwing gelaten) op faculteits- en instituutsniveau worden waargenomen. Het beheer van vast afval is een secundair onderzoeksgebied.

3.3 Griekenland

Aangezien het doel van het project is een modelleerplan op het gebied van SVA/circulaire economie te ontwerpen, zou een samenvatting van de in Griekenland aangeboden universitaire leerplannen met hun relevante beschrijving niet volstaan. Het zou efficiënter en nuttiger zijn om een tweede procesniveau toe te passen door gebruik te maken van een scoringsmethode om een rangorde tussen de resultaten op te stellen. De puntentelling was gebaseerd op drie criteria:

- Het bestaan van een of meer specifieke diploma's afvalbeheer of circulaire economie (voor alle academische cycli); als alternatief het aantal modules of cursussen of zomercursussen over dezelfde onderwerpen die in breder opgezette diploma's worden aangeboden.
- Het aantal universitaire wetenschappelijke publicaties over deze onderwerpen in tijdschriften met collegiale toetsing.
- Het aantal onderzoeksprojecten (hoofdzakelijk door de EU gefinancierde projecten in het kader van de programma's KP7 en Horizon 2020) die gericht zijn op afvalbeheer en/of de circulaire economie.

Rangschikking

De volgende rangorde werd toegepast op de studieaanbiedingen die het dichtst in de buurt komen van een volledige implementatie van diploma's, modules of cursussen afvalbeheer en circulaire economie.

Onderwijs	Onderzoek	Publicaties
Min 2 specifieke cursussen, modules, enz. over WM/CircEcon	Min 3 projecten op WM/CircEcon	Min 10 in de afgelopen 5 jaar

Min 1 specifieke cursus, module, enz. over WM	Min 1 project over WM/CircEcon	Min 5 in de afgelopen 5 jaar
Geen cursus, module enz. over WM/CircEcon	Geen project op WM/CircEcon	Minder dan 5 in de afgelopen 5 jaar

Rang	Universiteit	Onderwijs	Onderzoeksprojecten	Publicaties
1	Nationale Technische Universiteit van Athene	4 cursussen (3 undergraduate - 1 post-graduate)	>5	>10
2	Aristoteles Universiteit van Thessaloniki	5 cursussen (4 undergraduate - 1 post-graduate)	>5	>10
3	Universiteit van Patras	3 cursussen (undergraduate)	>3	>10
4	Technische Universiteit van Kreta	2 cursussen (1 bachelor - 1 master)	>1	>10
5	Democritus Universiteit van Thracië	7 cursussen (4 undergraduate - 3 post-graduate)	>1	>10
6	Universiteit van Thessalië	2 cursussen (1 bachelor - 1 master)	1	>5
7	Universiteit van West-Macedonië	3 cursussen (undergraduate)	>1	1
8	Harokopio Universiteit van Athene	3 cursussen (2 undergraduate - 1 post-graduate)	0	3
9	Internationale Helleense Universiteit	2 cursussen (undergraduate)	0	3
10	Helleense Open Universiteit	2 opleidingen (1 MSc-diploma en 1 kort programma)	0	3
11	Universiteit van de Egeïsche Zee	1 cursus (undergraduate)	0	3

12	Universiteit van West-Attica	1 cursus (undergraduate)	0	0
----	------------------------------	--------------------------	---	---

3.4 Nederland

Om enige vergelijkbaarheid te verkrijgen werd de volgende "verkeerslichten"-rangschikking toegepast om de prestaties van 4 verschillende universiteiten met betrekking tot WM/CircEcon-dekking te vergelijken:

Onderwijs	O&O	Evenementen
Ten minste 5 hoofdvakken in verband met WM/CircEcon	Min 2 lopende projecten op WM OF Min 10 publicaties over WM	Min 3 over de laatste 2 jaar
Ten minste 3 hoofdvakken in verband met WM/CircEcon	Minimaal 1 lopend project op WM OF minimaal 5 publicaties op WM	Min 1 over de laatste 2 jaar
Geen onderwerpen met betrekking tot WM/CircEcon	Geen lopend project op WM OF minder dan 3 publicaties over WM	Geen

