

Resultaat D3.1 Trainingsmodules voor studenten in het hoger en beroepsonderwijs.

PAGE *
MERGE

**7 leerplannen voor modules voor hoger
onderwijs**

**7 leerplannen voor
beroepsopleidingsmodules**

Details van de te leveren resultaten

Leverbaar nr.	D 3 . 1
Type opleverbaar product	R-DEC
Verspreidingsniveau	PU - Openbaar
Werkpakket nr.	3
Titel van het werkpakket	Ontwikkeling van SymbioTech Manager-middelen
Taaknummer	T3.1 & T3.2
Taaktitel	Ontwikkeling van de 7 trainingsmodules op HEI-niveau EQF6. Ontwikkeling van de 7 trainingsmodules op beroepsonderwijsniveau EQF5
Auteur(s)	UPAT , alle partners
Status (F: definitief; D: concept; RD: herzien concept) F	F
Bestandsnaam	D3.1. Opleidingsmodules voor studenten van hoger onderwijs en beroepsonderwijs
Deadline	M15 (januari 2026)
Leveringsdatum	31/01/2026

Inhoudsopgave

Inhoud	Pagina
Invoering	4
DEEL A: 7 Leerplannen voor HE-opleidingsmodules	5
1. Beknopt syllabussjabloon – Hoger Onderwijs (EQF6). Moduletitel: Het raamwerk voor industriële symbiose (IS).	6
2. Beknopt syllabusmodel – Hoger Onderwijs (EQF6). Moduletitel: Levenscyclusanalyse: Principes voor het beoordelen van de milieuvoordelen en -nadelen van het delen van hulpbronnen.	15
3. Beknopt syllabussjabloon – Hoger Onderwijs (EQF6). Moduletitel: Interorganisatorische relaties	23
4. Beknopt syllabusmodel – Hoger Onderwijs (EQF6). Moduletitel: AI en machine learning voor het voorspellen van materiaalstromen en het optimaliseren van de toeleveringsketen/het proces.	34
5. Beknopt syllabussjabloon – Hoger Onderwijs (EQF6). Moduletitel: Blockchaintechnologieën voor het creëren van transparante en veilige systemen voor het volgen en certificeren van materiaal- en energiestromen.	44
6. Beknopt syllabussjabloon – Hoger Onderwijs (EQF6). Moduletitel: Symbiotische energie-efficiëntie-/managementtechnologieën en -modellen	51
7. Beknopt syllabussjabloon – Hoger Onderwijs (EQF6). Moduletitel: Milieumanagementsystemen (EMS)	61
DEEL B: 7 Leerplannen voor modules voor beroepsonderwijs	67
1. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs (EQF5). Moduletitel: Het raamwerk voor industriële symbiose (IS).	68
2. Beknopt syllabusmodel – Beroepsonderwijs (EQF5). Moduletitel: Levenscyclusanalyse: Principes voor het beoordelen van de milieuvoordelen en -nadelen van het delen van hulpbronnen.	76
3. Beknopt syllabusmodel – Beroepsonderwijs (EQF5). Moduletitel: Interorganisatorische relaties	84

PAGE *
MFC55

4. Beknopt syllabusmodel – Beroepsonderwijs (EQF5). Moduletitel: AI en machine learning voor het voorspellen van materiaalstromen en het optimaliseren van de toeleveringsketen/het proces.	92
5. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs (EQF5). Moduletitel: Blockchaintechnologieën voor het creëren van transparante en veilige systemen voor het volgen en certificeren van materiaal- en energiestromen.	99
6. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs (EQF5). Moduletitel: Symbiotische energie-efficiëntie-/managementtechnologieën en -modellen.	107
7. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs (EQF5). Moduletitel: Milieumanagementsystemen (EMS)	114

Invoering

Dit resultaat is ingebed in de algehele onderwijsstrategie van het SymbioTech-project en vertegenwoordigt de volgende stap na de identificatie van de trainingsbehoeften en de definitie van het implementatiekader voor de training. Het bouwt direct voort op de bevindingen en aanbevelingen van het **rapport 'SME SymbioTech Training Needs Mapping Report and Learning Pathway's Structure' (D2.2)** en het **'SymbioTech Training Implementation Requirement Plan' (D2.3)**, waarin het competentiekader, de leerresultaten en de implementatievoorwaarden zijn vastgelegd die nodig zijn voor de opleiding van SymbioTech-managers op het gebied van digitale industriële symbiose (DIS).

Tegen deze achtergrond richt dit document zich op de gestructureerde ontwikkeling van de inhoud van de SymbioTech-trainingsmodules. Het primaire doel is om de strategische richtlijnen, leerdoelen en competentie-eisen die in de voorgaande documenten zijn vastgesteld, te vertalen naar concrete, samenhangende en pedagogisch verantwoorde leermodules. De ontwikkeling van de modules volgt een leerlinggerichte en praktijkgedreven onderwijsaanpak, waarbij de nadruk ligt op actieve betrokkenheid van de leerling, de integratie van theorie met praktijktoepassingen en de ontwikkeling van overdraagbare, werkgerelateerde vaardigheden.

De modules zijn ontworpen om flexibele en modulaire leertrajecten te ondersteunen voor zowel hogeronderwijsinstellingen als beroepsonderwijsinstellingen. Elke module combineert theoretische basisprincipes met toegepaste leeractiviteiten, waaronder casestudies, digitale tools, simulaties en interactieve oefeningen, waardoor kritisch denken, probleemoplossend vermogen en samenwerking tussen verschillende sectoren worden bevorderd. Deze elementen spelen direct in op de competentiehiaten en opleidingsprioriteiten die zijn vastgesteld in de SymbioTech-behoeftenanalyse.

In lijn met de principes zoals beschreven in D2.3, is het moduleontwikkelingsproces afgestemd op kwaliteitsborgingsmechanismen, micro-credential-benaderingen en principes van levenslang leren. De trainingsinhoud is ontworpen om geschikt te zijn voor digitale, blended en hybride leveringsvormen, waardoor toegankelijkheid, schaalbaarheid en aanpasbaarheid in verschillende nationale en institutionele contexten worden gewaarborgd. Bijzondere aandacht wordt besteed aan het waarborgen van samenhang tussen leerdoelen, leerresultaten, leeractiviteiten en beoordelingsmethoden in alle modules.

Over het geheel genomen dient dit document als een brug tussen het strategische ontwerp van het SymbioTech-trainingsprogramma en de praktische implementatie ervan. Het biedt een consistent en uitvoerbaar kader voor de ontwikkeling van modules, waardoor de trainingsinhoud effectief bijdraagt aan de voorbereiding van huidige en toekomstige SymbioTech-managers die in staat zijn om initiatieven voor digitale industriële symbiose te ontwerpen, te faciliteren en te beheren binnen complexe industriële en circulaire economie-ecosystemen.

PAGE *
MFC055

Deel A

7 leerplannen voor modules voor hoger onderwijs

PAGE *
MEROFF

1. Beknopt syllabussjabloon – Hoger onderwijs (EQF6)

Moduletitel : Het raamwerk voor industriële symbiose (IS)

EQF-niveau: 6

ECTS-credits: 4 ECTS

Totale werkbelasting (uren): 100 uur

- Contacturen (colleges, practica, seminars, workshops, enz.): 40 uur
- Begeleide zelfstudie: 30 uur
- Projectwerk: 30 uur

Uitvoerende instelling: UNIVERSITEIT VAN PATRAS (UPAT), Griekenland

1.1 Moduleoverzicht

PAGE *
MEROFF

Deze module introduceert de fundamentele concepten en principes van industriële symbiose (IS), een belangrijk onderdeel van de Europese Green Deal en het EU-actieplan voor de circulaire economie. De module biedt deelnemers een gestructureerd inzicht in de fundamentele van IS, waaronder definities, reikwijdte, historische ontwikkeling en verbanden met de circulaire economie en eco-industrieparken. Ook worden EU-beleidskaders die van invloed zijn op de adoptie van IS, hedendaagse bedrijfsmodellen en typologieën, digitale matchingtools en -algoritmen, het in kaart brengen van materiaal- en energiestromen, strategieën voor stakeholderbetrokkenheid en het ontwerp en de evaluatie van symbiotische netwerken behandeld. Daarnaast bestuderen deelnemers prestatie-indicatoren, voordelen, belemmeringen, risico's en factoren die een succesvolle implementatie van IS beïnvloeden.

De module is bedoeld voor studenten van hogeronderwijsinstellingen, docenten, bedrijfsmanagers, consultants, begeleiders, onderzoeksinstituten, organisaties voor bedrijfsadvies en beleidsmakers die zich bezighouden met duurzaamheid en hulpbronnefficiënte innovatie.

Het vormt een fundamenteel onderdeel van het SymbioTech-trainingsprogramma en bereidt deelnemers voor op geavanceerde modules over digitale industriële symbiose en milieumanagementsystemen.

Algemene kennis van duurzaamheid of industriële processen is nuttig, maar niet vereist. Basis analytische vaardigheden en interesse in het gezamenlijk oplossen van problemen bevorderen een effectieve deelname aan de theoretische en praktische onderdelen van de module.

1.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen:

▪ ***Kennis . Studenten zullen:***

1. Een volledig begrip ontwikkelen van de IS-principes/elementen, belemmeringen, voordelen, de rol van IS binnen circulaire economiekaders en de beleidscontexten zoals de EU Fit for 55-richtlijn en taxonomievoorschriften (LO1).
2. vertrouwd zijn met de historische ontwikkeling en evolutie van traditionele IS-praktijken naar digitale IS-benaderingen (LO2).
3. Wees op de hoogte van de huidige bedrijfsmodellen waarmee het IS kan worden geïmplementeerd (LO3).

▪ ***Vaardigheden. Studenten kunnen:***

4. Industriële clusters kritisch analyseren om symbiotische mogelijkheden te identificeren met behulp van tools zoals QGIS en Sankey-diagrammen (LO4).
5. Bedrijfsmodeltypologieën en stakeholderanalyse toepassen om haalbare IS-partnerschappen te ontwerpen (LO5),
6. Gegevens verzamelen, materiaal- en energiestromen in kaart brengen en deze gegevens gebruiken voor besluitvorming (LO6).
7. IS-mogelijkheden effectief presenteren en communiceren, zowel schriftelijk als mondeling (LO7).

▪ ***Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid). Studenten zijn in staat om:***

8. IS-projecten ontwerpen en evalueren, rekening houdend met technische, economische en milieuaspecten (LO8).
9. samenwerken in multidisciplinaire teams, belanghebbenden betrekken en projectworkflows beheren (LO9),
10. EU-beleid en internationale normen integreren in projectvoorstellen, gebaseerd op een ethische en duurzaamheidsgerichte denkwijze (LO10),
11. De kennis en praktische vaardigheden op het gebied van informatiesystemen continu verbeteren door middel van zelfgestuurd leren en reflectieve praktijk (LO11).

PAGE *
15/205

1.3 Indicatief leer-/lesrooster

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Inleiding tot informatiesystemen, historische ontwikkeling en wereldwijde toepasbaarheid.	Lezing / workshop / e-learning	IS-definities, reikwijdte, elementen, motieven en verbanden met de circulaire economie en eco-industrieparken. Van de IS-casus van Kalundborg in de jaren 60 tot digitale IS in de jaren 2020.	LO1, LO2	Vimal et al. (2020), Neves et al. (2020), Ashton et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Interactieve lezing met begeleide discussie over informatiesystemen, de circulaire economie en duurzaamheidsvraagstukken. Casestudies van succes- en faalverhalen op het gebied van informatiesystemen.
2	EU-beleidscontext.	Seminar / e-learning	IS geschikt voor EU-pakket 55 en afstemming op de EU-taxonomie. EU-regelgevingskaders met betrekking tot IS.	LO1, LO10	Europese Green Deal, Fit for 55'-pakket, EU-taxonomie voor duurzame activiteiten.	Introductie tot EU-regelgeving in de vorm van een seminar. Webinars met experts.
3	Bedrijfsmodellen voor informatiesystemen.	Lezing / workshop / e-learning	IS-bedrijfsmodellen en -typologieën.	LO 3, LO 5, LO 8	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Erol et al. (2023), Iyer et al. (2024).	Casestudies van beschikbare bedrijfsmodellen.
4	Algoritmen en digitale tools voor	Seminar / e-learning	Symbiotische matchingalgoritmen	LO 2, LO 4	Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), Iyer et al.	Seminars als introductie tot algoritmen en digitale tools. Webinars met experts.

	informatiesy stemen.		en digitale hulpmiddelen.		(2024), QGIS, SankeyMATIC Software-tutorials.	Praktische oefeningen met softwaretools.
5	Uitwisseling van grondstoffen , en materiaal- en energiestro men.	Lezing / workshop / e-learning	Het in kaart brengen van materiaal- en energiestromen in clusters.	LO6	Neves et al. (2020), Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023) .	Casestudies over het uitwisselen van middelen.
A/A	Eenheids- /sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
6	IS-stakeholders en -netwerken.	Lezing / workshop / e-learning	Stakeholderanalyse en betrokkenheidsstrategieën. Ontwerp van symbiotische netwerken en waardeketens.	LO4, LO5, LO9	Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Groepswork/brainstormen over selectiecriteria en betrokkenheid van stakeholders. Casestudies van betrokken stakeholders bij IS-netwerken. Casestudies van bestaande IS-netwerken.
7	Het evalueren van de prestaties en voordelen van informatiesy stemen .	Lezing / workshop / e-learning	Het vaststellen en rapporteren van IS-KPI's. Operationele, economische, marketing-, milieu- en sociale voordelen van IS.	LO1, LO8	Agudo et al. (2022), Agudo et al. (2023), Agudo et al. (2024), Vimal et al. (2020), Khan et al. (2023) .	Groepsopdracht/brainstorms essie om commentaar te leveren op IS-KPI's. Groepsopdracht/brainstorms essie om commentaar te leveren op en een vergelijking te maken tussen operationele, economische, marketing-, milieu- en sociale aspecten/voordelen.

8	Belemmering en en risicobeheer binnen informatiesystemen en factoren die van invloed zijn op informatiesystemen.	Lezing / workshop / e-learning	Belemmeringen en risico's die van invloed zijn op IS-implementatie en strategieën ter beperking van deze belemmeringen. Factoren die van invloed zijn op IS-implementatie en -effectiviteit.	LO1 , LO2, LO3, LO8	Ponis (2021), Taqi et al. (2022), Henriques et al. (2022), Angelis-Dimakis et al., (2023), Karman et al. (2024) .	Groepswerk/brainstormen om te discussiëren over belemmeringen en risico's voor informatiesystemen. Workshop probleemoplossing. Groepswerk/brainstormen om te discussiëren over factoren die van invloed zijn op informatiesystemen.
9	Praktisch IS-project.	Project en beoordeling	IS-kansenanalyse voor een lokaal cluster.	LO4, LO7, LO8, LO9, LO10, LO11	Alle bovengenoemde teksten/materialen.	Presentatie van een groepsproject.
10	Examens in IS.	Onderzoek	Eindexamens en beoordelingen .	LO1, LO2, LO3, LO7	Alle bovengenoemde teksten/materialen.	Schriftelijke en mondelinge examens (open vragen, meerkeuzevragen, quizen, enz.).

1.4 Onderwijs- en leermethoden

- *Leerbenadering*

Voor deze module wordt een hybride leerbenadering gehanteerd. Met andere woorden, zowel synchroon als asynchroon leren wordt gebruikt. Bij synchroon leren komen docenten en studenten virtueel op hetzelfde tijdstip en dezelfde locatie samen (in een digitale klas) en communiceren ze in realtime. Bij asynchroon leren hebben studenten toegang tot lesmateriaal dat beschikbaar is op een digitaal platform (geüpload door docenten). Dit materiaal (bijvoorbeeld vooraf opgenomen video's) (Lezingen, presentaties, Word-/PDF-bestanden, figuren, video's, enz.) zullen theoretische vraagstukken en praktische casestudies beschrijven. Studenten kunnen zo in hun eigen tempo en over langere perioden met elk materiaal aan de slag.

- *Belangrijkste onderwijsmethoden*

Gedurende de module zullen diverse belangrijke onderwijsmethoden worden gebruikt, zoals interactieve hoorcolleges met begeleide discussies, casestudies, seminars, webinars met experts, workshops, praktijkopdrachten, groepswork en projecten, en schriftelijke en mondelinge examens. Thema's als industriële symbiose (IS), circulaire economie (CE) en duurzaamheid zullen in de bovengenoemde onderwijsmethoden aan bod komen.

- *Benaderingen en methoden die actief leren en de praktische toepassing van kennis ondersteunen.*

De synchrone leerbenadering is zeer geschikt om docenten en studenten direct met elkaar in contact te brengen en informatie sneller uit te wisselen. Dit draagt bij aan een gevoel van gemeenschap en het ophelderen van misvattingen. Bovendien is de asynchrone leerbenadering flexibeler. Studenten krijgen meer tijd om het lesmateriaal te verkennen en zich ermee bezig te houden, en het maakt het toegankelijk voor een bredere groep studenten. Bovendien zullen de belangrijkste onderwijsmethoden (zoals hoorcolleges) de theoretische kennis van informatiesystemen (IS) verschaffen voor een alomvattend begrip van de principes, elementen en praktijken van IS. Deze kennis, samen met de vele praktische voorbeelden die worden aangeboden via de praktijkgerichte onderwijsmethoden (zoals IS-casestudies en practica), legt de basis voor een student in het hoger onderwijs en een bedrijfsmanager om een IS-manager te worden. Webinars en seminars met experts zullen verder bijdragen aan het versterken van de theoretische en praktische kennis van IS. Teamwork, dat wordt bevorderd door onderwijsmethoden zoals workshops, groepswork en projecten, stelt de IS-manager in staat om succesvol samen te werken met stakeholders en effectieve IS-netwerken te ontwikkelen.

PAGE *
152055

1.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

De module maakt gebruik van een gemengde beoordelingsstrategie die actieve deelname en betrokkenheid van studenten, presentaties van groepsprojecten en schriftelijke en mondelinge examens (open vragen, meerkeuzevragen, quizen, enz.) combineert om zowel de theoretische kennis van studenten over het IS-concept als hun praktische vaardigheden te evalueren om duurzame en concurrerende IS-raamwerken te ontwikkelen die bestaan uit

relevante stakeholders die diverse resources uitwisselen. Naast summatieve (eindbeoordeelde) beoordelingen ter ondersteuning van de leerprogressie, zijn er ook formatieve beoordelingen (voortdurende deelname en feedback tijdens alle belangrijke onderwijsmethoden).

Beoordelingsonderdelen en bewijs van het behalen van leerdoelen :

- *Participatie en betrokkenheid (weging 10%).* Actieve deelname aan alle gehanteerde onderwijsmethoden, zoals hoorcolleges, casestudies, seminars, webinars, workshops, praktijkopdrachten, groepswork en projectontwikkeling.
- *Presentatie van het groepsproject (weging 30%).* Een analytisch rapport van 3000 woorden waarin een reële of gesimuleerde lokale IT-kans wordt geëvalueerd, inclusief clusteranalyse, stroomdiagrammen en aanbevelingen voor een bedrijfsmodel.
- *Eindtoets, zowel schriftelijk als mondeling (open vragen, meerkeuzevragen, quizen, enz.) (weging 60%).* De toets test theoretische kennis, inzicht in beleid en praktische vaardigheden.

1.6 Bibliografie en hulpmiddelen

1.6.1 Vereist

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., & Gobbo Júnior, J. A. (2023). Symbiotische gereedheid: Factoren die de implementatie van industriële symbiose belemmeren. *Journal of Cleaner Production*, 387, 135843. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135843>

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., & Gobbo Júnior, J. A. (2024). Een overzicht van de bereidheid van Braziliaanse bedrijven om industriële symbiose te implementeren. *Business Strategy and the Environment*, 33, 1066–1080. <https://doi.org/10.1002/bse.3327>

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., Paesa, L. A. B., & Gobbo Júnior, J. A. (2022). Voorstel voor een beoordelingsinstrument om de gereedheid voor industriële symbiose vast te stellen. *Duurzame Productie en Consumptie*, 30, 916–929. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.01.013>

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Alexopoulos, A., Vyrkou, A., Pantazopoulos, A., en Angelis, V. (2023). Industriële symbiose in de Balkan-Middellandse Zeeregio: het geval van vast afval. *Omgevingen*, 10 (1), <https://doi.org/10.3390/environments10010001>

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Pieri, T., Solomou, K., Dedousis, P., & Apostolopoulos, G. (2021). SWAN-platform: Een webgebaseerd hulpmiddel ter ondersteuning van de ontwikkeling van bedrijfsmodellen voor hergebruik van industrieel vast afval. *Waste Management & Research*, 39 (3), 489–498. <https://doi.org/10.1177/0734242X21989413>

Ashton, W. S., Chertow, M. R., & Althaf, S. (2022). Industriële symbiose: Nieuwe toeleveringsnetwerken voor de circulaire economie. In L. Bals, W. L. Tate, & L. M. Ellram (Eds.), *Circulaire economie toeleveringsketens: Van ketens naar systemen* (pp. 29–48). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83982-544-620221002>

PAGE *
MFC55

Aviso, K. B., Laddaran, A., & Ngo, J. S. (2022). Het modelleren van stakeholderdoelen in industriële symbiose. *Procesintegratie en -optimalisatie voor duurzaamheid*, 6 , 543–558. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00226-6>

Cagno, E., Negri, M., Neri, A., & Giambone, M. (2023). Eén raamwerk voor alles: een geïntegreerd, meerlagig en schaalbaar prestatiebeoordelingskader voor duurzaamheid, circulaire economie en industriële symbiose. *Sustainable Production and Consumption*, 35 , 55–71. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.016>

Demartini, M., Tonelli, F., & Govindan, K. (2022). Een onderzoek naar modelleringsbenaderingen voor industriële symbiose: een literatuurstudie en onderzoeksagenda. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 3 , 100020. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100020>

Erol, I., Peker, I., Ar, I. M., & Searcy, C. (2023). Onderzoek naar de rol van stedelijke -industriële symbiose in de circulaire economie: een benadering gebaseerd op de NForce-veldtheorie van verandering en NISMMicmac. *Operations Management Research*, 16 , 2125–2147. <https://doi.org/10.1007/s12063-023-00393-w>

EU-taxonomie voor duurzame activiteiten. Beschikbaar op:
https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

Europese Groene Deal. Beschikbaar op: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Geschikt voor een pakket van 55 voet. Beschikbaar op:
https://commission.europa.eu/topics/climate-action/delivering-european-green-deal/fit-55-delivering-proposals_en

Henriques, J. D., Azevedo, J., Dias, R., Estrela, M., Ascenço, C., Vladimirova, D., & Miller, K. (2022). Implementatie van stimuleringsmaatregelen voor industriële symbiose: een toegepast beoordelingskader voor risicobeperking. *Circular Economy and Sustainability*, 2 , 669–692. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00069-2>

Iyer, S. V., Sangwana, K. S., & Dhiraj, D. (2024). Ontwikkeling van een raamwerk voor industriële symbiose door middel van digitalisering in de context van Industrie 4.0. *Procedia CIRP*, 122 , 515–520. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.01.075>

Karman, A., Prokop, V., & Lopes de Sousa Jabbour, A. B. (2024). Circulaire economiepraktijken als schild voor de veerkracht van organisaties en netwerken op de lange termijn tijdens een crisis: inzichten uit een industriële symbiose. *Journal of Cleaner Production*, 466 , 142822. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142822>

Khan, Z. A., Chowdhury, S. R., Mitra, B., Mozumder, M. S., Elhaj, A. I., Salami, B. A., Rahman, M. M., & Rahman, S. M. (2023). Analyse van casestudies over industriële symbiose en het

PAGE *
MFC55

potentieel ervan in Saoedi-Arabië. *Journal of Cleaner Production*, 385 , 135536. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135536>

Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., & Matias, J. C. O. (2020). Een uitgebreid overzicht van industriële symbiose. *Journal of Cleaner Production*, 247 , 119113. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>

Ponis, S. T. (2021). Industriële symbiosenetwerken in Griekenland: Het benutten van de kracht van blockchain-gebaseerde B2B-marktplaatsen. *The JBBA*, 4 (1). [https://doi.org/10.31585/jbba-4-1-\(4\)2021](https://doi.org/10.31585/jbba-4-1-(4)2021)

Handleidingen voor QGIS-software. Beschikbaar op:
https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/training_manual/index.html

Handleidingen voor de SankeyMATIC-software. Beschikbaar op:
<https://sankeymatic.com/manual/>

Silva, MG, de Carvalho, TS, Castagna, AG, Strauhs, F. do R., & Piekarski, CM (2022). De rol van online platforms bij het mogelijk maken van industriële symbiose: een analyse van de beschikbare tools op de markt. *Cleaner Production Letters*, 3 , 100021. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100021>

Taqi HMM, Meem, EJ, Bhattacharjee, P., Salman, S., Ali, SM, & Sankaranarayanan, B. (2022). Welke uitdagingen maken de weg naar industriële symbiose ingewikkeld? *Journal of Cleaner Production*, 370 , 133384. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133384>

Vimal, K. E. K., Jayakrishna, K., Ameen, T., Afridhi, S. S., Vasudevan, V., & Sreedharan, R. (2020). Een onderzoek naar de impact van de implementatie van industriële symbiose op de organisatieprestaties met behulp van een analytisch hiërarchische benadering. *Benchmarking: An International Journal*, 27 (2), 886–911. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0423>

Xue, X., Wang, S., Chun, T., Xin, H., Xue, R., Tian, X., & Zhang, R. (2023). Een geïntegreerd raamwerk voor de evaluatie van de prestaties van industriële symbiose in een energie-intensief industriepark in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 , 42056–42074. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

Daarnaast zijn studenten verplicht om al het lesmateriaal (colleges, presentaties, aantekeningen, werkbladen en aanvullende documenten) dat door de docent op het cursusplatform is geplaatst, te bestuderen, aangezien dit een integraal onderdeel vormt van de kernleermiddelen van de module.

1.6.2 Aanbevolen

Akyazi, T., Goti, A., Bayon, F., Kohlgruber, M., & Schroder, A. (2023). Het identificeren van de vaardigheidseisen met betrekking tot industriële symbiose en energie-efficiëntie voor de Europese procesindustrie. *Environmental Sciences Europe*, 35 , 54. <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00762-z>

Barrau, E., Tanguy, A., & Glaus, M. (2024). De cirkel rondmaken: Structurele, milieu- en regionale beoordelingen van industriële symbiose. *Duurzame Productie en Consumptie*, 50 , 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.07.015>

Behzad, M., Abello-Passteni, V., Videla Labayru, J. T., & Martínez Ramírez, P. (2024). Ontwikkeling van een beoordelingsmodel voor het ontdekken van potentiële synergieën van regionale industriële symbiose: een casestudie van de regio Valparaíso, Chili. *Journal of Cleaner Production*, 444 , 141245. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141245>

Buda, G., & Ricz, J. (2023). Industriële symbiose en industriebeleid voor duurzame ontwikkeling in Oeganda. *Review of Evolutionary Political Economy*, 4 , 165–189. <https://doi.org/10.1007/s43253-023-00097-8>

Chen, X., Dong, M., Zhang, L., Luan, X., Cui, X., & Cui, Z. (2022). Uitgebreide evaluatie van de milieu- en economische voordelen van industriële symbiose in industrieparken. *Journal of Cleaner Production*, 354 , 131635. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131635>

Lybæk, R., Christensen, T. B., & Thomsen, T. P. (2021). Verbetering van beleid voor de inzet van industriële symbiose: Wat zijn de obstakels, drijfveren en de toekomstige weg voorwaarts? *Journal of Cleaner Production*, 280 , 124351. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124351>

Filimonau, V., & Ermolaev, V. A. (2022). Onderzoek naar het potentieel van industriële symbiose voor het hergebruik van voedselafval uit de horecasector in Rusland. *Duurzame Productie en Consumptie*, 29 , 467–478. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.10.028>

Haq, H., Välisuo, P., Kumpulainen, L., Tuomi, V., & Niemi, S. (2020). Een voorlopige beoordeling van industriële symbiose in Sodankylä. *Huidig onderzoek naar ecologische duurzaamheid*, 2 , 100018. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2020.100018>

Hariyani, D., & Mishra, S. (2024). Een beschrijvende statistische analyse van factoren die een geïntegreerd duurzaam-groen-lean-six sigma-agile productieproces (ISGLSAMS) in de Indiase maakindustrie mogelijk maken. *Benchmarking: An International Journal*, 31 (3), 824–865. <https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2022-0344>

Omolola Oni, O., Nevo, C. M., Hampo, C. C., Ozobodo, K. D., Olajide, I. O., Ibidokun, A. O., Ugwuanyi, M. C., Nwoha, S. U., Okonkwo, U. U., Aransiola, E. S., & Ikpeama, C. C. (2022). Huidige status, opkomende uitdagingen en toekomstperspectieven van industriële symbiose in Afrika. *International Journal of Environmental Research*, 16 , 49. <https://doi.org/10.1007/s41742-022-00429-2>

Sgambaro, L., Chiaroni, D., Lettieri, E., & Paolone, F. (2024). Het verkennen van industriële symbiose voor de circulaire economie: onderzoek naar en vergelijking van de anatomie en ontwikkelingsstrategieën in Italië. *Management Decision*, voorafgaand aan publicatie (ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/MD-04-2023-0658>

Yazan, D. M., van Capelleveen, G., & Fraccascia, L. (2022). Beslissingsondersteunende instrumenten voor een slimme transitie naar een circulaire economie. In T. Bondarouk & M. R. Olivas-Luján (Eds.), *Slimme industrie – Beter management* (Advanced Series in Management, Vol. 28, pp. 151–169). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S1877-636120220000028010>

2. Beknopt syllabussjabloon – Hoger onderwijs (EQF6)

Moduletitel : Levenscyclusanalyse: Principes voor het beoordelen van de milieuvoordelen en -nadelen van het delen van hulpbronnen

EQF-niveau: 6

ECTS-credits: 4 ECTS

Totale werkbelasting (uren): 100 uur

- Contacturen (colleges, practica, seminars, workshops, enz.): 30 uur
- Begeleide zelfstudie: 30 uur
- Projectwerk: 40 uur

Uitvoerende instelling: DERMOL SVETOVANJE DOO (Dermol doo) , Slovenië.

PAGE *
MEROFF

2.1 Moduleoverzicht

Deze module introduceert cursisten in de principes en geïntegreerde toepassing van levenscyclusanalyse (LCA), levenscycluskostenberekening (LCC) en sociale levenscyclusanalyse (S-LCA) met behulp van FootprintCalc-software als centraal instrument voor duurzaamheidsanalyse. Het doel is cursisten in staat te stellen de milieu-, economische en sociale impact van producten en systemen gedurende hun gehele levenscyclus te modelleren, interpreteren en communiceren, in overeenstemming met de ISO 14040/14044-normen.

Belangrijke onderwerpen zijn onder meer levenscyclusdenken, concepten van de circulaire economie (CE) en industriële symbiose (IS), gegevensverzameling en inventarisatie, integratie van LCC- en S-LCA-indicatoren en interpretatie van resultaten door middel van multicriteria-beslissingsanalyse en duurzaamheidsdashboards.

Deze module is bedoeld voor studenten in het hoger onderwijs (EQF 6) die zich voorbereiden op een carrière in duurzaamheidsmanagement, circulair bedrijfsontwerp en coördinatie van industriële symbiose, waaronder toekomstige SymbioTech-managers. De module sluit aan op verwante modules over digitale industriële symbiose, circulaire bedrijfsmodellen en duurzame innovatie, en biedt een methodologische basis voor toegepaste duurzaamheidsanalyse.

Aanbevolen voorkennis omvat een basiskennis van duurzaamheidsprincipes, milieumanagement of digitale tools; er zijn echter geen specifieke verplichte modules.

2.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen:

▪ ***Kennis . Studenten zullen:***

1. Beschrijf de rol van duurzaamheid, circulaire economie (CE) en industriële symbiose (IS) in relatie tot levenscyclus- en systeendenken (LO1).
2. Identificeer en leg de belangrijkste principes, raamwerken en onderlinge verbanden uit van Levenscyclusanalyse (LCA), Levenscycluskostenberekening (LCC) en Sociale Levenscyclusanalyse (S-LCA) binnen Levenscyclusduurzaamheidsbeoordeling (LCSA) (LO2).
3. Inzicht in de vier belangrijkste fasen van een LCA (Doel- en reikwijdtebepaling, Inventarisatieanalyse, Impactbeoordeling en Interpretatie) en de principes, vereisten en richtlijnen van ISO 14040/14044 (LO3).
4. inzien hoe LCA de efficiëntie van hulpbronnen, circulair ontwerp en duurzaamheidsgerichte besluitvorming in CE/IS-contexten ondersteunt (LO4),
5. De structuur en het doel kennen van webgebaseerde duurzaamheidstools (bijv. FootprintCalc) en databases (bijv. Idemat 2025) (LO5).

▪ ***Vaardigheden. Studenten kunnen:***

6. Pas ISO-gebaseerde redenering toe om de kwaliteit, transparantie en betrouwbaarheid van LCA-, LCC- en S-LCA-studies te evalueren (LO6).
7. Gebruik webgebaseerde software (bijvoorbeeld FootprintCalc) om materiaallijsten (Bills of Materials, BoM) en levenscyclusinventarisaties (Life Cycle Inventory, LCI) op te bouwen, waarbij milieu-, economische en sociale gegevens worden geïntegreerd (LO7).
8. Effectbeoordelingsmethoden toepassen (bijv. EF 3.1, ReCiPe) om duurzaamheidsresultaten en afwegingen te analyseren en te interpreteren (LO8),
9. Ontwikkel, visualiseer en communiceer dashboards en multicriteria-analyses (MCDA) over duurzaamheid ter ondersteuning van weloverwogen besluitvorming (LO9).

▪ ***Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid). Studenten zijn in staat om:***

10. Voer zelfstandig vereenvoudigde LCA-, LCC- en S-LCA-studies uit met behulp van FootprintCalc (LO10).
11. kritisch evalueren van de datakwaliteit, methodologische aannames en beperkingen in duurzaamheidsbeoordelingen (LO11),

12. Effectief samenwerken in multidisciplinaire CE/IS-projecten en duurzaamheidsaanbevelingen duidelijk communiceren aan diverse belanghebbenden (LO12).

2.3 Indicatief leer-/lesrooster

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Inleiding tot duurzaamheid, circulaire economie en informatiesystemen	Hoorcollege / e-learning	Overzicht van duurzaamheidsconcepten, circulaire economie (CE), industriële symbiose (IS) en de rol van levenscyclusdenken.	LO1	Kirchherr et al. (2017)	Interactieve lezing met begeleidde discussie, conceptmapping en een korte reflectieoefening.
2	Inleiding tot de conceptuele raamwerken LCA, LCC en S-LCA	Seminar / e-learning	Grondbeginselen van levenscyclusanalyse (LCA), levenscycluskostenberekening (LCC) en sociale LCA (S-LCA)	LO2, LO4	Visentin et al. (2021), Valdivia et al. (2021)	Een seminar-achtige introductie tot elk raamwerk. Groepsbrainstormsessie en begeleidde discussie om milieu-, economische en sociale aspecten te vergelijken. Casusanalyse van een eenvoudig productsysteem met toepassing van de drie perspectieven. Vragen en antwoorden met de docent.
3	ISO 14040 en ISO 14044 raamwerken voor levenscyclusanalyse	Seminar / e-learning	ISO-principes, -fasen, -terminologie en afstemming op de praktijk van levenscyclusanalyse (LCA).	LO3, LO6	ISO (2006)	Begeleide bespreking van de structuur en terminologie van ISO 14040/14044. Groepsgewijze mapping van de LCA-fasen met praktische voorbeelden. Bespreking van een gepubliceerde LCA-casestudie die aansluit bij de ISO-normen. Een door de instructeur begeleide reflectie op uitdagingen en goede praktijken bij de implementatie van ISO-conforme LCA.



Co-funded by
the European Union

PAGE *
MEROFF



Dit onderzoek is gefinancierd door de Europese Unie. De geuite standpunten en meningen zijn echter uitsluitend die van de auteur(s) en weerspiegelen niet noodzakelijkerwijs die van de Europese Unie of het Europees Uitvoerend Agentschap voor Onderwijs en Cultuur (EACEA). Noch de Europese Unie, noch de subsidieverstreckende instantie kan hiervoor aansprakelijk worden gesteld.