Resultaten

Rang	Universiteit	Onderwijs	O&O	Evenementen
1	Wageningen Universiteit & Onderzoek (WUR)	Ten minste 5 hoofdvakken	Ten minste 2 projecten + >10 publicaties in 2020	Ten minste 3 evenementen in verband met stedelijk milieubeheer (in 2019-2020)
2	Erasmus Universiteit Rotterdam	Ten minste 8 hoofdvakken	Ten minste 2 projecten + >10 publicaties in 2020	1 (gedurende 2019-2020)
3	Universiteit van Amsterdam	Ten minste 3 hoofdvakken	Ten minste 1 project over stedelijk afval in Amsterdam + 10 publicaties in 2020	1 (gedurende 2019-2020)
4	Universiteit Twente	Ten minste 1 bijvak	0 project + 1 publicaties (proefschrift) in 2020	0 (gedurende 2019-2020)

3.5 Spanje

Om ervoor te zorgen dat de steekproef representatief is, werden de 10 openbare universiteiten met de meeste ingeschreven studenten in Spanje en de 3 particuliere universiteiten die aan dezelfde eis voldoen voor deze studie geselecteerd. De geselecteerde steekproef vertegenwoordigt een totaal van 767.740 studenten, wat overeenkomt met 47% van het totale aantal studenten dat aan alle universiteiten in Spanje is ingeschreven.

Om een vergelijking tussen de verschillende aan de studie deelnemende landen te vergemakkelijken, is het volgende "verkeerslicht" scoresysteem gebruikt om de relatie van de bestudeerde universiteiten met afvalbeheer en de circulaire economie te classificeren.

Onderwijs	O&O	Publicaties
Minimaal 2 specifieke modules, zomercursussen, enz. over WM/Circulaire economie	Minimaal 3 projecten over WM/Circulaire economie	Minimaal 10 publicaties over WM/Circulaire economie in de afgelopen 5 jaar
Minimaal 1 specifieke module, zomercursus, enz. over WM/Circulaire economie	Min 1 project over WM/Circulaire economie	Minimaal 5 publicaties over WM/Circulaire economie in de afgelopen 5 jaar
Geen module, geen zomerschool over WM/Circulaire economie	Geen project over WM/Circulaire economie	Minder dan 3 publicaties over WM/Circulaire Economie in de afgelopen 5 jaar

Universiteit	Onderwijs	O&O	Publicaties
Universidad Nacional de Educación a Distancia	4	1	2
Universidad de Sevilla	6	4	>10
Universidad Complutense de Madrid	0	0	>10
Universidad de Granada	4	3	8
Universidad de Valencia	4	3	>10
Universidad de Barcelona	3	5	>10
Universidad del País Vasco	3	4	>10
Universidad Rey Juan Carlos	2	3	>10

Universidad Politécnica de Madrid	3	3	>10
Universidad de Málaga	2	2	>10
Universitat Oberta de Catalunya	0	0	>10
Universidad Internacional de La Rioja	0	0	4
Universidad Ramón Llul	0	0	1

4 Beste praktijken

Beste praktijken in Estland

Uit de screening van 4 grootste universiteiten in Estland met betrekking tot cursussen, modules of volledige graden in Municipal Solid Waste en/of Circular Economy is gebleken dat:

1. ten minste in 20 cursussen werd het onderwerp MSW of Circulaire Economie in belangrijke mate behandeld
2. ten minste in 28 cursussen werd het onderwerp MSW of Circulaire Economie in enige (geringe) mate behandeld

In het algemeen kwamen de onderwerpen afval en/of circulaire economie in meer of mindere mate aan bod in de curricula van alle vier de onderzochte universiteiten. Op basis van de analyse van lopende projecten en publicaties heeft de Tallinn University of Technology (TalTech) het sterkste onderzoek op het gebied van vast-afvalbeheer. De Estse universiteit voor biowetenschappen heeft op haar beurt het sterkste onderzoek op het gebied van circulaire economie. Deze universiteit heeft ook een vrij uitgebreide lijst van evenementen die de afgelopen jaren zijn georganiseerd in verband met de groene economie, duurzaamheid, voedselafval, enz.