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
4	Het opbouwen en beheren van inventarisgegevens	Lezing / Workshop / e-learning	Maak een materiaallijst en een LCI-dataset aan; importeer de gegevens in FootprintCalc; identificeer de belangrijkste stromen en impactcategorieën.	LO5, LO7	FootprintCalc (2024), Sustainable Impact Metrics Foundation (SIMF), 2023	Begeleid laboratoriumwerk met realtime instructie; samenwerking in tweetallen voor het opstellen van materiaallijsten; praktische oefeningen; en sessies voor het oplossen van problemen met behulp van voorbeeldgegevens.
5	Milieu-, economische en sociale beoordeling	Project / e-learning	Voer LCA-berekeningen uit met EF 3.1 of ReCiPe; integreer LCC- en S-LCA-indicatoren; visualiseer afwegingen met behulp van MCDA-dashboards.	LO8, LO9	Valdivia et al. (2021), UNEP (2020)	Simulatie van een project in teamverband; groepsanalyse van LCA-resultaten; ontwikkeling van vergelijkende dashboards; collegiale toetsing van de resultaten.
6	Interpretatie en besluitvorming op het gebied van duurzaamheid	Project / Workshop / e-learning	Interpreteer geïntegreerde resultaten, identificeer knelpunten op het gebied van duurzaamheid, evalueer afwegingen en vertaal	LO10, LO11, LO12	Klöpffer & Grahl (2014), Daddi et al. (2017)	Workshop probleemoplossing, presentatieoefeningen, scenario-gebaseerde discussies en het opstellen van duurzaamheidsrapporten en visuele presentaties.

			bevindingen naar concrete aanbevelingen voor beslissingen op het gebied van circulaire economie en industriële wetenschappen.			
7	Digitale hulpmiddelen voor besluitvorming binnen CE/IS	Lezing / Seminar / e-learning	Verken digitale CE/IS-platformen (bijv. FootprintCalc MCDA, Simapro-demo's, IS-mappingtools).	LO5, LO7, LO9	Documentatie van de tool (FootprintCalc, Simapro demo), SIMF-datasets	Demonstratie met begeleide verkenning van de tools; korte opdrachten die de uitwisseling van middelen modelleren; feedback van de instructeur.
A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
8	Casestudies over industriële symbiose en circulaire economie	Seminar / e-learning	Onderzoek concrete CE/IS-casestudies; evalueer de systeemimpact met behulp van levenscyclusanalyse; bespreek schaalbaarheid en belemmeringen.	LO1, LO4, LO11, LO12	Chertow (2007), Ažman Momirski et al. (2021)	Groepsanalyse van casussen; rollenspel met belanghebbenden; gestructureerd debat; ontwikkeling van een vergelijkende matrix.
9	Beleid, normen en bedrijfsstrategieën ter ondersteuning	Hoorcollege / e-learning	De EU Green Deal, taxonomie, normen, EPD's en de invloed van beleidskaders op LCA-gebaseerde beslissingen.	LO2, LO3, LO6, LO11	Europese Commissie (2020), ISO (2017) richtlijnen inzake EPD's	Interactieve lezing; beleidsanalyse; analyse van bestaande EPD's; discussie over de implicaties voor het mkb en informatiesystemennetwerken.

	van LCA in CE/IS					
10	Integratie en presentatie van het eindproject	Project / Workshop / Beoordeling	Studenten bereiden een CE/IS-project voor en presenteren dit, waarbij de bevindingen en aanbevelingen van LCA–LCC–S-LCA worden geïntegreerd.	LO6, LO8, LO10, LO11, LO12	Alle bovengenoemde lezingen/materialen	Coachingsessie; collegiaal overleg; gestructureerde eindpresentaties; reflectieve evaluatie van de projectresultaten

2.4 Onderwijs- en leermethoden

▪ *Leerbenadering*

De module hanteert een hybride leermodel dat synchrone en asynchrone componenten combineert. Synchrone sessies brengen docenten en studenten in realtime samen in een virtueel klaslokaal, waardoor directe interactie, onmiddellijke feedback en een gedeeld gevoel van gemeenschap mogelijk zijn. Asynchroon leren stelt studenten in staat om in hun eigen tempo toegang te krijgen tot materiaal – zoals vooraf opgenomen colleges, presentaties, documenten, figuren en video's – via een digitaal platform. Deze bronnen behandelen zowel theoretische grondslagen als praktische casestudies, waardoor studenten flexibiliteit hebben en zich dieper in de inhoud verdiepen. De pedagogische strategie legt de nadruk op actief en praktijkgericht leren. Studenten passen theoretische concepten toe op echte duurzaamheidsuitdagingen en ontwikkelen tegelijkertijd digitale competenties door gestructureerd gebruik van LCA-beoordelingsinstrumenten (bijvoorbeeld FootprintCalc) en software voor datavisualisatie.

▪ *Belangrijkste onderwijsmethoden*

De onderwijsmethoden omvatten interactieve colleges, seminars, praktische workshops, begeleide computerpractica en groepsprojecten. FootprintCalc dient als het belangrijkste analyse-instrument gedurende de module. Studenten werken ook met casestudies, nemen deel aan discussies met medestudenten en voltooien scenario-gebaseerde oefeningen die besluitvorming simuleren in de context van de circulaire economie (CE) en industriële symbiose (IS).

▪ *Benaderingen en methoden die actief leren en de praktische toepassing van kennis ondersteunen.*

Het synchrone format bevordert directe betrokkenheid, realtime verduidelijking van complexe onderwerpen en samenwerking tussen leerlingen en docenten. Het asynchrone format daarentegen biedt flexibiliteit en de mogelijkheid tot zelfstudie, waardoor studenten de stof diepgaander kunnen bestuderen en de toegang voor diverse leerlingen wordt verbreed. De combinatie van theoretisch onderwijs en praktische activiteiten – zoals begeleide computerpractica en groepsprojecten – vormt een sterke basis voor de ontwikkeling van LCA-gerelateerde competenties. Deze methoden voorzien zowel studenten in het hoger onderwijs als managers in het bedrijfsleven van de vaardigheden die nodig zijn om effectief als LCA-specialisten te functioneren. Samenwerking en teamwork, die door de hele module heen zijn verweven, bereiden leerlingen verder voor op succesvolle samenwerking met stakeholders in de praktijk op het gebied van duurzaamheid en circulaire economie.

2.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

De module maakt gebruik van een gemengde beoordelingsstrategie die projectmatige, praktische en reflectieve componenten combineert om het vermogen van studenten te evalueren om FootprintCalc toe te passen in geïntegreerde duurzaamheidsanalyses. Zowel formatieve (doorlopende feedback tijdens workshops en practica) als summatieve

(eindopdracht met cijfer) beoordelingen zijn opgenomen om de leerprogressie te ondersteunen.

Beoordelingsonderdelen en bewijs van het behalen van leerdoelen :

- *Groepsproject (weging 40%)* . Een gezamenlijke casestudy over een levenscyclusduurzaamheidsbeoordeling (LCSA) met behulp van FootprintCalc, waarbij LCA-, LCC- en S-LCA-perspectieven worden geïntegreerd. Het bewijsmateriaal omvat een materiaallijst (Bill of Materials, BoM), een inventarismodel, een impactinterpretatie en een rapport of presentatie op basis van een multicriteria-beslissingsanalyse (MCDA).
- *Praktische labopdracht (weging 30%)* . Individuele inzending van een FootprintCalc-modelbestand, vergezeld van een korte methodologische reflectie op de keuzes met betrekking tot gegevensverwerking en -evaluatie.
- *Individueel verslag (weging 20%)* . Een schriftelijke reflectie (ongeveer 1000 woorden) waarin wordt aangetoond dat men de interpretatie van LCSA begrijpt en de relevantie ervan voor besluitvorming in de context van circulaire economie of industriële symbiose.
- *Participatie (weging 10%)* . Actieve deelname aan workshops, discussies met collega's en feedbacksessies, waarbij blijkt wordt gegeven van voortdurend leren en een bijdrage aan het groepswork.

2.6 Bibliografie en hulpmiddelen

2.6.1 Vereist

Ažman Momirski, L., Mušič, B., & Cotič, B. (2021). Stedelijke strategieën die industriële en stedelijke symbiose mogelijk maken: het geval van Slovenië. *Duurzaamheid*, 13(9), 4616. <https://doi.org/10.3390/su13094616>

Chertow, MR (2007). *Het 'ontdekken' van industriële symbiose* . *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11–30. <https://doi.org/10.1162/jiec.2007.1110>

Daddi, T., Nucci, B., & Iraldo, F. (2017). Het gebruik van levenscyclusanalyse om de milieuvoordelen van industriële symbiose te meten. *Journal of Cleaner Production*, 147, 157–164. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965261730104X>

Europese Commissie. (2020). *Een nieuw actieplan voor de circulaire economie voor een schoner en concurrerender Europa* . Brussel: Europese Commissie. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0098>

FootprintCalc. (2024). *FootprintCalc: Gratis productvoetafdrukcalculator voor LCA-, LCC- en S-LCA-integratie* . <https://www.footprintcalc.org/>

Internationale Organisatie voor Standaardisatie. (2017). *ISO 14025:2017 — Milieulabels en -verklaringen — Milieuverklaringen type III — Principes en procedures* . <https://www.iso.org/standard/64758.html>

ISO. (2006). *Milieumanagement – Levenscyclusanalyse – Principes en raamwerk (ISO 14040:2006)*. ISO. https://www.en-standard.eu/une-en-iso-14040-2006-environmental-management-life-cycle-assessment-principles-and-framework-iso-14040-2006/?gad_source=1&gad_campaignid=21676868379&gbraid=0AAAAADPppxtDLHMB7riYH8e_A8sOwoyai&gclid=Cj0KCQjw35bIBhDqARIsAGjd-cabwVmVrZsOGV8H1O8D9K-z-LUYx3gDMOrBMzI6uZDDPFNwPqRE2scaAjR6EALw_wcB

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Het conceptualiseren van de circulaire economie: een analyse van 114 definities. *Resources, Conservation & Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Klöpffer, W., & Grahl, B. (2014). *Levenscyclusanalyse (LCA): Een gids voor beste praktijken*. Wiley-VCH. [https://www.wiley.com/en-us/Life+Cycle+Assessment+\(LCA\)%3A+A+Guide+to+Best+Practice-p-9783527655649](https://www.wiley.com/en-us/Life+Cycle+Assessment+(LCA)%3A+A+Guide+to+Best+Practice-p-9783527655649)

UNEP. (2020). *Richtlijnen voor sociale levenscyclusanalyse van producten en organisaties*. <https://www.unep.org/resources/report/guidelines-social-life-cycle-assessment-products>

Stichting Duurzame Impactmetrieke (SIMF). (2023). *IDEMAT-database. openLCA Nexus*. <https://nexus.openlca.org/database/IDEMAT>

Valdivia, S. et al. (2021). Principes voor de toepassing van levenscyclusduurzaamheidsbeoordeling. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26, 1900–1905. https://www.researchgate.net/publication/353984208_Principles_for_the_application_of_life_cycle_sustainability_assessment

Visentin, F., Bonoli, A., Inal, A., Lundberg, K., Mizara, A., Zampori, L., Sala, S., Cerutti, AK, & Cucurachi, S. (2020). Levenscyclusduurzaamheidsbeoordeling: een systematisch literatuuronderzoek. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121430. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121430>

2.6.2 Aanbevolen

Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC). (2004). *Levenscyclusanalyse – Beste praktijken van de ISO 14040-serie*. APEC-secretariaat. https://www.apec.org/docs/default-source/Publications/2004/2/Life-Cycle-Assessment-Best-Practices-of-International-Organization-for-Standardization-ISO-14040-Ser/04_cti_scsc_lca_rev.pdf

Ecochain Technologies. (2024). *Uitleg: LCA-normen. Helpcentrum van Ecochain Technologies*. <https://helpcenter.ecochain.com/en/articles/9515835-explained-lca-standards>

Europese Commissie, Gemeenschappelijk Onderzoekscentrum (JRC). (2010). *ILCD-handboek – Algemene handleiding voor levenscyclusanalyse: Gedetailleerde richtlijnen*. Publicatiebureau van de Europese Unie. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC48157/ilcd_handbook-general_guide_for_lca-detailed_guidance_12march2010_isbn_fin.pdf

Economische Commissie van de Verenigde Naties voor Europa (UNECE) & Milieuagentschap van de Verenigde Staten (EPA). (2022). *Inleiding tot de methodologie en normen voor levenscyclusanalyse*. https://unece.org/sites/default/files/2022-06/1_2_GHG_EPA.pdf

2.6.3 Software en digitale tools

FootprintCalc (Idemat 2025 Rev. A3 database), <https://www.footprintcalc.org/>

Excel / Power BI (voor MCDA-visualisatie)

Optioneel: OpenLCA voor vergelijkende modellering, <https://www.openlca.org/>

3. Beknopt syllabussjabloon – Hoger onderwijs (EQF6)

Moduletitel : Interorganisatorische relaties

EQF-niveau: 6

ECTS-credits: 4 ECTS

Totale werkbelasting (uren): 100 uur

- Contacturen (colleges, practica, seminars, workshops, enz.): 30 uur
- Begeleide zelfstudie: 40 uur
- Projectwerk: 30 uur

Uitvoerende instelling: AKADEMIA GORNICZO-HUTNICZA IM. STANISLAWA STASZICA W KRAKOWIE (AGH Universiteit) , Polen.

3.1 Moduleoverzicht

PAGE *
MEROFF

Samenwerking tussen organisaties is een fundamentele vaardigheid in moderne duurzaamheidstransities en circulaire economietransformaties. Industriële symbiose (IS) is afhankelijk van gestructureerde samenwerking tussen diverse organisaties – fabrikanten, nutsbedrijven, gemeenten, logistieke dienstverleners, technologiebedrijven, regelgevende instanties, ngo's en intermediairs – die de uitwisseling van middelen moeten coördineren, prikkels op elkaar moeten afstemmen, gedeelde visies moeten ontwikkelen en de samenwerking gedurende lange perioden moeten volhouden.

Deze module biedt een diepgaande en uitgebreide verkenning van hoe dergelijke samenwerking ontstaat, hoe deze zich ontwikkelt en hoe deze kan worden versterkt. Studenten maken kennis met de *belangrijkste theoretische kaders* die organisatorisch gedrag in systemen met meerdere actoren verklaren: de resource dependency theory (RDT), transaction cost economics (TCE), netwerktheorie, institutionele theorie, concepten van relationeel bestuur en gedragstheorieën over vertrouwen.

Tegelijkertijd legt de module sterk de nadruk op *praktijkgerichte vaardigheden* die nodig zijn voor IS-coördinatie:

- Stakeholderanalyse, actoranalyse en identificatie van netwerkgrenzen,
- diagnose van samenwerkingsrisico's en -belemmeringen,
- het ontwerpen en communiceren van bestuursstructuren,

- Onderhandelen en consensusvorming in complexe situaties.
- Het beheersen van conflicten, wantrouwen en tegenstrijdige belangen.
- weerstand tegen verandering opsporen en aanpakken,
- het bemiddelen bij meningsverschillen en het bevorderen van een productieve dialoog,
- Het bevorderen van vertrouwen, transparantie en langetermijnverbindenissen.

De module legt de nadruk op *ervaringsgericht, interactief en toegepast leren*. Studenten nemen deel aan uitgebreide simulaties, scenario-gebaseerde workshops, rollenspellen over conflictoplossing en gezamenlijke laboratoriumactiviteiten met behulp van echte kaart- en analysetools zoals QGIS of PowerMap.

Ze leren omgaan met praktische uitdagingen op het gebied van IT-coördinatie, zoals:

- terughoudendheid om gegevens of kosten te delen,
- asymmetrieën in macht, middelen en onderhandelingsvermogen,
- tegenstrijdige tijdshorizonten en strategische prioriteiten,
- concurrerende interpretaties van risico en waarde,
- politieke druk en institutionele beperkingen.

Afgestudeerden van deze module zijn goed voorbereid om te werken als IS-coördinatoren, facilitators van de circulaire economie, managers van industriële clusters, projectleiders op het gebied van duurzaamheid of analisten die regionale ontwikkeling en sectoroverschrijdende samenwerking ondersteunen.

PAGE *
M52055

3.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen:

- ***Kennis . De studenten zullen:***
 1. Leg in detail de aannames, oorsprong en implicaties van RDT, TCE en netwerktheorie uit en evalueer hoe deze theorieën de besluitvorming binnen IS-netwerken verklaren (LO1).
 2. Analyseer de factoren op meerdere niveaus (economisch, organisatorisch, maatschappelijk, beleidsmatig) die van invloed zijn op de bereidheid tot samenwerking in ecosystemen van de circulaire economie (LO2).
 3. beschrijf de institutionele druk die het interorganisatorische gedrag vormgeeft, inclusief isomorfisme, naleving van regelgeving en de rol van legitimiteit (LO3),
 4. Identificeer typische patronen van machtsasymmetrie (bijv. dominante bedrijven versus mkb's; particuliere sector versus overheidsinstanties) en beoordeel hoe deze de resultaten van samenwerking beïnvloeden (LO4).
 5. Vergelijk bestuursmodellen zoals hiërarchisch, relationeel, contractueel en hybride bestuur, en evalueer hun geschiktheid voor IS-contexten (LO5).

6. Inzicht krijgen in de cognitieve, gedragsmatige en structurele oorzaken van conflicten tussen organisaties en kunnen uitleggen hoe dergelijke conflicten kunnen escaleren of worden verminderd (LO6).

▪ ***Vaardigheden . Studenten kunnen :***

7. Complexe, meerlagige stakeholderkaarten creëren, inclusief stromen, invloedslijnen, besluitvormingsgebieden, coalities en potentiële conflictpunten (LO7),
8. Het uitvoeren van interviews met belanghebbenden en het interpreteren van kwalitatieve gegevens ter ondersteuning van participatieplannen (LO8),
9. Ontwerp bestuurskaders die een evenwicht bieden tussen verantwoording, flexibiliteit en rechtvaardigheid, inclusief gedeelde KPI's, duidelijke verantwoordelijkheden, transparantieprotocollen en monitoringmechanismen (LO9).
10. Overtuigende presentaties voor meerdere belanghebbenden voorbereiden en geven, waarin de voordelen, risico's, mogelijkheden voor waardecreatie en betrokkenheidstrajecten duidelijk worden uiteengezet (LO10).
11. Pas onderhandelingstechnieken toe (bijv. BATNA, op belangen gebaseerde onderhandeling, herformulering, verankering) in gesimuleerde conflictsituaties (LO11).
12. moeilijke vergaderingen faciliteren, geschillen bemiddelen en betrokkenen begeleiden door gestructureerde conflictbeheersingsprocessen (LO12),
13. Gebruik gedragsdiagnostiek om weerstandsfactoren te identificeren (bijvoorbeeld angst voor verlies, onzekerheid, bedreiging van de identiteit) en ontwerp interventies op maat (LO13).

PAGE *
152055

▪ ***Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid) . Studenten zijn in staat om :***

14. Verantwoordelijkheid nemen voor het begeleiden van samenwerkingsprocessen en het behouden van langdurig vertrouwen tussen IS-partners (LO14),
15. Complexe politieke, organisatorische en interpersoonlijke contexten doorgronden met behulp van een ethische, transparante en op verantwoording gerichte aanpak (LO15).
16. dienen als neutrale facilitators en bemiddelaars wanneer organisaties te maken krijgen met conflicten, patstellingen of miscommunicatie (LO16),
17. Het evalueren en integreren van EU-beleidskaders (bijv. Actieplan voor de circulaire economie, IED, EMAS, EU-taxonomie) in het ontwerp van IS-samenwerking (LO17),
18. effectief samenwerken in multidisciplinaire teams met ingenieurs, economen, planologen, toezichthouders en vertegenwoordigers van de gemeenschap (LO18),
19. Aantonen dat ze adaptief kunnen communiceren, veerkrachtig zijn onder druk en reflectief kunnen leren aan de hand van praktijkgerichte scenario's (LO19).

3.3 Indicatief leer-/lesrooster

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Grondslagen van samenwerking	Lezing + dialoogsessie	Een diepgaande theoretische inleiding over RDT, TCE en netwerktheorie; een bespreking van de redenen waarom symbiotische netwerken slagen of falen; een overzicht van benchmarkcases (Kalundborg, Ulsan, Duinkerken); en een verkenning van interdependentiestructuren en coördinatieproblemen.	LO1, LO2, LO3	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2019), Salmone et al. (2020)	Uitgebreide theoretische uiteenzetting, begeleide dialoog, reflectieve vergelijkende analyse
2	Drijfveren en belemmeringen in IS	Casestudy-lab	Uitgebreid kader voor het wegnemen van belemmeringen: regelgevingsrisico's, marktvolatiliteit, technologische onzekerheid, bedrijfscultuur, organisatorische inertie; het in kaart brengen van macro-, meso- en microbelemmeringen; werken met praktijkvoorbeelden van mislukte IT-systemen, oorzaakanalyse en scenario-gebaseerde aanpak voor het wegnemen van belemmeringen.	LO2, LO3, LO8, LO17	Saha (2020)	Casuslaboratorium, oefening in het in kaart brengen van belemmeringen, workshop probleemformulering
3	Stakeholdermapping	Technisch laboratorium	Geavanceerde, meerlaagse stakeholder- en netwerkmapping: macht-belangenmatrices, conflictvoorspellingsmatrices, invloedshiërarchieën, stroomdiagrammen, identificatie van verbinders, tussenpersonen en knelpunten; werken met GIS-systemen en reële industriële datasets.	LO3, LO7, LO13, LO19	Toolkits + datasets	Technisch kaartlaboratorium, scenariosimulatie, gestructureerde analyse op basis van tools

PAGE *
MEROFF

4	Bestuursmodell en	Seminar + Ontwerpoef ning	Ontwerp van hybride bestuursmodellen die formele en relationele componenten combineren; onderzoek naar verantwoordingskaders, transparantieregels, coördinatie rollen en risicomanagementmodellen; groepsopdracht voor het ontwerpen van een bestuursmodel voor een hypothetisch IS-cluster.	LO4, LO14	Shi (2019)	Seminar, groepsontwerpuiddag, collegiale beoordeling
A/A	Eenheids- /sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
5	Vertrouwen en relationeel bestuur	Workshop	Gesimuleerde taken gericht op het opbouwen van vertrouwen; het diagnosticeren van afnemend vertrouwen; het analyseren van communicatieklimaten; het gezamenlijk ontwerpen van vertrouwenscontracten, transparantiemechanismen en structuren voor gedeeld leren; op rollen gebaseerde scenario's om het opbouwen van langdurige partnerschappen te oefenen.	LO3, LO15, LO16	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2022), Alosi et al. (2025)	Rollenspel, begeleidde training in emotionele intelligentie, gezamenlijk schrijven
6	Communicatie en onderhandeling	Simulatie + feedbackcycl us	Complexe simulatie van onderhandelingen tussen meerdere partijen met tegenstrijdige doelstellingen, informatieasymmetrie, coöperatief onderhandelen en strategische overtuiging; gestructureerde feedback op verbale, non-verbale en schriftelijke communicatiestijlen.	LO9, LO10, LO11, LO18, LO19	Handboeken over onderhandelen	Simulatiegebaseerd leren, nabespreking op meerdere niveaus, communicatieaudit
7	Conflictresoluti e	Rollenspel + Diagnostisch laboratorium	Workshop conflictanalyse: structureel versus gedragsconflict, belangen versus standpunten, escalatiestappen; training voor mediators; het ontwerpen van conflictoplossingsstrategieën; het	LO5, LO6 LO12, LO16, LO18	Casusmateriaal betreffende conflicten	Gestructureerde mediatorrotatie, conflictanalyse-lab

			diagnosticeren van interpersoonlijke en interorganisatorische spanningsfactoren.			
8	Weerstand tegen verandering	Workshop + Actieplanning	Weerstandsanalyse op drie niveaus: individueel (angst, onzekerheid), organisatorisch (structurele inertie), institutioneel (vastzittend beleid); modelleren van veranderingstrajecten; opstellen van een actieplan; ontwerpen van gedragsinterventies.	LO5, LO13, LO19	literatuur over organisatiegedrag	Workshop, coachingstraject, reflectieve gedragsbeoordeling

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
9	Ontwerp voor de betrokkenheid van belanghebbenden	Laboratorium + Co-creatie	Het ontwerpen van inclusieve participatietrajecten; het in kaart brengen van machtsverhoudingen; het opzetten van mechanismen voor gezamenlijke besluitvorming; scenarioplanning voor afstemming; het ontwerpen van interventies voor betwiste middelenstromen; en het gezamenlijk ontwikkelen van prototypes.	LO8, LO13, LO14, LO18	Betrokkenheid srichtlijnen	Lab, ontwerpworkshop voor het ontwerpen van samenwerkingsstructuur en en kaders voor de betrokkenheid van belanghebbenden, participatieve methoden
10	Samenwerking monitoren	Seminar + Indicatorontwikkeling	Geavanceerde samenwerkingsstatistieken: structurele KPI's, relationele KPI's, vroegtijdige waarschuwingsindicatoren; het detecteren van zwakke signalen van verslechtering van partnerschappen; het opzetten van monitoringdashboards; het interpreteren van gegevens om aanpassingen in het bestuur te onderbouwen.	LO4, LO14	IS-monitoringframeworks	Workshop indicatorontwikkeling, stresstesten van scenario's

3.4 Onderwijs- en leermethoden

▪ *Leeraanpak*

In deze module wordt een hybride leermodel gehanteerd, waarbij **synchrone** en **asynchrone** leeromgevingen worden gecombineerd om de betrokkenheid, reflectie en verwerving van praktische vaardigheden te maximaliseren.

Bij **synchroon leren** ontmoeten studenten en docenten elkaar in realtime, zowel in de klas als online, om interactieve discussies te voeren, onderhandelingssimulaties uit te voeren, rollenspellen over conflictoplossing te doen, mappinglabs te volgen en workshops over facilitatie bij te wonen. Deze activiteiten maken directe feedback, realtime observatie van gedrag en gezamenlijke betekenisgeving mogelijk, wat essentieel is voor het beheersen van interorganisatorische communicatie en samenwerking.

Bij **asynchroon leren** hebben studenten via een digitaal platform in hun eigen tempo toegang tot lesmateriaal. Dit materiaal, zoals leesteksten, casusbeschrijvingen, demonstratievideo's (bijvoorbeeld over governance-ontwerp), tutorials over stakeholdermapping en analytische tools, stelt studenten in staat theoretische kaders (RDT, TCE, netwerktheorie, institutionele theorie) grondig te verkennen en zich voor te bereiden op de toegepaste activiteiten tijdens de synchrone sessies.

Dit gecombineerde model garandeert flexibiliteit, ondersteunt diverse leerstijlen en versterkt een diepgaand conceptueel begrip voordat studenten deelnemen aan intensieve simulaties en rollenspellen.

▪ *Belangrijkste onderwijsmethoden*

Er zal gedurende de module een breed scala aan lesmethoden worden gebruikt, waaronder:

- Interactieve colleges met begeleide dialoog (theoretische grondslagen van interorganisatorische samenwerking, bestuursmodellen, machtsdynamiek, conflicttheorie)
- Casestudies (echte industriële symbiose-netwerken, mislukte samenwerkingsverbanden, regionale partnerschappen met meerdere actoren)
- Seminars en webinars met experts (praktijkdeskundigen, IT-coördinatoren, beleidsdeskundigen, mediators)
- Workshops (vertrouwen opbouwen, weerstandsanalyse, betrokkenheidsontwerp)
- Praktische oefeningen (stakeholderanalyse, conflictanalyse, prototyping van governance, stroom- en invloedanalyse)
- Simulatieoefeningen (onderhandelingen tussen meerdere partijen, rollenspellen voor bemiddeling, coördinatiescenario's)

- Groepswerk en samenwerkingsprojecten (het ontwerpen van bestuurskaders en participatiestrategieën)
- Schriftelijke en mondelinge examens (waarbij theoretische kennis en de toepassing ervan op complexe scenario's worden getoetst)

Hoewel de module zich richt op interorganisatorische relaties, integreren veel activiteiten de contexten van industriële symbiose (IS), circulaire economie (CE) en duurzaamheid om de realiteit te weerspiegelen waarin samenwerking tussen meerdere actoren essentieel is.

▪ *Benaderingen en methoden ter ondersteuning van actief leren en praktische toepassing*

De onderwijsmethode is erop gericht zowel het analytisch denkvermogen als de interpersoonlijke competenties te ontwikkelen die nodig zijn voor succesvolle coördinatie in complexe organisatorische ecosystemen.

- Synchrone sessies maken realtime feedback, gedragsobservatie, onmiddellijke opheldering van misverstanden en actieve co-creatie van oplossingen mogelijk. Ze bevorderen een gevoel van saamhorigheid en vergroten het zelfvertrouwen van studenten bij onderhandelings-, facilitatie- en conflictoplossingstaken.
- Asynchrone sessies bevorderen reflectief leren in eigen tempo. Studenten kunnen theoretisch materiaal herhalen, casestudies analyseren en hun stakeholderanalyses of bestuursideeën voorbereiden vóór de live workshops. Deze flexibiliteit ondersteunt een dieper begrip van complexe theoretische kaders.
- Interactieve colleges bieden de fundamentele theoretische kennis die nodig is voor het analyseren van interorganisatorische structuren, machtsverhoudingen, bestuursvormen en drijfveren achter samenwerking.
- Casestudies en praktijkgerichte labs vertalen theorie naar praktijk door studenten te confronteren met reële uitdagingen op het gebied van samenwerking, zoals verkeerd afgestemde prikkels, afnemend vertrouwen, machtsongelijkheid en beleidsdruk.
- Workshops, simulaties en rollenspellen stellen studenten in staat om technieken voor facilitatie, onderhandeling, bemiddeling en conflictoplossing te oefenen in realistische situaties. Deze activiteiten ontwikkelen emotionele intelligentie, communicatief aanpassingsvermogen en het vermogen om onder druk beslissingen te nemen.
- Groepsprojecten bevorderen teamwork, gezamenlijke betekenisgeving en het vermogen om samenwerkings- en bestuursstructuren met meerdere actoren te ontwerpen. Dit zijn essentiële vaardigheden voor toekomstige IS-coördinatoren, facilitators van de circulaire economie en leiders op het gebied van duurzaamheid.
- Door deze gecombineerde methoden ontwikkelen studenten het vermogen om complexe organisatorische relaties te doorgronden, vertrouwen op te bouwen tussen

PAGE *
MEROFF

belanghebbenden en langdurige samenwerking te bevorderen binnen industriële en circulaire economienetwerken.

3.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

De module hanteert een alomvattende beoordelingsstrategie die theoretische evaluatie combineert met praktijkgerichte bewijzen van het vermogen van studenten om interorganisatorische samenwerking te analyseren, te ontwerpen en te faciliteren. De beoordelingsmethoden zijn ontworpen om de daadwerkelijke competenties te weerspiegelen die nodig zijn voor de coördinatie van industriële symbiose, onderhandelingen tussen meerdere actoren, het ontwerpen van governance en conflicthantering. Zowel **summatieve** (cijfermatige) als **formatieve** (continue feedback en betrokkenheid) componenten zijn geïntegreerd om diepgaand leren, gedragsverbetering en professionele paraatheid te bevorderen.

Beoordelingsonderdelen

- *Deelname en betrokkenheid (weging 10%).* Actieve betrokkenheid van studenten bij interactieve lesmethoden, zoals dialoogsessies, onderhandelingsessies, rollenspellen over conflictoplossing, workshops voor het in kaart brengen van belanghebbenden, oefeningen in het ontwerpen van bestuursstructuren en oefensessies voor het begeleiden van lessen. Bewijs hiervoor is onder andere de kwaliteit van de betrokkenheid, de voorbereiding, de samenwerking, de reflectieve bijdragen en de analytische opdrachten die in de les worden uitgevoerd.
- *Groepsprojectpresentatie (weging 30%).* Een analytisch rapport van 3000 woorden, inclusief een groepspresentatie, waarin een reële of gesimuleerde mogelijkheid tot interorganisatorische samenwerking binnen een informatiesysteem- of circulaire economiecontext wordt geanalyseerd. Het rapport omvat:
 - meerlaagse stakeholderanalyse en macht-invloedanalyse,
 - identificatie van belemmeringen, risico's en conflictpunten bij samenwerking,
 - Ontwerp van een bestuursmodel (rollen, verantwoordelijkheden, transparantieregels, KPI's),
 - onderhandelings- en betrokkenheidsplan,
 - voorgestelde mechanismen voor conflicthantering en het opbouwen van vertrouwen,
 - Op bewijs gebaseerde aanbevelingen voor het versterken van de stabiliteit van relaties op de lange termijn.

De beoordeling richt zich op de diepgang van de analyse, de correctheid van het theoriegebruik (RDT, TCE, netwerktheorie, institutionele theorie), de duidelijkheid van het bestuursmodel en de haalbaarheid van de voorgestelde interventies.

- *Eindexamen (schriftelijk en mondeling) (weging 60%).* Een combinatie van:



- schriftelijk examen (open vragen, korte analytische essays, meerkeuzevragen),
- Mondeling examen (scenario-gebaseerde vragen die het probleemoplossend vermogen en de communicatieve vaardigheden testen).

Het examen beoordeelt de volgende vaardigheden van de studenten:

- inzicht in de kerntheorieën die interorganisatorisch gedrag en bestuur verklaren,
- het vermogen om risico's bij samenwerking en machtsongelijkheden te diagnosticeren,
- kennis van vertrouwensdynamiek, escalatie van conflicten en weerstandsmechanismen,
- bekendheid met EU-beleidskaders die van invloed zijn op interorganisatorische samenwerking (Actieplan circulaire economie, EMAS, EU-taxonomie),
- Het vermogen om realistische, op theorie gebaseerde interventies voor te stellen die de coördinatie en samenwerking verbeteren.

Bewijs van prestatie

Het bewijsmateriaal dat tijdens de beoordeling is verzameld, omvat:

- Stakeholderkaarten, conflictkaarten, governanceprototypes en workshopresultaten,
- onderhandelingscripts, aantekeningen voor de begeleiding en reflecties op de rol van de mediator,
- scenarioanalyses en toegepaste probleemoplossingsoefeningen,
- mondelinge demonstraties van communicatie- en overtuigingsvaardigheden,
- Schriftelijke opdrachten die theoretische integratie en kritisch redeneren aantonen.

Dit bewijsmateriaal biedt een holistisch beeld van de mate waarin studenten in staat zijn om samenwerking tussen verschillende actoren te coördineren, conflicten te bemiddelen, bestuursstructuren te ontwerpen en de ontwikkeling van informatiesystemennetwerken te ondersteunen.

3.6 Bibliografie en hulpmiddelen

3.6.1 Vereist

Alosi, A., Katana, K., Annunziata, E., Mirata, M., Rizzi, F., & Frey, M. (2025). *Beheer van paradoxale spanningen in industriële symbiose: een onderzoek op interorganisatorisch niveau*. *Journal of Industrial Ecology*, 29 (2), 602–616. <https://doi.org/10.1111/jiec.13625> Semantic Scholar+4Online Library+4SciSpace+4

Lewicka, D., & Zakrzewska-Bielawska, A. (2019). Interorganisatorisch vertrouwen in zakelijke relaties: Samenwerking en coöpetitie. In A. Zakrzewska-Bielawska & M. Cygler (Eds.),

Hedendaagse uitdagingen in samenwerking en coöpetitie in het tijdperk van Industrie 4.0: 10e conferentie over management van organisatieontwikkeling (MOD) (pp. 155–174). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30549-9_9

Salomone, R., Cecchin, A., Deutz, P., Raggi, A., & Cutaia, L. (red.). (2020). *Industriële symbiose voor de circulaire economie: operationele ervaringen, beste praktijken en obstakels voor een samenwerkingsgerichte bedrijfsbenadering*. Springer International Publishing.

Saha, P. (2020). *Het proces van het opbouwen van interorganisatorische samenwerking voor industriële symbiose: Twee casestudies uit Finland — ECO3 & Envitech*. Universiteit van Tampere:

<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/123739/SahaPuja.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Shi, Lin.(2019). Industriële symbiose: Context en relevantie voor de Duurzame Ontwikkelingsdoelen (SDG's). In W. Leal Filho, AM Azul, L. Brandli & PG Özuyar (Eds.), *Verantwoorde Consumptie en Productie* (pp. 23-42). Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-71062-4_19-1. ResearchGate+1

3.6.2 Aanbevolen lectuur

Anderson, D., & Anderson, LA (2020). *De routekaart voor veranderingsleiders: Hoe u de transformatie van uw organisatie kunt begeleiden*. Wiley.

Chatman, JA, & O'Reilly, CA (2016). *Paradigma verloren: Het onderzoek naar organisatiecultuur nieuw leven inblazen*. In *Research in Organizational Behavior* (Vol. 36, pp. 199–224). Elsevier.

Cloke, K., & Goldsmith, J. (2011). *Conflicten oplossen op het werk: Tien strategieën voor iedereen op de werkvloer* (3e editie). Jossey-Bass.

Edmondson, AC (2019). *De onbevreesde organisatie: Het creëren van psychologische veiligheid op de werkplek voor leren, innovatie en groei*. Wiley.

Fisher, R., Ury, W., & Patton, B. (2011). *Getting to yes: Negotiating agreement without giving in* (3e editie). Penguin Books.

Grant, A. (2021). *Denk nog eens na: De kracht van weten wat je niet weet*. Viking.