Tallinn University en Estonian University of Life Sciences hebben het sterkste onderzoek en curricula met betrekking tot algemene duurzaamheidskwesties. Deze twee universiteiten hebben ook de titel "groene universiteit". De Technische Universiteit van Tallinn heeft zich op haar beurt onlangs aangesloten bij het Green Tiger-initiatief - een samenwerkingsplatform dat bedoeld is om het milieubewustzijn te stimuleren en een basis te leggen voor een groene economie (<https://rohetiger.ee/en/>). Aangenomen wordt dat TalTech verschillende praktijken voor een duurzame en klimaatneutrale economie zal testen, wat mogelijk het interdisciplinaire ontwerp en de algemene behandeling van onderwerpen in verband met de circulaire economie ten goede zal komen.

Beste praktijken in Duitsland

De bedoeling van de herziening van specifieke graden was curricula aan te wijzen die aan de volgende geavanceerde vereisten voldoen:

- interdisciplinair ontwerp (civiel/mechanisch/chemisch) engineering, management, economie, geowetenschappen, sociale wetenschappen, IT)
- Circulaire economie en klimaatbewuste aanpak en "mentaliteit", inclusief juridische kwesties
- datagestuurde analytische en managementvaardigheden
- innovatiegerichtheid en innovatief, studentgericht leerontwerp ("methodologie")

Om een bestaand curriculum te identificeren dat nauw aansluit en de nationale state of the art in het hoger onderwijs voor vaardigheden op het gebied van afvalbeheer/circulaire economie te bepalen, werd een evaluatie op microniveau uitgevoerd van de opleidingen die voor de ranglijst in hoofdstuk 3.2 waren geselecteerd. De beste combinatie werd gevonden in de MSc Environmental Engineering (Aachen_MSc_EnvEng) van de RWTH Aken.

	Overeenkomsten van eisen	Hiaten, wanverhoudingen
Interdisciplinariteit	Meestal; zeer multidisciplinair (in additieve zin?), sterke nadruk op Water	Vast afval secundair
Circulaire economie (CE) inclusief juridische kwesties	gedeeltelijk	Integratie van CE als horizontaal beginsel?
Datagestuurde benaderingen	laag	Zijlijn onderwerp
Innovatie in leeritems en leerontwerp	laag	Sterke nadruk op de output van docenten; ruime keuze aan specialisaties, projectruimten die ruimte bieden voor individuele profilering en initiatief van studenten.

Beste praktijken in Griekenland

De screening van de gehele sector van het hoger onderwijs in Griekenland met betrekking tot cursussen, modules of volledige graden in Municipal Solid Waste en/of Circular Economy leverde de volgende resultaten op:

- Er werden in totaal 25 bacheloropleidingen en 7 postdoctorale opleidingen gevonden.
- Er werden ook 2 postdoctorale opleidingen en 1 kort programma (e-learning) gevonden:
 - Universiteit van Thessalië: MSc "Duurzaam beheer van milieuveranderingen en circulaire economie".
 - Hellenic Open University: MSc "Waste Management" en kort programma "Introduction to Waste Management".

Na toepassing van een beoordelingsmethode werden de universiteiten gerangschikt op grond van hun prestaties met betrekking tot de gebruikte criteria, namelijk: het aantal aangeboden cursussen, modules of graden, hun deelname aan door de EU gefinancierde onderzoeksprogramma's en het aantal wetenschappelijke publicaties in door vakgenoten beoordeelde tijdschriften.

Volgens de eindrangschikking hebben 5 instellingen: De Nationale Technische Universiteit van Athene (NTUA), de Aristoteles Universiteit van Thessaloniki (AUTH), de Universiteit van Patras (UPatras), de Technische Universiteit van Kreta (TUC) en de Democritus Universiteit van Thracië (DUTH) blijken het meest actief te zijn op het gebied van gemeentelijk vast afval en

circulaire economie. Deze vijf universiteiten bieden cursussen op deze gebieden aan, zowel op bachelor- als op postuniversitair niveau. Bovendien zijn zij zeer actief op het gebied van onderzoek en publicaties: de afgelopen tien jaar hebben zij deelgenomen aan een groot aantal door de EU gefinancierde onderzoeksprogramma's en de afgelopen vijf jaar hebben zij een groot aantal artikelen in door vakgenoten beoordeelde tijdschriften gepubliceerd. NTUA en AUTH in het bijzonder kunnen worden beschouwd als voorbeelden van beste praktijken, aangezien zij niet alleen tot de oudste universiteiten behoren, maar ook over een aanzienlijke infrastructuur beschikken en volgens de Webometrics Ranking of World Universities (2020) de hoogste plaats innemen.

Beste praktijken in Nederland

De WUR is een vooraanstaande internationale universiteit (fig. 8). De ranking van WUR in de QS World University Rankings in 2020 voor milieuwetenschappen is wereldwijd 8. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband van Wageningen University en Stichting Wageningen Research, dat negen zelfstandige onderzoeksinstituten omvat. Zij werken samen in vijf Sciences Groups. Binnen elke Sciences Group is een departement van de universiteit organisatorisch geïntegreerd met één of meer onderzoeksinstituten. Door deze bundeling van krachten kunnen onderwijs en onderzoek samenwerken in gerichte, hoogwaardige projecten.

In 2019/2020 waren er 12.337 studenten, exclusief promovendi, met in totaal 102 verschillende nationaliteiten. De diversiteit aan achtergronden, het versterkende karakter van de verschillende onderzoeksthema's en de nauwe samenwerking met industrie en overheden, nationaal en internationaal, maken het onderwijs- en onderzoeksprogramma uniek. Stedelijk afvalbeheer is een onderwerp van Milieuwetenschappen en 20 leerstoelgroepen aan de WUR.