Groysberg, B., Lee, J., Price, J., & Cheng, J. (2018). *De gids voor leiders over bedrijfscultuur*. Harvard Business Review Press.

Heath, C., & Heath, D. (2010). *Switch: Hoe je dingen kunt veranderen als verandering moeilijk is*. Broadway Books.

Johnson, DW, & Johnson, RT (2014). *Joining together: Group theory and group skills* (12th ed.). Pearson.

PAGE *
MARGE

Kotter, JP (2014). *Accelerate: Bouwen aan strategische wendbaarheid voor een sneller veranderende wereld*. Harvard Business Review Press.

Lewicka, D., & Zakrzewska-Bielawska, AF (2022). *Vertrouwen en wantrouwen in interorganisatorische relaties – Schaalontwikkeling*. *PLOS ONE*, 17 (12), e0279231. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279231>

4. Beknopt syllabussjabloon – Hoger onderwijs (EQF6)

Moduletitel : AI en machine learning om materiaalstromen te voorspellen en de toeleveringsketen/het proces te optimaliseren.

EQF-niveau: 6

ECTS-credits: 4 ECTS

Totale werkbelasting (uren): 100 uur

- Contacturen (colleges, practica, seminars, workshops, enz.): 40 uur
- Begeleide zelfstudie: 30 uur
- Projectwerk: 30 uur

Leverende instelling: IMC HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN KREMS GMBH (IMC KREMS), Oostenrijk.

PAGE *
MEROFF

4.1 Moduleoverzicht

De transitie van industriële symbiose (IS) naar digitale industriële symbiose (DIS) is cruciaal. Deze module onderzoekt hoe kunstmatige intelligentie (AI) en machine learning (ML) kunnen worden geïntegreerd in materiaalstroombeheer om de efficiëntie van toeleveringsketens drastisch te verbeteren, vraag- en aanbodtrends te voorspellen, logistiek te optimaliseren en afval te verminderen. De module laat zien hoe AI- en ML-methoden kunnen worden gebruikt om de digitale transformatie van IS-ecosystemen te versnellen. Studenten leren hoe datagestuurde algoritmen kunnen worden ingezet om materiaal- en energiestromen te voorspellen, inefficiënties te detecteren en realtime besluitvorming in circulaire toeleveringsketens te ondersteunen. Door middel van simulaties en casestudies ontwikkelen studenten competenties in het selecteren en toepassen van geschikte ML-modellen om reële industriële problemen op te lossen. Denk bijvoorbeeld aan het voorspellen van de beschikbaarheid van secundaire grondstoffen, het identificeren van symbiotische matches en het optimaliseren van logistiek. De module legt de nadruk op praktische integratie met IS-platformen en het ethische gebruik van data in de context van de circulaire economie.

Deze module is bedoeld voor studenten in het hoger onderwijs, docenten, bedrijfsmanagers, consultants, onderzoeksinstellingen, organisaties voor bedrijfsadvies en beleidsmakers die zich bezighouden met duurzaamheid, materiaalstroomprognoses en -optimalisatie.

De competenties die in deze module worden verworven, komen goed van pas bij symbiotische energiemanagementtechnologieën en -modellen. Zo ondersteunt de voorspelling van de beschikbaarheid van hulpbronnen bijvoorbeeld het minimaliseren en optimaliseren van het gebruik ervan.

Algemene kennis van duurzaamheid en digitale transformatie van IS naar DIS is nuttig voor de implementatie in deze context. Basiskennis van programmeren helpt leerlingen bij het implementeren van algoritmen; anders kunnen leerlingen algoritmen gebruiken via digitale tools.

4.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen:

▪ **Kennis . Studenten zullen:**

1. Inzicht in de circulaire economie en industriële symbiose (LO1),
2. Aantonen dat je begrijpt hoe kunstmatige intelligentie (AI) en machinaal leren (ML) procesverbetering en resourceoptimalisatie mogelijk maken binnen industriële symbiose-netwerken (LO2) .
3. op kritische wijze de methoden van supervised en unsupervised machine learning uit, zoals tijdreeksvoorspelling, clustering, voorspellende modellering en hun relevantie voor toepassingen in de circulaire economie (LO3) .
4. belangrijke kenmerken van industriële materiaalstroomgegevens begrijpen (LO4),
5. Inzicht hebben in de ethische, juridische en sociale uitdagingen van het gebruik van AI, bijvoorbeeld vooringenomenheid, privacy en transparantie (LO5).

▪ **Vaardigheden. Studenten kunnen:**

6. Industriële datasets verzamelen, opschonen en voorbereiden met behulp van data science-tools zoals Python en Pandas voor het bouwen en analyseren van ML-modellen (LO6) .
7. Ontwikkel en test ML-modellen (bijv. ARIMA, LSTM, k-means) voor toepassingen zoals materiaalstroomvoorspelling, anomaliedetectie en resourceoptimalisatie (LO7) .
8. Resultaten van ML-modeluitvoer interpreteren om bruikbare inzichten te genereren voor verbetering van de toeleveringsketen, valorisatie van afval en herontwerp van processen (LO8).
9. Analytische bevindingen effectief communiceren met behulp van visualisatieplatformen (bijv. Power BI, QGIS, SankeyMATIC) en deze op een heldere manier overbrengen aan zowel technische als niet-technische belanghebbenden. (LO9).

▪ **Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid). Studenten zijn in staat om:**

10. zelfstandig geschikte digitale/machine learning-benaderingen selecteren voor het analyseren en optimaliseren van industriële grondstoffenstromen in complexe omgevingen met meerdere belanghebbenden (LO10) ,
11. De voordelen en beperkingen van AI-tools evalueren en afwegen om de meest geschikte techniek voor een gegeven scenario van industriële symbiose te bepalen, rekening houdend met prestaties, kosten, eenvoud en duurzaamheid (LO11) .
12. initiëren en bijdragen aan de digitale transformatie van organisaties door datagestuurde werkwijzen aan te bevelen voor het verbeteren van industriële symbiose-activiteiten (LO12) .
13. samenwerken in interdisciplinaire teams, consequent AI-ondersteunde inzichten communiceren en zorgen voor verantwoord gebruik van data en transparantie van algoritmische besluitvorming (LO13) .

4.3 Indicatief leer-/lesrooster

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Inleiding tot informatiesystemen en de circulaire economie	Lezing / e-learning	Definities en voorbeelden van informatiesystemen in de context van de circulaire economie.	LO1	Akrivou et al. (2022), Rincón-Moreno et al. (2020).	Gecombineerd: interactieve colleges en casestudies
2	Inleiding tot de toepassing van AI en ML in informatiesystemen	Lezing / workshop / e-learning	Definities, grondbeginselen van AI en ML, evolutie van traditionele informatiesystemen naar informatiesystemen.	LO1 , LO2 , LO3	Vimal et al. (2020), Ashton et al. (2022), Neves et al. (2020)	Blended learning: interactieve colleges, groepsdiscussies en casestudies.
3	Gegevensbronnen en -structuren van materiaalstromen, het in kaart brengen van grondstoffenstromen (materiaal-/energie- en energiestromen)	Lezing / workshop / e-learning	Inleiding tot datastructuren, dataopschoningstechnieken en methoden voor symbiotische matching, digitale platforms en tools, introductie tot Pandas/Python voor IS-data.	LO 3 , LO4 , LO5	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), softwaretutorials	Lezing, stapsgewijze oefeningen, praktisch gebruik van kaartsoftware, demonstratie
4	Traditionele machine learning-algoritmen, ML-pipelines, modelversiebeheer en -testen	Lezing / workshop / e-learning	Methoden voor classificatie en clustering (ongecontroleerd machinaal leren) en hun toepassing in materiaalstromen, gebruik in ML-pipelines, modeltesten en versiebeheer.	LO 2, LO3 , LO 7, LO 10	Namoun et al. (2022), Demetriou et al. (2024), Filippou et al. (2023), Nguyen et al. (2020) Luo et al. (2021), Chandrasekaran et al. (2023)	Een combinatie van casestudy-analyse en groepsbrainstormen.

PAGE *
1152055

5	Tijdreeksvoorspelling en de daarbij gebruikte instrumenten en technologieën	Lezing / workshop / e-learning	Methoden voor tijdreeksvoorspelling en hun toepassing in materiaal- en energiestromen, voorbeelden van instrumenten en technologieën voor voorspellingen.	LO2, LO3, LO4, LO7, LO10	Vimal et al. (2020), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020)	Een combinatie van casestudy-analyse en brainstormsessies.
A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
6	Inleiding tot de toeleveringsketen en de rol van AI in supply chain management.	Lezing / workshop / e-learning	De toeleveringsketen, de impact ervan en de voordelen van AI in het beheer, met een introductie van tools.	LO4, LO5, LO7, LO8, LO10	Demartini et al. (2022), Zamani et al. (2022)	Gecombineerde analyse van casestudies
7	Optimalisatie van logistieke stromen	Lezing / workshop / e-learning	Het belang van het optimaliseren van logistieke stromen, methoden voor routeoptimalisatie en hun beperkingen.	LO4, LO5, LO7, LO8, LO10	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022)	Blended learning: interactieve colleges, groepsdiscussies en casestudies.
8	Machine learning voor voorspellende analyses en onderhoud.	Lezing / workshop / e-learning	Methoden voor voorspelling en anomaliedetectie, introductie van een gegevensbron voor onderhoud met behulp van voorspellende analyses.	LO2, LO7, LO8, LO9, LO10	Vimal et al. (2020), Namoun et al. (2022)	Blended learning: interactieve colleges, groepsdiscussies en casestudies.
9	Integratie van ML/AI in informatiesystemen en beperkingen en	Lezing / workshop / e-learning	Methoden voor het integreren van AI in informatiesystemen, uitdagingen/beperkingen bij het gebruik van AI, ethische,	LO4, LO5, LO10, LO11, LO13	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023)	Een combinatie van casestudy-analyse en brainstormsessies.

	vooroordelen in AI en data-ethiek		juridische en sociale aspecten van AI/ML voor informatiesystemen (vooroordelen, privacy, transparantie).			
10	Praktisch IS-project.	Project en beoordeling	Groepsproject: het ontwikkelen van een voorspellend materiaalstroommodel voor informatiesystemen.	LO6, LO8, LO9, LO10, LO11, LO12, LO13	Alle bovengenoemde lezingen/materialen en platforms	Groepswork, projectmatig leren, feedback van medestudenten en docenten, en presentatie van het groepsproject.
	Eindbeoordeling en reflectie	Onderzoek	Eindexamens en beoordelingen	LO1, LO2, LO3, LO4, LO5, LO9	Alle bovengenoemde teksten/materialen.	Schriftelijke en mondelinge examens (open vragen, meerkeuzevragen, quizen, enz.).

4.4 Onderwijs- en leermethoden

▪ *Leerbenadering*

De module hanteert een blended learning-aanpak die face-to-face sessies, online activiteiten en begeleide zelfstudie integreert in een samenhangend pedagogisch ontwerp. Studenten ontwikkelen zich stapsgewijs van een conceptueel begrip van AI, machine learning en industriële symbiose naar de zelfstandige toepassing van deze concepten in realistische DIS-contexten. De leeromgeving is studentgericht en competentiegeoriënteerd, en bevordert analytisch denken, ethische reflectie en interdisciplinaire samenwerking, in lijn met de beoogde leerresultaten (LO1–LO13).

▪ *Belangrijkste lesmethoden*

Het onderwijs is gestructureerd rond een combinatie van hoorcolleges, seminars, praktische workshops en computerpractica, casusgericht leren en projectmatig werk. Hoorcolleges introduceren theoretische grondslagen, kaders en beleidscontexten, terwijl seminars worden gebruikt om academische literatuur, EU-regelgeving en bedrijfsmodellen kritisch te analyseren. Workshops en practica richten zich op praktische vaardigheden in dataverwerking, modelontwikkeling en visualisatie met behulp van tools zoals Python, Power BI, QGIS en SankeyMATIC. Casusstudies en groepsprojecten laten studenten kennismaken met authentieke industriële datasets en scenario's, waardoor ze AI-gestuurde oplossingen voor industriële symbiose kunnen ontwerpen en evalueren. Asynchrone e-learningtaken, quizen en voorbereidende literatuur zorgen voor continuïteit tussen de contactmomenten en stimuleren voortdurende betrokkenheid.

▪ *Benaderingen voor actief leren en praktische toepassing*

Actief leren is ingebed in gezamenlijke probleemoplossing, onderzoekende taken en iteratieve feedbackcycli. Studenten werken in interdisciplinaire teams om industriële materiaalstroomgegevens te schonen en te analyseren, geschikte machine learning-benaderingen te selecteren en modeluitkomsten te interpreteren voor besluitvorming in circulaire toeleveringsketens. Simulaties, scenarioanalyses en ontwerpgerichte projecten vereisen dat studenten theoretische kennis toepassen op complexe, realistische uitdagingen, wat resulteert in tastbare resultaten zoals analytische rapporten, dashboards en presentaties die zijn afgestemd op zowel technische als niet-technische belanghebbenden. Continue formatieve feedback en gestructureerde reflectieactiviteiten ondersteunen verder de ontwikkeling van autonomie, professioneel oordeel en verantwoorde, datagedreven werkwijzen.

PAGE *
MARGE

4.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

Beoordelingscomponenten

De beoordelingsstrategie combineert formatieve en summatieve elementen om zowel het conceptuele begrip als de praktische toepassing van AI- en machine learning-methoden in industriële symbiose te evalueren. De summatieve beoordeling is gericht op een integratief project, een schriftelijk examen en een communicatiecomponent, terwijl formatieve activiteiten (quizen, labopdrachten, conceptinzendingen) feedback geven en het leerproces gedurende de module ondersteunen.

Summatieve beoordelingsmethoden (indicatieve weging):

- *Eindproject AI in groepsverband (door de industrie geïnspireerde casestudy voor een voorspellend model) (Weging 35%).*
- *Praktische oefening (oefeningen met gereedschap) (weging 25%).*
- *Eindtentamen (korte essays, probleemgerichte vragen en meerkeuzevragen) (weging 30%).*
- *Deelname aan en betrokkenheid bij seminars, practica en feedback van medestudenten (weging 10%).*

Bewijs van het behalen van leerresultaten

Studenten tonen hun leerproces aan door middel van een analytisch projectdossier (code, dataverwerkingslogboeken, modeluitvoer), een gestructureerd technisch rapport, een reeks visuele artefacten (dashboards, kaarten, Sankey-diagrammen) en een mondelinge presentatie of screencast, afgestemd op een gemengd publiek. Het schriftelijk examen biedt bewijs van theoretisch begrip en kritische reflectie op AI/ML-concepten, industriële symbiose en relevante beleids- en ethische kaders. Formatieve beoordelingen, waaronder laagdrempelige quizen, tussentijdse projectcontroles en feedback op concepten, ondersteunen de voortgang naar deze summatieve resultaten zonder zwaar mee te wegen in het eindcijfer.

PAGE *
152055

4.6 Bibliografie en hulpmiddelen

4.6.1 Vereist

Akrivou, C., Łęawska-Andrinopoulou, L., Manousiadis, C., Tsimiklis, G., Oikonomopoulou, V., Papadaki, S., Krokida, M., & Amditis, A. (2022). Industrieel symbiosemarktconcept voor afvalvalorisatietrajecten. E3S Web van conferenties, 349, 11005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202234911005>

Rincón-Moreno, J., Ormazabal, M., Álvarez, MJ, & Jaca, C. (2020). Tekortkomingen van de transformatie van een lokaal circulair economisch systeem door middel van industriële symbiose: een casestudie in Spaanse mkb's. *Sustainability*, 12 (20), 8423. <https://doi.org/10.3390/su12208423>

Filippou, K., Aifantis, G., Papakostas, GA, & Tsekouras, GE (2023). Structuurleren en hyperparameteroptimalisatie met behulp van een geautomatiseerde machine learning (AutoML)-pipeline. *Information*, 14 (4), 232. <https://doi.org/10.3390/info14040232>

Nguyen, T., Maszczyk, T., Musial, K., Zöller, M., & Gabrys, B. (2020). AVATAR - Evaluatie van machine learning-pipelines met behulp van surrogaatmodellen. *ArXiv*, *abs/2001.11158*.

Luo, Z., Wang, J., Li, C., Xiong, L., & Zhao, Y. (2021). MLCask: Efficiënt beheer van componentevoluitie in collaboratieve data-analysepipelines. In *2021 IEEE 37th International Conference on Data Engineering (ICDE)* (pp. 1655–1666). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICDE51399.2021.00146>

Chandrasekaran, J., Cody, T., McCarthy, N., Lanus, E., & Freeman, LJ (2023). Test- en evaluatiebest practices voor systemen met machine learning. *ArXiv*, *abs/2310.06800*.

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Alexopoulos, A., Vyrkou, A., Pantazopoulos, A., en Angelis, V. (2023). *Industriële symbiose in de Balkan-Middellandse Zeeregio: het geval van vast afval. Omgevingen*, 10 (1), <https://doi.org/10.3390/environments10010001>

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Pieri, T., Solomou, K., Dedousis, P., & Apostolopoulos, G. (2021). SWAN-platform: Een webgebaseerd hulpmiddel ter ondersteuning van de ontwikkeling van bedrijfsmodellen voor hergebruik van industrieel vast afval. *Waste Management & Research*, 39 (3), 489–498. <https://doi.org/10.1177/0734242X21989413>

Ashton, W. S., Chertow, M. R., & Althaf, S. (2022). *Industriële symbiose: Nieuwe toeleveringsnetwerken voor de circulaire economie*. In L. Bals, W. L. Tate, & L. M. Ellram (Eds.), *Circulaire economie toeleveringsketens: Van ketens naar systemen* (pp. 29–48). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83982-544-620221002>

Aviso, KB, Laddaran, A., & Ngo, JS (2022). *Modelleren van stakeholderdoelen in industriële symbiose. Procesintegratie en -optimalisatie voor duurzaamheid*, 6, 543–558. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00226-6>

Cagno, E., Negri, M., Neri, A., & Giambone, M. (2023). *Eén raamwerk voor alles: een geïntegreerd, meerlagig en schaalbaar prestatiebeoordelingskader voor duurzaamheid, circulaire economie en industriële symbiose. Duurzame productie en consumptie*, 35, 55–71. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.016>

Demartini, M., Tonelli, F., & Govindan, K. (2022). *Een onderzoek naar modelleringsbenaderingen voor industriële symbiose: een literatuurstudie en onderzoeksagenda*. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 3, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100020>

Demetriou, D., Polydorou, T., Petrou, Nicolaides, D., Petrou, MF (2024). Een clustering machine learning-aanpak voor het verbeteren van de voorspelling van de druksterkte van beton. *Engineering Reports*, 6(6), e12934. <https://doi.org/10.1002/eng2.12934>

Henriques, J. D., Azevedo, J., Dias, R., Estrela, M., Ascenço, C., Vladimirova, D., & Miller, K. (2022). *Implementatie van stimuleringsmaatregelen voor industriële symbiose: een toegepast*

beoordelingskader voor risicobeperking. *Circulaire economie en duurzaamheid*, 2 , 669–692.
<https://doi.org/10.1007/s43615-021-00069-2>

Karman, A., Prokop, V., & Lopes de Sousa Jabbour, A. B. (2024). *Circulaire economiepraktijken als schild voor de veerkracht van organisaties en netwerken op de lange termijn tijdens een crisis: inzichten uit een industriële symbiose* . *Journal of Cleaner Production*, 466 , 142822.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142822>

Namoun, A., Tufail, A., Khan, MY, Alrehaili, A., Syed, TA, & BenRhouma, O. (2022). Afvalverwerking en -ontmanteling met behulp van machine learning-benaderingen: een overzicht van oplossingen en uitdagingen. *Sustainability* , 14 (20), 13578.
<https://doi.org/10.3390/su142013578>

Neves, A., Godina, R., Azevedo, SG & Matias, JCO (2020) *Een uitgebreid overzicht van industriële symbiose*. *Journal of Cleaner Production* . 247. doi:10.1016/j.jclepro.2019.119113 .