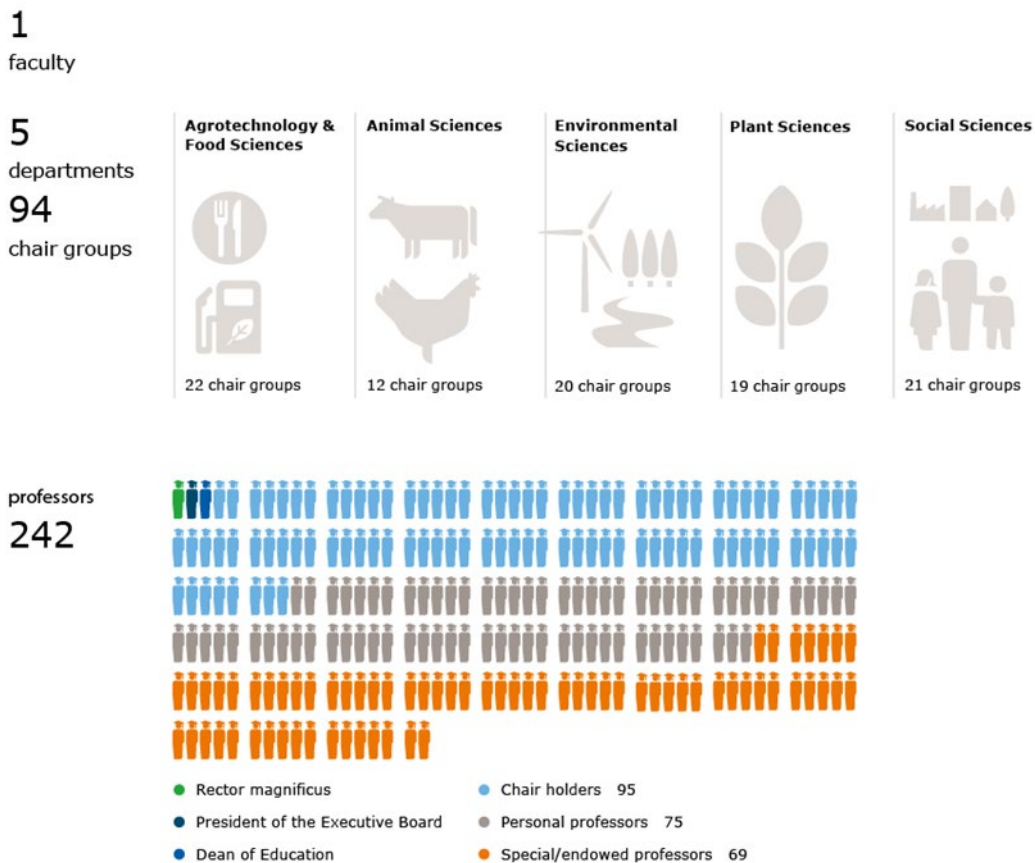


Figure 7: De Wageningen University of Research in cijfers (bron: <https://www.wur.nl>).

Beste praktijken in Spanje

Uit deze studie blijkt dat openbare universiteiten meer activiteiten ontplooiën op het gebied van afvalbeheer en circulaire economie dan particuliere universiteiten in Spanje.

Van de 10 openbare universiteiten bieden er 9 studies aan in verband met afvalbeheer en/of circulaire economie, 7 hebben een hoge onderzoeksactiviteit en 2 een gemiddelde activiteit. Ten slotte hebben alle universiteiten publicaties in verband met afvalbeheer of circulaire economie, waaruit blijkt dat deze weliswaar niet aanwezig zijn als vakken, cursussen of masters, maar wel in de vorm van afstudeerprojecten, publicaties, enz.

Particuliere universiteiten presenteren daarentegen geen opleidingen over afvalbeheer of circulaire economie of onderzoeksactiviteiten. De enige activiteit die zij presenteren is in de vorm van publicaties, in veel gevallen bestaande uit bachelor- of master-eindprojecten van hun studenten. In de meeste gevallen houdt het aangeboden academische curriculum verband met bachelorstudies in milieuwetenschappen, milieutechniek of civiele techniek.

Van de in dit verslag opgenomen universiteiten is de universiteit van Sevilla degene met het grootste academische aanbod op het gebied van afvalbeheer en circulaire economie, wat een voorbeeld van goede praktijken zou kunnen zijn, evenals de universiteit van Valencia, die een masteropleiding Circulaire Economie heeft met twee specialisaties: mineralen en bouwproducten of duurzame consumptie en beheer van natuurlijk kapitaal, en de universiteit

van Barcelona met onderzoeksprojecten zoals RES URBIS, die bioplastics produceert uit stedelijk organisch afval.

Wat de activiteit van de universiteit zelf betreft, onderscheidt de Universiteit van Barcelona zich samen met de Universiteit van Malaga, de Polytechnische Universiteit van Madrid, de Universiteit van Baskenland en de Nationale Universiteit voor Afstandsonderwijs, omdat zij de gedetailleerde verslagen over de activiteit van de entiteit duidelijk weergeven op hun respectieve websites.

5 Conclusies

De eerste stap voordat we de belangrijkste conclusies van dit verslag kunnen trekken, is het beschrijven van de huidige situatie, met andere woorden de status quo met betrekking tot de universitaire curricula voor MSW en CE in de vijf landen, zoals vermeld in de verstrekte verslagen. We proberen overeenkomsten en gemeenschappelijke elementen tussen de aangeboden universitaire curricula vast te stellen, evenals zwakke punten in de bestaande cursussen. Bovendien zoeken we naar banden met de industrie en de mate van samenwerking met belanghebbenden op het gebied van afvalbeheer. De belangrijkste bevindingen zijn als volgt:

- Hoewel er veel cursussen/modules zijn over MSW-management en CE, zijn er in de meeste gevallen geen exclusieve MSW/CE-opleidingen. Met uitzondering van Spanje, waar we een paar postdoctorale opleidingen vinden die specialisatie in CE bieden.
- In het algemeen worden MSW/CE-cursussen aangetroffen in de curricula van ingenieursopleidingen, zoals civiele en milieutechniek. Deze cursussen/modules kunnen kernvakken of keuzevakken zijn, het laatste deel van een specialisatie.
- De inhoud van deze cursussen toont een verscheidenheid aan onderwerpen: afvalkarakterisering, soorten afval, milieuverontreiniging, afvalverwerkingsmethoden, afvalverwijdering, ontwerp van sanitaire stortplaatsen, verbranding enz. In veel gevallen vormen afvalwater en waterverontreiniging een belangrijk onderdeel van de syllabus.
- In veel cursussen, zowel op bachelor- als op postdoctoraal niveau, zijn de beginselen van recycling, duurzame ontwikkeling en circulaire economie tot op zekere hoogte in de respectieve leerdoelstellingen opgenomen.
- Vaker wel dan niet hebben de onderzochte opleidingen geen circulaire economie als uitgangspunt.
- Ook ontbreekt het bijna aan Industrie 4.0-elementen zoals Big Data, slimme technologieën, IoT en blockchain.

In dit verband zij erop gewezen dat afvalbeheer en circulaire economie in het algemeen transversale onderwerpen zijn en dat de onderwijsinhoud ervan interdisciplinair moet worden opgezet. Naast de ingenieurs- en milieuaspecten zijn er ook elementen uit bedrijfswetenschappen, economische studies, wetgeving, enz. Met het oog op het ontwikkelen of herontwerpen van een geavanceerd curriculum voor hoger onderwijs in de circulaire economie dat gericht is op de toepassing van Blockchain-technologie in het beheer van gemeentelijk afval, kunnen we daarom enkele algemene kenmerken/eisen/principes van een dergelijk ideaal curriculum belichten:

- Het curriculum moet een zekere mate van interdisciplinariteit hebben: een IT-student kan bijvoorbeeld gespecialiseerd zijn in blockchain, maar moet ook leren over de milieuaspecten van afvalbeheer, juridische aspecten, business, verandermanagement, enz. Evenzo zou een student in een milieufaculteit een expert kunnen zijn in milieuaspecten, maar ook wat basiskennis moeten leren over procesontwerp, business, IoT, blockchain, afvalwetgeving enz.
- De syllabus moet gericht zijn op circulaire economie en duurzaamheidsdoelstellingen. Er is een paradigmaverschuiving nodig om de nadruk te verleggen van afvalverwerking en -verwijdering naar afvalvermindering, terugwinning/hergebruik van materialen en

recycling. Bovendien moeten nieuwe technologieën zoals big data, IoT en blockchain worden geïntroduceerd.

Bij het ontwerpen van een geavanceerd curriculum afvalbeheer / circulaire economie moeten de volgende herontwerp- en herstructureringsinspanningen worden overwogen:

- Het combineren van relevante technische vaardigheden (civiel, milieu, proces).
- Technische vaardigheden koppelen aan bewustzijn, vaardigheden en mentaliteit van de circulaire economie.
- Datagestuurde benaderingen (analyse, productie, beheer) aanpakken als een transversale discipline.
- Het definiëren van open innovatie en design thinking als ontwikkelingsdrijfveren in het leerproces.
- Installatie van een interactief leerontwerp met open curricula en ruimte voor studentenonderzoek, innovatie en ondernemerschap.
- Het curriculum koppelen aan de belanghebbenden bij het afvalbeheer (gemeenten, afvalbeheerindustrie, enz.).
- Innovatieve didactische, constructivistische aanpak. Deze specifieke leerbenadering moedigt studenten aan om hun rol en leertraject binnen projecten grotendeels op eigen verantwoordelijkheid te construeren.