Ponis, S. T. (2021). *Industriële symbiose-netwerken in Griekenland: gebruikmaken van de kracht van blockchain-gebaseerde B2B-marktplaatsen*. *De JBBA*, 4 (1).
[https://doi.org/10.31585/jbba-4-1-\(4\)2021](https://doi.org/10.31585/jbba-4-1-(4)2021)

Handleidingen voor QGIS-software. Beschikbaar op:
https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/training_manual/index.html

Handleidingen voor de SankeyMATIC-software. Beschikbaar op:
<https://sankeymatic.com/manual/>

Silva, MG, de Carvalho, TS, Castagna, AG, Strauhs, F. do R., & Piekarski, CM (2022). *De rol van online platforms bij het mogelijk maken van het proces van industriële symbiose: een analyse van de beschikbare tools op de markt*. *Cleaner Production Letters*, 3 , 100021.
<https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100021>

Taqi HMM, Meem, EJ, Bhattacharjee, P., Salman, S., Ali, SM, & Sankaranarayanan, B. (2022). *Welke uitdagingen maken de weg naar industriële symbiose ingewikkeld? Tijdschrift voor schonere productie*, 370 , 133384. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133384>

Vimal, K. E. K., Jayakrishna, K., Ameen, T., Afridhi, S. S., Vasudevan, V., & Sreedharan, R. (2020). *Een onderzoek naar de impact van de implementatie van industriële symbiose op de organisatieprestaties met behulp van een analytisch-hiërarchische benadering* . *Benchmarking: An International Journal*, 27 (2), 886–911. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0423>

Xue, X., Wang, S., Chun, T., Xin, H., Xue, R., Tian, X., & Zhang, R. (2023). *Een geïntegreerd raamwerk voor de evaluatie van de prestaties van industriële symbiose in een energie-intensief industriepark in China*. *Milieuwetenschap en onderzoek naar vervuiling*, 30 , 42056–42074.
<https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

Zamani, ED, Smyth, C., Gupta, S., & Dennehy, D. (2022). Kunstmatige intelligentie en big data-analyse voor de veerkracht van de toeleveringsketen: een systematisch literatuuronderzoek.

Annals of operations research , 1–28. Online voorpublicatie. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04983-y>

4.6.2 Aanbevelen

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., & Gobbo Júnior, J. A. (2023). *Symbiotische gereedheid: Factoren die de implementatie van industriële symbiose belemmeren*. *Tijdschrift voor schonere productie*, 387 , 135843. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135843>

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., & Gobbo Júnior, J. A. (2024). *Een overzicht van de bereidheid van Braziliaanse bedrijven om industriële symbiose te implementeren*. *Business Strategy and the Environment*, 33 , 1066–1080. <https://doi.org/10.1002/bse.3534>

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., Paesa, L. A. B., & Gobbo Júnior, J. A. (2022). *Voorstel voor een beoordelingsinstrument om de gereedheid voor industriële symbiose vast te stellen*. *Duurzame productie en consumptie*, 30 , 916–929. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.01.013>

Barteková, E. en P. Börkey (2022), *Digitalisering voor de transitie naar een hulpbronefficiënte en circulaire economie*, *OECD Environment Working Papers* , nr. 192, OECD Publishing, Parijs, <https://doi.org/10.1787/6f6d18e7-en> .

Europese Commissie. (2020). EU-taxonomieverordening (Verordening (EU) 2020/852). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32020R0852>

Europese Groene Deal. Beschikbaar op: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Geschied voor een pakket van 55 voet. Beschikbaar op: https://commission.europa.eu/topics/climate-action/delivering-european-green-deal/fit-55-delivering-proposals_en

Khan, ZA, Chowdhury, SR, Mitra, B., Mozumder, MS, Elhaj, AI, Salami, BA, Rahman, MM, & Rahman, SM (2023). *Analyse van casestudies over industriële symbiose en het potentieel ervan in Saoedi-Arabië*. *Journal of Cleaner Production* , 385*, 135536. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135536>

Mantese, GC & Amaral, DC (2018) Agentgebaseerde simulatie voor het evalueren en categoriseren van indicatoren voor industriële symbiose. *Journal of Cleaner Production* . 186, 450–464. doi:10.1016/j.jclepro.2018.03.142 .

Neves, A., Godina, R., Carvalho, H., Azevedo, SG & Matias, JCO (2019) *Initiatieven voor industriële symbiose in de Verenigde Staten en Canada: huidige status en uitdagingen* . In: *Proceedings van de 8e Internationale Conferentie over Industriële Technologie en Management, ICITM 2019*. 2019 pp. 247–251. doi:10.1109/ICITM.2019.8710744 .

Sgambaro, L., Chiaroni, D., Lettieri, E., & Paolone, F. (2024). *Het verkennen van industriële symbiose voor de circulaire economie: onderzoek naar en vergelijking van de anatomie en ontwikkelingsstrategieën in Italië* . *Management Decision* , <https://doi.org/10.1108/MD-04-2023-0658>

5. Beknopt syllabussjabloon – Hoger onderwijs (EQF6)

Moduletitel : Blockchaintechnologieën worden gebruikt om transparante en veilige systemen voor het volgen en certificeren van materiaal- en energiestromen te creëren.

EQF-niveau: 6

ECTS-credits: 4 ECTS

Totale werkbelasting (uren): 100 uur

- Contacturen (colleges, practica, seminars, workshops, enz.): 40 uur
- Begeleide zelfstudie: 30 uur
- Projectwerk: 30 uur

Uitvoerende instelling: DIMITROVA LIDIA (LIDI), Nederland.

PAGE *
MEROFF

5.1 Moduleoverzicht

Deze module introduceert de basisprincipes en het toegepaste gebruik van blockchaintechnologieën in de context van industriële symbiose (IS) en de circulaire economie. Studenten onderzoeken hoe blockchain kan worden ingezet om veilige, onveranderlijke en transparante systemen te creëren voor het volgen van materiaal- en energiestromen binnen complexe industriële netwerken. De module richt zich op het verbeteren van de data-integriteit, realtime traceerbaarheid en naleving van milieu- en duurzaamheidsnormen (bijv. CSRD, EFRAG, ISO 14000). Door een combinatie van theoretische input, casestudy-analyse en praktische oefeningen verwerven studenten praktische inzichten in blockchain-gebaseerde productpaspoorten, digitale tweelingen en certificeringssystemen die de transitie naar een koolstofarme economie en interorganisatorische verantwoording ondersteunen. De module is met name relevant voor toekomstige SymbioTech Managers die zich richten op het digitaliseren van resource management in industriële ecosystemen met meerdere actoren.

5.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen:

- *Kennis. Studenten zullen:*



1. Inzicht in blockchain-architectuur, inclusief gedistribueerde grootboeken, consensusalgoritmen en slimme contracten (LO1),
2. Wees bekend met tokenisatie, oracles, traceerbaarheidsprotocollen en compliance-frameworks (LO2).
3. hebben een diepgaand begrip van ethische, juridische en bestuurlijke vraagstukken in op blockchain gebaseerde duurzaamheidssystemen (LO3).

▪ ***Vaardigheden. Studenten kunnen:***

4. Ontwerp de logica van slimme contracten (LO4),
5. De traceerbaarheidsstromen voor grondstoffen, gerecyclede input of hernieuwbare energie in kaart brengen en modelleren (LO5).
6. evaluatiekaders gebruiken om blockchainoplossingen te vergelijken voor traceerbaarheid, auditing of rapportagedoeleinden (LO6),
7. Ontwerp sjablonen voor digitale productpaspoorten voor IS-toepassingen (LO7).

▪ ***Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid). Studenten zijn in staat om:***

8. onafhankelijk de geschiktheid van blockchain-oplossingen beoordelen in realistische duurzaamheidsscenario's (LO8),
9. Oordeelsvermogen tonen bij het beheren van conflicten tussen transparantie en vertrouwelijkheid in industriële gegevens (LO9),
10. samenwerken tussen technische en zakelijke teams om te pleiten voor op vertrouwen gebaseerde innovatie in circulaire systemen (LO10),
11. De mogelijkheden en beperkingen van op blockchain gebaseerde traceerbaarheid communiceren aan meerdere belanghebbenden (technisch, juridisch, management) (LO11).

PAGE *
152055

5.3 Indicatief leer-/lesrooster

A/A	Eenheids- /sectietitel	Sessietyp e	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Inleiding tot blockchain- en DLT- architectuur	Lezing / workshop / e- learning	Interactieve demo: hoe blokken in een grootboek met elkaar verbonden zijn.	LO1, LO2	Bahga & Madisetti (2016), Wang et al. (2020), Westerkamp et al. (2018), Samaniego & Deters (2023), Brownworth (nd)	Interactieve lezing met belangrijke inzichten in de basisprincipes van blockchain.
2	Blockchain en circulaire economie	Lezing/w orkshop/ e-learning	Casusanalyse: Circularise, Everledger	LO6, LO8	Ventura et al. (2024), Xia et al. (2025), Vladucu et al. (2024)	Casestudie van Circularise en Everledger voor een diepgaand begrip van beschikbare technologieën.
3	Slimme contracten en tokenisatie van resources voor informatiesyst emen	Lezing / workshop / e- learning	Ontwerptoken voor materiaalstromen	LO2, LO4, LO5	Westerkamp et al. (2018), Fu et al. (2023), Zuo et al. (2025)	Activiteit met oefeningen met betrekking tot het ontwerpen van slimme contracten en tokens.
4	Traceerbaarhei d in toeleveringske tens en digitale	Lezing/w orkshop/ e-learning	Maak een basis DPP- sjabloon.	LO2, LO5, LO7	Zhang et al. (2023), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021)	Een activiteit waarbij leerlingen een DPP-sjabloon moeten maken en ontwerpbeslissingen moeten onderzoeken.

	productpaspoorten					
5	Energiecertificaten en blockchain	Lezing/workshop / e-learning	Simulatie van het volgen van hernieuwbare energie	LO2, LO5	Fu et al. (2023), Liu et al. (2024), Zuo et al. (2025)	Voer een simulatie uit voor realistische monitoring van het energieverbruik van hernieuwbare energiebronnen.
A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
6	IoT- en Oracle-integratie	Lezing/workshop / e-learning	Een sensordashboard ontwerpen	LO1, LO2	Bahga & Madisetti (2016), Wang et al. (2020), Samaniego & Deters (2023), Schmid & Lefèvre (2024)	Analyseer voorbeelden van bestaande sensordashboards en pas de principes kritisch toe op een gegeven voorbeeldcase.
7	Privacy, beveiliging en naleving van wet- en regelgeving	Lezing/workshop / e-learning	Ethiekvraagstuk: Traceerbaarheid versus vertrouwelijkheid	LO2, LO3	Cali et al. (2021), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021), Khan en Salah (2022)	Groepsdebat of individuele analyse van de afweging tussen traceerbaarheid en vertrouwelijkheid

8	Groepsontwerpsprint	Project en beoordeling	Ideeënworkshop: project voor het traceren van bronnen	LO5, LO6, LO10, LO11	Niet relevant	Groepswork/brainstormen om een oplossing voor een bestaand probleem voor te stellen, gebruikmakend van de onderwerpen die in de cursus aan bod zijn gekomen.
9	Eindpresentaties	Project en beoordeling	Groepsprojectpresentaties	LO9, LO10, LO11	Niet relevant	Presentatie van een groepsproject.
10	Exam	Onderzoek	Eindexamens en beoordelingen.	LO1, LO2, LO3	Alle bovengenoemde teksten/materialen.	Schriftelijke en mondelinge examens (open vragen, quizen, enz.).

5.4 Onderwijs- en leermethoden

- *Leerbenadering*

Voor deze module wordt een hybride aanpak gehanteerd. Dit houdt een combinatie in van door de docent begeleide sessies en zelfstudiemateriaal. De door de docent begeleide sessies vinden plaats in een digitale leeromgeving waar studenten op vastgestelde tijden aan de lessen deelnemen. Deze digitale, sociale omgeving bevordert het begrip door middel van interpersoonlijke communicatie. Studenten kunnen zelfstudiemateriaal gebruiken wanneer het hen het beste uitkomt. Dit materiaal omvat vooraf opgenomen colleges, presentaties, documenten, afbeeldingen en video's. Deze aanpak zorgt voor een balans tussen structuur en vrijheid, en is bedoeld om studenten met verschillende voorkeuren en leerstijlen te ondersteunen. Deze flexibiliteit biedt bovendien de mogelijkheid om multimediale elementen te gebruiken die een beter inzicht geven in de behandelde onderwerpen, doordat ze vanuit een ander perspectief worden bekeken en gepresenteerd, met name door de combinatie van geschreven tekst, videomateriaal, interactieve simulaties en betrokken docenten.

- *Belangrijkste onderwijsmethoden*

Om een complete leerervaring te bieden, zullen diverse lesmethoden worden ingezet. De meest prominente hiervan zijn interactieve colleges, seminars, praktische workshops, begeleide computerpractica en groepsprojecten. De inhoud van deze module, die de onderwerpen Blockchain, Industriële Symbiose (IS), Circulaire Economie (CE), Supply Chain Tracking en Smart Contracts behandelt, zal worden aangeboden door een combinatie van de bovengenoemde lesmethoden.

- *Benaderingen en methoden die actief leren en de praktische toepassing van kennis ondersteunen.*

Door de verschillende lesmethoden binnen deze module te combineren, kan elke methode optimaal benut worden. Sociale interactie en persoonlijk vertrouwen zorgen voor een interactieve en persoonlijke leerervaring, waardoor studenten de mogelijkheid krijgen om eventuele onduidelijkheden over hun begrip van de onderwerpen op te helderen. Het asynchrone karakter stelt studenten in staat om in hun eigen tempo te werken, wat de stress vermindert voor studenten die baat hebben bij het vooruitwerken of herhalen van eerdere onderwerpen. De verschillende formaten van het lesmateriaal bieden studenten ook voordelen, omdat ze zelf kunnen kiezen welke formaten het beste bij hun leerstijl passen. Naast de verplichte onderwerpen zijn er aanvullende bronnen beschikbaar voor studenten die zich in specifieke onderwerpen verdiepen.

Door middel van groepsprojecten ontwikkelen studenten in deze module vaardigheden op het gebied van teamwork en communicatie. De opgedane kennis en vaardigheden zijn direct toepasbaar in de praktijk. Dit bereidt studenten voor op projecten binnen de LCA-context.

5.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

Beoordelingsonderdelen en bewijs van het behalen van leerdoelen :



Deze module zal, in lijn met de diverse onderwijsmethoden, een scala aan beoordelingsmethoden hanteren om de voortgang van studenten te meten, zowel wat betreft kennis als vaardigheidsontwikkeling. Deze beoordelingsmethoden omvatten tentamens, groepsprojecten, labverslagen en interactieve deelname aan de lessen.

- *Groepsproject (weging 40%)* . Ontwikkel een oplossing voor een bestaand probleem aan de hand van de behandelde onderwerpen. Het gebruik van generatieve AI voor brainstormen en het onderzoeken van bestaande problemen en oplossingen is toegestaan.
- *Laboratoriumverslagportfolio (weging 30%)* . Alle ontwerp opdrachten samen tellen mee voor dit cijfer.
- *Eindtentamen (weging 30%)* . Technische en scenario-gebaseerde vragen, energiemodellering en afstemming op regelgeving.

5.6 Bibliografie en hulpmiddelen

Bahga, A., & Madiseti, VK (2016). Blockchainplatform voor het industriële internet der dingen. *Journal of Software Engineering and Applications*, 9(10), 533–546. <https://doi.org/10.4236/jsea.2016.910036>

Cali, U., Kuzlu, M., Pipattanasomporn, M., Elma, O., & Reddi, K. (2021). Cyberbeveiliging van data en applicaties voor hernieuwbare energie met behulp van gedistribueerde ledgertechnologie. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2110.11354>

Fu, X., Tan, W., & Xu, Y. (2023). Blockchain-gebaseerde handel in certificaten voor hernieuwbare energie voor koolstofarme gemeenschappen van actieve energieproducenten. *Sustainability*, 15(23), 16300. <https://doi.org/10.3390/su152316300>

Khan, M., & Salah, K. (2022). Blockchain voor transparant en veilig supply chain management in systemen voor hernieuwbare energie. *International Journal of Sustainable Technology and Renewable Applications*, 11(1), 22–34.

Malik, N., Dedeoglu, V., Kanhere, SS, & Jurdak, R. (2021). PrivChain: Herkomst en privacybehoud in blockchain-gebaseerde toeleveringsketens. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2104.13964>

Samaniego, M., & Deters, R. (2023). Een digitale tweelingbenadering voor blockchain-gebaseerd IoT-resourcebeheer. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2309.01042>

Schmid, D., & Lefèvre, J. (2024). Blockchain-gebaseerde certificering voor de EU-waterstofmarkt: ontwerpoverwegingen en uitdagingen. *Frontiers in Blockchain*, 5, 1408743. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2024.1408743>

Sezer, E., Topal, A., & Nuriyev, U. (2021). Controleerbaarheid, transparantie en privacybeschermende mechanismen voor blockchain-gebaseerde traceerbaarheid van de toeleveringsketen. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2103.10519>

PAGE *
MARGE

Silvestri, L., Forcina, A., Introna, V., Santolamazza, A., & Cesarotti, V. (2020). Onderhoudstransformatie door middel van Industrie 4.0-technologieën: een systematisch literatuuronderzoek. *Computers in Industry*, 123, 103335. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103335>

Ventura, V., La Monica, M., Bortolini, M., Cutaia, L., & Mora, C. (2024). Blockchain en industriële symbiose: een voorlopig tweestappenplan voor groene circulaire toeleveringsketens. *Circular Economy and Sustainability*, 22, 17–30.

Wang, Q., Zhu, X., Ni, Y., Gu, L., & Zhu, H. (2020). Blockchain voor het IoT en industrieel IoT: een overzicht. *Internet of Things*, 10, 100081. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100081>

Westerkamp, M., Victor, F., & Küpper, A. (2018). Het traceren van productieprocessen met behulp van op blockchain gebaseerde tokenrecepten. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1810.09843>

Xia, H., Li, J., Li, QJ, Milisavljevic-Syed, J., & Saloniitis, K. (2025). Integratie van blockchain met digitale productpaspoorten voor het beheer van de retourketen. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 202, 104336. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104336>

Zhang, B., Lee, J., & Song, H. (2023). Een op blockchain gebaseerd raamwerk voor traceerbaarheid in de toeleveringsketen met behulp van digitale certificaten. *International Journal of Logistics Research and Applications*.

Zuo, K., Wang, S., & Li, J. (2025). Een niet-overdraagbaar handelssysteem voor groene stroom gebaseerd op blockchain. *Energies*, 17(16), 4002. <https://doi.org/10.3390/en17164002>

PAGE *
152055

6. Beknopt syllabussjabloon – Hoger onderwijs (EQF6)

Moduletitel : Symbiotische energie-efficiëntie-/managementtechnologieën en -modellen

EQF-niveau: 6

ECTS-credits: 4 ECTS

Totale werkbelasting (uren): 100 uur

- Contacturen (colleges, practica, seminars, workshops, enz.): 30 uur
- Begeleide zelfstudie: 40 uur
- Projectwerk: 30 uur

Uitvoerende instelling: VSB - TECHNISCHE UNIVERSITEIT VAN OSTRAVA (VB - TUO), Tsjechië.

6.1 Moduleoverzicht

PAGE *
MEROFF

Deze module biedt een inleiding tot energiesystemen, hernieuwbare energie en duurzaam energiebeheer. Studenten verwerven een gedegen begrip van elektriciteitsproductie en -verbruik, hernieuwbare energiebronnen, energie-efficiëntie in gebouwen, industriële energiestromen, energiemodellen voor gemeenschappen, financiële en waarderingmethoden en het beheer van emissierechten.

De module combineert theorie met praktische toepassingen door middel van hoorcolleges, workshops, seminars, e-learning, casestudies en simulaties. Studenten passen hun kennis toe in oefeningen zoals energieaudits, simulaties van energieopslag, efficiëntieverbeteringen, energiemodellering voor gemeenschappen en het ontwerp van duurzame stedelijke infrastructuur. Groepsprojecten en analytische opdrachten ontwikkelen hun vaardigheden op het gebied van besluitvorming, prognoses en optimalisatie verder.

Vereisten: Een basiskennis van spreadsheetsoftware (bijv. Excel) en algemene economische principes is aanbevolen.

Aan het einde van de module kunnen studenten energiesystemen analyseren, de milieu- en economische impact beoordelen, energiebesparende maatregelen ontwerpen en evalueren, en weloverwogen beslissingen nemen met betrekking tot energiemanagerstrategieën.

6.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen:

▪ ***Kennis. Studenten zullen:***

1. Inzicht in energiesystemen en -stromen: Begrijp de belangrijkste concepten van elektriciteitsproductie, hernieuwbare en niet-hernieuwbare bronnen en distributie in de context van energiebeheer (LO1).
2. Definieer energie-efficiëntie en -diensten: Leg de principes van energiediensten uit, de drijfveren voor efficiëntie (kosten, risico, technologie) en de rol van energieaudits (LO2).
3. Onderscheid bedrijfsmodellen: Maak onderscheid tussen traditionele leveringsmodellen en prestatiegebaseerde modellen (ESCO, EPC, PPA), inclusief raamwerken voor gemeenschapsenergie en gedeeld eigendom (LO3).
4. Inzicht in financiële en risicoprincipes: De methoden voor financiële waardering (ROI, IRR, terugverdientijd) begrijpen en risico's identificeren die verbonden zijn aan kasstroom- en energieprojecten (LO4).
5. Inzicht in regelgevende mechanismen: Begrijp het wettelijke kader voor emissierechten, handelssystemen en stedelijk energiebeleid (LO5).

▪ ***Vaardigheden. Studenten kunnen:***

6. Energiegegevens analyseren: Berekeningen uitvoeren om industriële energiestromen in evenwicht te brengen, mogelijkheden voor efficiëntie te identificeren en het verbruik te optimaliseren (LO6).
7. Evaluer bouw- en stedelijke oplossingen: Beoordeel de energieprestaties van gebouwen en ontwerp blauwgroene infrastructuur (bijv. groene daken) om stedelijke hitte-eilanden te verminderen (LO7).
8. Voorspellingsmodellen toepassen: Tijdreeksanalyse en stochastische modellen gebruiken om onzekere variabelen op energiemarkten te voorspellen (LO8).
9. Voer een economische analyse uit: bereken de kasstromen voor projecten op het gebied van hernieuwbare energie en voer een waardering uit met behulp van deterministische en willekeurige variabelen (LO9).
10. Vergelijk contractopties: Analyseer en selecteer de optimale contractuele benaderingen (bijv. gegarandeerde besparingen versus gedeelde besparingen) op basis van specifieke beperkingen (LO10).

PAGE *
M5B055

- **Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid).** Studenten zijn in staat om:
 11. Strategische investeringsbeslissingen nemen: Risico- en economische analyses synthetiseren om weloverwogen beslissingen te nemen en te verdedigen met betrekking tot investeringen in hernieuwbare energie (LO11).
 12. Ontwerp symbiotische energiemodellen: Ontwikkel haalbare bedrijfs- of operationele modellen voor het delen van energie binnen de gemeenschap en decentrale energieopwekking (LO12).
 13. Emissiestrategieën optimaliseren: Formuleer strategieën voor het beheer van emissierechten om naleving en economische optimalisatie te bereiken (LO13),
 14. Complexe energieproblemen oplossen: technische, milieu- en sociale aspecten integreren om holistische oplossingen voor duurzaam energiebeheer voor te stellen (LO14).

Indicatief leer-/leveringsschema

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Inleiding tot elektrische energie, beheer van elektriciteitsproductie en -verbruik in de context van hernieuwbare en niet-hernieuwbare bronnen.	Hoorcollege / e-learning	Basisbegrippen van elektrische energie, productiecycli, distributie en verbruik versus energiebeheer in economische entiteiten.	LO1, LO6,	Cleveland en Morris (2015), Randolph & Masters (2018), Rubino, Sapio en La Scala (2021)	Interactieve colleges en discussies.
2	Hernieuwbare energiebronnen	Lezing / workshop/e-learning	Soorten hernieuwbare energiebronnen, milieu- en sociale gevolgen, en integratie in het elektriciteitsnet.	LO1, LO2, LO7	Sebestyén (2011), Alam et al. (2020), Beck et al. (2025), Europese Commissie (2017)	Spel om energiebronnen te sorteren. Interactieve kaartactiviteit - waar hernieuwbare energie het beste werkt. Minicase studie: Hernieuwbare energie in mijn land/regio/stad/huis.
3	Industriële energiestromen (verbruiksbalans)	Lezing / workshop	Energiemonitoring/meting, balanceren, optimaliseren en energieopslag.	LO1, LO6, LO8	Ionita et al. (2023), Nolzen, Leenders &	Energieaudit voor huishoudens. Minicases (bijv.

		p / e-learning			Bardow (2023), Guo et al. (2024)	stroomuitvalsscenario). Simulatie van energieopslag.
4	Symbiotische (gemeenschappelijke) energiedeling	Lezing / Seminar / e-learning	Concepten voor het delen van energie binnen de gemeenschap, technische infrastructuur en wettelijk kader.	LO3, LO10, LO12	Leghissa, G. (2024), Chen, T., et al. (2025) , Europese Gemeenschap Machtcoalitie (2021)	Simulatie van een gemeenschapsenergie model (bijvoorbeeld met behulp van een casestudy of rollenspel).

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
5	Het energieverbruik van gebouwen verminderen	Lezing/workshop / e-learning	Energienormen, isolatieoptimalisatie, verbruiksmonitoring, verbetering van duurzaamheid.	LO2, LO6, LO7	Gkotsis et al. (2024), Energie-efficiëntie (2024), Widuto (2022)	Het toepassen van efficiëntiemaatregelen op praktijkvoorbeelden en het voltooien van interactieve oefeningen.
6	Blauwgroene infrastructuur (symbiose in de hitte-eilanden)	Lezing/workshop / e-learning	Stedelijke koeling, groene daken, verticale tuinen, ondersteuning van biodiversiteit, blauwgroene symbiose.	LO7, LO14	SALUTE4CE-Handboek (2022), Gartland (2008), Brázdová & Kupka (2023)	Ontwerpinterventies, veldbezoeken, data-analyse.
7	Financiële modellering en prognoses voor energiemarkten	Lezing/workshop	Data-analyse, ontwikkelingsmodellen en voorspellingen van marktvariabelen.	LO4, LO8,	Bunn, Derek (2004), Prossr, Matthias (2025), Rees, Michael (2018)	Lezing met begeleide casestudies over het modelleren van willekeurige variabelen op energiemarkten.
8	Waardering van investeringen in hernieuwbare energie	Lezing/workshop	Cashflowprognose, projectwaardering, risicoanalyse (IRR, NPV).	LO4, LO9, LO11	Hürlimann, Christian (2019), Santosh Raikar en Seabron Adamson (2024)	Theorie en praktische casestudies over de waardering van investeringen in hernieuwbare energie.

9	Energiecontracten en bedrijfsmodellen	Lezing / workshop / e-learning	PPA, ESCO, EPC, gedeelde contracten, evaluatie van bedrijfsmodellen.	LO3, LO10, LO12	Andersen (2025), Internationaal Energieagentschap (2023, 2024), North East & Yorkshire Net Zero Hub (2024), RE-Source Platform (2025)	Hoorcollege met begeleide casestudies, interactief seminar met begeleide discussie/project.
10	Emissierechten en het optimale beheer ervan	Lezing / seminar / e-learning	Soorten vergoedingen, toewijzingsmethoden en risicobeslissingsmodell en voor bedrijven.	LO05, LO13	Zapletal (2018), Zapletal et al. (2020), Abrell et al. (2022), Skjærseth & Wettstad (2016), Błażejowska et al. (2024)	Theoretische en praktische casestudie van een industrieel bedrijf in de EU, gebaseerd op historische gegevens.

6.4 Onderwijs- en leermethoden

▪ *Leerbenadering*

Voor deze module wordt een hybride leerbenadering gehanteerd, waardoor sessies zowel synchroon als asynchroon kunnen plaatsvinden. Studenten nemen deel aan interactieve colleges, workshops, seminars en begeleide discussies, maar ook aan vooraf opgenomen colleges, presentaties, literatuur, casestudies en simulatieoefeningen. Deze aanpak biedt flexibiliteit en zorgt tegelijkertijd voor actieve betrokkenheid en een grondig begrip van de onderwerpen.

▪ *Belangrijkste onderwijsmethoden*

De module maakt gebruik van diverse onderwijsmethoden, waaronder interactieve hoorcolleges met begeleide discussies om basiskennis over energiesystemen, hernieuwbare energie en energiemanagement te introduceren. Casestudies, mini-casestudies en rollenspellen stellen studenten in staat theoretische kennis toe te passen op praktische scenario's zoals energieaudits, energiedeling en beheer van emissierechten. Workshops en praktijkgerichte labs ontwikkelen vaardigheden op het gebied van energieoptimalisatie, financiële modellering, prognoses en stedelijke energieplanning. Hoorcolleges/webinars, groepsprojecten en seminars vergroten het begrip van regelgeving, innovatieve bedrijfsmodellen en duurzaamheidsstrategieën. De beoordeling bestaat uit schriftelijke of mondelinge opdrachten om kennis, analytisch vermogen en praktische toepassing te evalueren.

▪ *Benaderingen en methoden die actief leren en de praktische toepassing van kennis ondersteunen.*

Praktisch georiënteerde methoden, zoals simulaties, veldinterventies en casestudies, stellen studenten in staat theoretische concepten toe te passen op reële energie-uitdagingen. Teamwerk via workshops, groepsprojecten en gezamenlijke oefeningen verbetert probleemoplossende, modellerings- en besluitvormingsvaardigheden. Deze combinatie voorziet studenten van de kennis, vaardigheden en competenties die nodig zijn om energiesystemen effectief te beheren, duurzaamheidsoplossingen te implementeren en innovatieve strategieën te beoordelen in industriële en stedelijke contexten.

PAGE *
MEROFF

6.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

De module maakt gebruik van een gemengde beoordelingsstrategie om zowel theoretische kennis als praktische vaardigheden over alle onderwerpen te evalueren. Het begrip van studenten van energiesystemen, hernieuwbare energiebronnen, industriële energiestromen, energievoorziening op gemeenschapsniveau, energie-efficiëntie van gebouwen, stedelijke blauwgroene infrastructuur, financiële modellering, waardering van hernieuwbare energie, energiecontracten en beheer van emissierechten wordt op meerdere manieren beoordeeld. De beoordeling omvat actieve deelname, toegepaste oefeningen, projectwerk en schriftelijke en mondelinge examens. Zowel formatieve beoordeling (voortdurende deelname, oefeningen en feedback) als summatieve beoordeling (eindopdracht met cijfer) zijn geïntegreerd om de leerprogressie te ondersteunen.

Beoordelingsonderdelen en bewijs van het behalen van leerdoelen :

- *Deelname en betrokkenheid (weging 10%).* Actieve deelname aan alle onderwijs- en leeractiviteiten, waaronder colleges, workshops, seminars, e-learningoefeningen, casestudies, simulaties en begeleide discussies. De betrokkenheid wordt beoordeeld op basis van de bijdrage aan discussies, de samenwerking bij groepsactiviteiten en de voltooiing van interactieve oefeningen.
- *Toegepaste oefeningen en mini-casestudies (weging 20%).* Voltooiing van praktische oefeningen zoals spellen voor het sorteren van energiebronnen, energieaudits van huishoudens, simulaties van hernieuwbare energie, energiebesparende maatregelen voor gebouwen en ontwerptaken voor blauwgroene infrastructuur (toetsing van LO6, LO7, LO8).
- *Groepsproject (weging 40%).* Een gezamenlijk analytisch project (ongeveer 3000 woorden) gericht op een reëel of gesimuleerd energierelevant scenario, zoals het optimaliseren van energiedeling binnen een gemeenschap, het ontwerpen van energiebesparende maatregelen voor een gebouw of het beoordelen van emissierechtenstrategieën. Het rapport moet data-analyse, besluitvorming en praktische aanbevelingen bevatten (toetsing van LO11 – LO14).
- *Eindexamen (schriftelijk of mondeling, weging 30%).* De examens toetsen de theoretische kennis en het praktische begrip van alle moduleonderwerpen, waaronder energiesystemen, hernieuwbare energiebronnen, industriële energiestromen, financiële modellering, waardering, energiecontracten en emissiebeheer. De vragen kunnen bestaan uit open vragen, meerkeuzevragen en scenario-gebaseerde opgaven om de leerdoelen LO1-LO5, LO9 en LO10 uitgebreid te evalueren.

6.6 Bibliografie en hulpmiddelen**6.6.1 Vereist**

Abrell, J., Cludius, J., Lehmann, S., Schleich, J., & Betz, R. (2022). Handelsgedrag van bedrijven in emissierechten gedurende het eerste decennium van het EU ETS. *Environmental and Resource Economics*, 83 (1), 47–83.

Alam, MS, Al-Ismael, FS, Abido, MA, & Salem, A. (2020). Hoge penetratie van hernieuwbare energie in het elektriciteitsnet: uitdagingen en kansen. *arXiv* , 2006.04638. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.04638>

Andersen. (2025, 16 juli). Energieprestatiecontracten (EPC's): Een weg naar duurzame energieoplossingen. <https://es.andersen.com/en/publications-and-news/energy-performance-contracts-epcs-a-pathway-to-sustainable-energy-solutions.html>

Beck, HP, et al. (2025). Een uitgebreid overzicht van duurzame energiesystemen in de context van de Duitse energietransitie – Deel 2: Hernieuwbare energie en opslagtechnologieën. *Carbon Neutral Systems*, 3 . <https://doi.org/10.1007/s44438-025-00013-z>

Błażejowska, M., Czarny, A., Kowalska, I., Michalczewski, A., & Stępień, P. (2024). De effectiviteit van het EU ETS-beleid bij het veranderen van de energiemix in geselecteerde Europese landen. *Energieën*, 17 (17), 4243.

Brázdová, K., & Kupka, J. (2023). De objectivering van het concept van de levende groene muren als instrument voor stedelijke vergroening (Casestudie: LIKO-S as, Slavkov u Brna, Tsjechië). *Land*, 12 (1), 229. <https://doi.org/10.3390/land12010229>

Bunn, D. (2004). *Prijsmoellering in concurrerende elektriciteitsmarkten*. Londen: Wiley. ISBN 978-0470848609

Chen, T., Anapyanova, A., Vandendriessche, F., & de Meer, H. (2025). Implementatie van energiedeling in energiegemeenschappen: een vergelijkende juridische analyse van Oostenrijk en Vlaanderen. *Utilities Policy*, 96 . <https://doi.org/10.1016/j.jup.2025.101993>

Cleveland, CJ, & Morris, C. (2015). *Woordenboek van energie* (2e editie). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-64490-1>

Energie-efficiëntie. (2024). Vergelijkende analyse van beleid voor decarbonisatie van woongebouwen in belangrijke economieën: inzichten uit de EU, China en India. *Energie-efficiëntie*, 17 . <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-024-10225-w>

Europese Commissie. (2017). Milieubasisstudie voor de ontwikkeling van hernieuwbare energiebronnen, energieopslag en een netwerk van elektriciteitsbronnen in de Noordzee en de Ierse Zee. DG Energie. https://energy.ec.europa.eu/publications/environmental-baseline-study-development-renewable-energy-sources-energy-storages-and-meshed_en

Europese Gemeenschap Energiecoalitie. (2021). Handboek over gemeenschapsenergie. <https://communitypowercoalition.eu/2021/05/31/handbook-on-community-energy/>

Gartland, L. (2008). *Hitte-eilanden: inzicht in en bestrijding van hitte in stedelijke gebieden*. Earthscan / Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781849771559>

Gkotsis, P., Papadopoulos, A., & Karagiannidis, A. (2024). Energie-efficiëntie van gebouwen in Centraal- en Oost-Europa: ruimte voor verbetering. *Energie-efficiëntie*, 17 , artikel 32. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-024-10215-y>

Guo, J., Peng, J., Luo, Y., Zou, B., & Luo, Z. (2024). Studie naar hybride energieopslag voor energiesystemen in industrieparken: Voordelen, huidige status en uitdagingen. *Nonlinear Systems and Optimization*, 3 (1). <https://doi.org/10.1051/nso/20230051>

Hürlimann, C. (2019). *Waardering van investeringen in hernieuwbare energie*. Zürich: Springer Gabler. ISBN 978-3658274696

Ionita, A., Kostopoulos, E., Almeida, A., Pires, A., & Ferreira, V. (2023). Een systematisch literatuuronderzoek naar datagestuurde energiebeheersystemen voor woningen en industrie. *Energies*, 16 (4), 1688. <https://doi.org/10.3390/en16041688>

Internationaal Energieagentschap. (z.d.). Energiebedrijven (ESCO's): ESCO-contracten. IEA-publicaties. <https://www.iea.org/reports/energy-service-companies-escos-2/esco-contracts>

Internationaal Energieagentschapsprogramma voor een efficiënte energietransitie (IEA EBC Annex 75, Resultaat 2). (2023, 19 juni). Bedrijfsmodellen voor kosteneffectieve gebouwrenovatie op districtsniveau. https://annex75.iea-ebc.org/Data/publications/Annex75_D2_Report_BusinessModels_19_June_2023.pdf

Leghissa, G. (2024). Een routekaart voor een beleids- en juridisch kader voor energiegemeenschappen. Directoraat-Generaal Energie, Energiegemeenschapsrepository.

North East & Yorkshire Net Zero Hub. (Februari 2024). Handleiding voor stroomafnameovereenkomsten. <https://www.neynetzerohub.com/wp-content/uploads/2024/02/Power-Purchase-Agreement-Guide.pdf>

Nolzen, N., Leenders, L., & Bardow, A. (2023). Flexibiliteitsuitbreidingsplanning van multi-energiesystemen door energieopslag voor deelname aan balanceringsmarkten. *Frontiers in Energy Research*, 11, 1225-564. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1225564>

Prossr, M. (2025). *Financiële modellering van hernieuwbare energie* (1e editie). In eigen beheer uitgegeven. ISBN 979-8301944512

Randolph, J., & Masters, GB (2018). *Energie voor duurzaamheid: fundamenteen voor technologie, planning en beleid*. Island Press. ISBN 978-1-61091-820-6

Raikaar, S., & Adamson, S. (2024). *Financiering van hernieuwbare energie: theorie en praktijk* (2e editie). Boston: Academic Press. ISBN 978-0443159558

Rees, M. (2018). *Principes van financiële modellering: modelontwerp en beste praktijken met behulp van Excel en VBA* (1e editie). Hoboken: John Wiley. ISBN 9781118904015

RE-Source Platform. (z.d.). RE-Source's bedrijfs-PPA-handleiding. <https://resource-platform.eu/corporate-ppa-guide/>

Rubino, A., Sapio, A., & La Scala, M. (2021). *Handboek Energie-economie en -beleid*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-01718-4>

SALUTE4CE-Handboek. (2022). *SALUTE4CE-handboek*. Interreg Centraal-Europa. <https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/SALUTE4CE/SALUTE4CE-Handbook.pdf>

Sebestyén, V. (2021). Netwerken van milieueffecten van hernieuwbare energiecentrales. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111626. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111626>

Skjærseth, JB, & Wettestad, J. (2016). *EU-emissiehandel: Initiatie, besluitvorming en implementatie*. Routledge.

Widuto, A. (2022). *Energiebesparing en vraagvermindering*. Onderzoeksdienst van het Europees Parlement. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733666/EPRS_BRI\(2022\)733666_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733666/EPRS_BRI(2022)733666_EN.pdf)

PAGE *
MFCFF

Zapletal, F. (2018). *Optimalisatiemodellen voor emissiebeheer*. Serie over geavanceerde economische kwesties, Faculteit der Economische Wetenschappen, VŠB-TU Ostrava, vol. 53. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. ISBN 978-80-248-4193-9

Zapletal, F., Šmíd, M., & Kopa, M. (2020). Meertraps emissiebeheer van een staalbedrijf. *Annals of Operations Research*, 292 (2), 735–751.

6.6.2 Aanbevolen

Boungou, W., & Dufau, B. (2024). EU ETS fase IV en industriële prestaties. *Economics Letters*, 236, 111596.

Ellerman, D. (2010). Het EU-emissiehandelssysteem. In *Post-Kyoto International Climate Policy* (pp. 88).

Farid, M. (2021). *Inleiding tot projectfinanciering in infrastructuur voor hernieuwbare energie: inclusief publiek-private investeringen en niet-volwassen markten* (1e editie). Berlijn: Springer. ISBN 978-3030687427

Fronda, S. (2025). *Projectmanagement voor hernieuwbare energie: strategie, uitvoering en duurzame impact: een uitgebreide gids voor het ontwikkelen, beheren en financieren van duurzame infrastructuurprojecten* (1e editie). In eigen beheer uitgegeven. ISBN 979-8288094965

Lynch, AP (2017). *Financiële modellering voor projectfinanciering: Cashflowmodellering in Excel vóór de financiële afsluiting* (3e editie). Londen: Lynch-Ayerst Publishing. ISBN 978-0995673007

Handleidingen voor de SankeyMATIC-software. (z.d.). Beschikbaar op: <https://sankeymatic.com/manual/>

Tang, L., Wang, H., Li, L., Yang, K., & Mi, Z. (2020). Kwantitatieve modellen in onderzoek naar emissiehandelssystemen: een literatuurstudie. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132, 110052.

Xue, X., Wang, S., Chun, T., Xin, H., Xue, R., Tian, X., & Zhang, R. (2023). Een geïntegreerd raamwerk voor de evaluatie van de prestaties van industriële symbiose in een energie-intensief industriepark in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 42056–42074. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

PAGE *
MFC055

7. Beknopt syllabussjabloon – Hoger onderwijs (EQF6)

Moduletitel : Milieumanagementsystemen (EMS)

EQF-niveau: 6

ECTS-credits: 4 ECTS

Totale werkbelasting (uren): 100 uur

- Contacturen (colleges, practica, seminars, workshops, enz.): 40 uur
- Begeleide zelfstudie: 30 uur
- Projectwerk: 30 uur

Uitvoerende instelling: UNIVERSITEIT VAN PATRAS (UPAT), Griekenland

7.1 Moduleoverzicht

Deze module biedt een geavanceerde introductie tot milieumanagementsystemen (EMS) en hun rol in het ondersteunen van duurzaamheid, naleving en continue verbetering binnen organisaties. De module richt zich op de Europese EMAS-verordening als primair EMS-raamwerk, ondersteund door openbaar beschikbare ISO 14001-principes en de praktische, stapsgewijze begeleiding van het EMS-model van de Amerikaanse EPA. Studenten ontwikkelen een geïntegreerd begrip van hoe EMS-raamwerken zijn gestructureerd, hoe milieuaspecten en -effecten worden geïdentificeerd en geëvalueerd, hoe nalevingsverplichtingen en prestatie-indicatoren worden vastgesteld en hoe audit-, monitoring- en evaluatieprocessen continue verbetering waarborgen. Deze focus helpt studenten te zien hoe EMS-instrumenten in de praktijk worden toegepast om de milieuprestaties te verbeteren. Door uitgebreid praktisch gebruik van officiële EMAS-instrumenten – waaronder de Environmental Aspects Tool, de Data Collection Tool en de Core Indicators – en EPA-werkbladen, verwerven studenten praktische vaardigheden in het analyseren van milieuprestaties en het ontwerpen van EMS-componenten.

Deze module is ontworpen voor studenten in het hoger onderwijs en toekomstige professionals in functies op het gebied van duurzaamheid, milieumanagement, het faciliteren van industriële symbiose, consultancy en compliance. De module sluit direct aan op de module Industriële Symbiose door de operationele en governance-mechanismen aan te reiken die nodig zijn om symbiotische praktijken in organisatiesystemen te integreren. Voorkennis van milieumanagement, regelgeving of concepten van de circulaire economie is nuttig, maar niet

verplicht. Aan het einde van de module kunnen studenten de EMAS-, ISO- en EPA-EMS-methodologieën begrijpen, vergelijken en toepassen, en de kernelementen van een kleinschalig EMAS-systeem implementeren, waarmee ze voorbereid zijn op de uitdagingen van milieumanagement in de praktijk.

7.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen:

▪ ***Kennis. Studenten zullen:***

1. blijkt te geven van een geavanceerd begrip van de principes, structuur en het doel van een milieumanagementsysteem (EMS), inclusief de EMAS-vereisten (bijlagen I-IV) en de openbaar beschikbare basisprincipes van ISO 14001 (LO1).
2. De EMAS-, ISO 14001- en EPA-EMS-raamwerken kritisch evalueren en de verschillen in vereisten, transparantie, auditing en prestaties identificeren (LO2).

▪ ***Vaardigheden. Studenten kunnen:***

3. milieuaspecten en -effecten identificeren en evalueren met behulp van EMAS-methodologieën en -instrumenten (Environmental Aspects Tool, criteria van bijlage II) (LO3),
4. Ontwikkel de kerndocumentatie voor EMS/EMAS, inclusief milieubeleid, doelstellingen, KPI's, nalevingsregisters, monitoringplannen en operationele controles (LO4).
5. EMAS-tools en EPA EMS-werkbladen toepassen om milieugegevens te interpreteren, prestatie-indicatoren te beoordelen en besluitvorming binnen het milieumanagementsysteem te ondersteunen (LO5).

▪ ***Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid). Studenten zijn in staat om:***

6. Zelfstandig plannen en coördineren van de belangrijkste fasen van de EMAS-implementatie, inclusief aspectenevaluatie, nalevingsbeoordeling, KPI-vaststelling en monitoring (LO6).
7. Interne EMS-audits uitvoeren en bijdragen aan managementbeoordelingsprocessen, waarbij verantwoording en een focus op continue verbetering worden getoond (LO7).
8. Effectief communiceren, op bewijs gebaseerde aanbevelingen formuleren en verdedigen voor de verbetering van de ambulancezorg aan diverse belanghebbenden, waaronder management en auditors (LO8),
9. Adaptieve oplossingen voorstellen voor veelvoorkomende implementatieproblemen of non-conformiteiten binnen een EMS, waarbij keuzes worden gerechtvaardigd op basis van EMAS-, ISO- en EPA-principes (LO9).

PAGE *
M52055

7.3 Indicatief leer-/leveringsschema

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Wat is EMS? De context begrijpen.	Lezing / workshop / e-learning	Wat milieumanagementsystemen (EMS) zijn, waarom ze belangrijk zijn, EMS in de context van duurzaamheid in de EU en industriële symbiose.	LO1	EMAS-gebruikershandleiding (Inleiding); Overzicht van EPA EMS	Interactief college; contextanalyse; begeleide discussie
2	EMS-architectuur en kerncomponenten (EMAS/ISO/EPA)	Lezing	Structuur van het EMS (beleid → planning → implementatie → controle → evaluatie); PDCA	LO1	EMAS-gebruikershandleiding – EMS-structuur; EPA-pagina "Basiscomponenten van een EMS"	Systeemmapping; onderdelenanalyse
3	EMAS-grondbeginselen (Deel 1)	Lezing	Wat EMAS is; EMAS-registratie; vereisten van bijlage I van EMAS; toegevoegde waarde ten opzichte van ISO	LO1, LO2	EMAS-verordening (Bijlage I)	Begeleid lezen
4	EMAS-grondbeginselen	Workshop	Methodologie van bijlage II van EMAS; beoordeling	LO3, LO6	EMAS-instrument voor	Praktisch gebruik van de EMAS Aspects

	(Deel 2): Aspecten en gevolgen		van de significantie; in kaart brengen van milieuaspecten		milieuaspecten; EMAS-bijlage II	Tool; significantiescor e
5	EMAS- instrumenten: aspecten, indicatoren, gegevens (praktische oefening)	Praktisch laboratoriu m	Gebruik van EMAS- tools: Aspectentool, Gegevensverzamel ingstool, Kernindicatoren; het voorbereiden van EMAS-datasets	LO3, LO4, LO5, LO6	EMAS- gegevensverzamelin gstool; EMAS- richtlijnen voor kernindicatoren	Op sjablonen gebaseerde oefeningen; gegevensinterpr etatie

A/ A	Eenheids- /sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
6	ISO 14001- grondbeginsele n	Lezing	ISO-structuur op hoog niveau (openbare informatie); overzicht van clausules; risicogebaseerd denken; verschillen met EMAS	LO1, LO2	ISO 14001 Openbaar Overzicht (iso.org); EPA "ISO- gealigneerde EMS- richtlijnen"	Conceptuele vergelijking; het in kaart brengen van de ISO- structuur
7	Stapsgewijze handleiding voor het EPA EMS-systeem (praktische module)	Werkplaats / Lab	EPA EMS-stappen 1-9: Beleid → Aspecten → Juridisch → Doelstellingen → Implementatie → Monitoring → Audits → Evaluatie → Verbetering	LO3, LO5, LO6	EPA EMS- implementatiehandl eiding; EPA-werkblad	Praktische werkbladen invullen; scenario- oefeningen
8	EMAS versus ISO 14001 versus EPA – Verschillen, sterke punten, hulpmiddelen	Workshop	Vergelijking naast elkaar: eisen, transparantie, indicatoren, audits, documentatie	LO2, LO8 , LO9	Vergelijking EMAS versus ISO (EU); EPA- pagina over "EMS- modellen"	Venn-diagram; gestructureerde vergelijking; groepsanalyse
9	Stapsgewijze implementatie	Workshop	Volledige EMAS- workflow: Beleid → Aspecten →	LO4, LO7, LO9	EMAS Bijlage III (Audit) & Bijlage IV (Verklaring)	Groepsanalyse

	van EMAS (gevorderd)		Compliance → KPI's → Controles → Monitoring → Audit → Verklaring (Bijlage IV)			
10	Eindproject EMAS & Integratie	Project / Beoordeling	Project / Beoordeling	LO4, LO5, LO6, LO8, LO9	Alle EMAS-tools; EPA EMS-werkbladen	Documentatiew orkshop

7.4 Onderwijs- en leermethoden

▪ *Leerbenadering*

Er wordt een hybride leerbenadering gehanteerd, waarbij synchrone en asynchrone vormen worden gecombineerd. Synchrone sessies (colleges, seminars, workshops) faciliteren directe interactie, begeleide discussies en het oplossen van problemen in realtime. Asynchroon leren biedt flexibiliteit door middel van samengesteld digitaal materiaal (EMAS-gebruikershandleiding, EMAS-tools, EPA-werkbladen, openbare ISO-samenvattingen) op het leerplatform, waardoor zelfstudie mogelijk is.

▪ *Belangrijkste lesmethoden*

- Interactieve colleges waarin EMS-concepten, de EMAS-structuur, de grondbeginselen van ISO 14001 en de stapsgewijze richtlijnen van de EPA worden geïntroduceerd.
- Casusgericht leren, waarbij EMAS-instrumenten worden toegepast op reële of realistische organisatorische scenario's.
- Praktische laboratoriumsessies met behulp van de EMAS Environmental Aspects Tool, de EMAS Data Collection Tool, de EMAS Core Indicators en EPA-werkbladen.
- Workshops en simulaties, zoals gesimuleerde audits, simulaties van managementbeoordelingen en het opstellen van milieuraportages.
- Groepswerk, waarbij het leren van elkaar wordt ondersteund door middel van op tools gebaseerde taken (aspectanalyse, KPI-bepaling, nalevingsmapping).
- Projectgebaseerd leren, culminerend in de ontwikkeling van een compleet EMAS-minisysteem.

Deze methoden bevorderen zowel conceptueel begrip als praktische competentie in de implementatie van EMS/EMAS.

▪ *Benaderingen en methoden die actief leren en de praktische toepassing van kennis ondersteunen.*

De synchrone leerbenadering is zeer geschikt om docenten en studenten direct met elkaar in contact te brengen en informatie sneller uit te wisselen. Dit draagt bij aan een gevoel van gemeenschap en het ophelderen van misvattingen. Bovendien is de asynchrone leerbenadering flexibeler. Studenten krijgen meer tijd om het lesmateriaal te verkennen en zich ermee bezig te houden, en het maakt het toegankelijk voor een bredere groep studenten.

7.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

Beoordelingsonderdelen en bewijs van het behalen van leerresultaten

Ze bestaan uit:

- *participatie en betrokkenheid (weging 10%),*



- een praktisch groepsproject (weging 30%), en
- een afsluitend schriftelijk examen (weging 60%).

Deelname weerspiegelt de actieve betrokkenheid van studenten bij colleges, seminars, workshops en oefeningen met behulp van officiële EMAS-tools en EPA EMS-werkbladen. Het groepsproject vereist dat studenten gezamenlijk een beknopt EMAS-minisysteem ontwerpen voor een echte of hypothetische organisatie, waarbij ze de belangrijkste elementen uit de 10 modules toepassen en tegelijkertijd flexibiliteit behouden in structuur en diepgang, afhankelijk van de specifieke organisatiecontext die ze kiezen. Het schriftelijke eindexamen beoordeelt het begrip van studenten van EMS- en EMAS-principes, de grondbeginselen van ISO 14001 (met behulp van openbaar beschikbare bronnen), de verschillen tussen EMAS-, ISO- en EPA-modellen en hun vermogen om scenario's te analyseren of milieuaspecten, indicatoren of compliancegegevens te interpreteren. Samen zorgen deze onderdelen ervoor dat studenten zowel theoretische kennis als praktische competentie tonen in de implementatie van kern-EMS/EMAS-processen.

7.6 Bibliografie en hulpmiddelen

7.6.1 Vereist

Europese Commissie. (z.d.). *EMAS-gebruikershandleiding*. <https://green-forum.ec.europa.eu/publications/emas-users-guide-0> en

Europese Commissie. (2009). *Verordening (EG) nr. 1221/2009 betreffende de vrijwillige deelname van organisaties aan een communautair systeem voor ecologisch beheer en audit (EMAS)*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1221/oj/eng>

Europese Commissie. (2017). *EMAS-instrument voor milieuaspecten*. <https://green-forum.