Ten slotte mogen we niet vergeten dat universiteiten, als verstrekkers van een dergelijk curriculum, als organisatie duurzaam moeten zijn. Daartoe moeten zij over een duidelijk omschreven duurzaamheidsstrategie en expliciete doelstellingen beschikken en jaarlijks verslagen over hun prestaties op dit gebied publiceren.

Referenties

- Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion des Landes Rheinland-Pfalz.
<https://add.rlp.de/de/themen/aus-fort-berufs-und-weiterbildung-vormerkstelle/fortbildung/gepruefter-meisterin-fuer-kreislauf-und-abfallwirtschaft>
(MeiKrW 2021).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Berufsbilder/fachkraft-fuer-kreislauf-und-abfallwirtschaft.html> (FachKrW 2021).
- Richtlijn (EU) 2018/851 van het Europees Parlement en de Raad van 30 mei 2018 tot wijziging van Richtlijn 2008/98/EG betreffende afvalstoffen; Europese Commissie: Brussel, België, 2018.
- Richtlijn, E. C. (2008). Richtlijn 2008/98/EG van het Europees Parlement en de Raad van 19 november 2008 betreffende afvalstoffen en tot intrekking van een aantal richtlijnen. Publicatieblad van de Europese Unie L, 312(3). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>
- Europese Commissie, 2020. De digitale toekomst van Europa vormgeven.
https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-shaping-europes-digital-futurefeb2020_en_4.pdf
- Europees Milieuagentschap, 2019. Het Europese milieu - toestand en vooruitzichten 2020. Europese Commissie.
- Europees Milieuagentschap, 2020a. Digitale technologieën zullen zorgen voor een efficiënter afvalbeheer in Europa <http://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/digital-technologies-will-deliver-more>
- Europees Milieuagentschap 2020b, Digitaal afvalbeheer, Eionet-rapport - ETC/WMGE 2020/4.
- Estse statistieken, 2020. Gemiddeld bruto salaris in Estland. Geraadpleegd [6.02.2021]: <https://www.stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/tooelu/palk-ja-toojoukulu/keskmise-brutokuupalk>
- Estse statistieken, 2021. Totaal aantal studenten aan instellingen voor hoger onderwijs in Estland. Geraadpleegd [13.02.2021]: <https://www.stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/haridus/korgharidus>
- ETIS, 2021. Ests Onderzoek Informatie Systeem. Geraadpleegd [1.02.2021]: <https://www.etis.ee/Portal/News/Index/?IsLandingPage=true&lang=ENG>
- Going Digital (GD) Horizontaal Project, 2017. De transformatie laten werken voor groei en welzijn.
- Ministerie van Onderwijs en Onderzoek, 2021. Geraadpleegd [10.02.2021]: <https://www.hm.ee/en/activities/higher-education>
- Piirainen, K. A., Andersen, A. D., & Andersen, P. D. (2016). Foresight en de derde missie van universiteiten: het pleidooi voor innovatiesysteemverkenningen.

Smol, M.; Duda, J.; Czaplicka-Kotas, A.; Szoldrowska, D. Transformatie naar een circulaire economie (CE) in het gemeentelijke afvalbeheersysteem: Modeloplossingen voor Polen. Sustainability 2020, 12, 4561. <https://doi.org/10.3390/su12114561>

TalTech, 2019a. Financieel jaarverslag 2019, 70 pp. (in het Ests).

TalTech, 2019b. Leeractiviteiten Jaarverslag 2019, 43 pp. (in het Ests).

TalTech, 2019c. Onderzoek en Ontwikkeling, Jaarverslag 2019, 162 pp.

TLU, 2019. Financieel jaarverslag 2019, 79 blz. (in het Ests).

Times Higher Education, World University Ranking 2020.
https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2020/world-ranking#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats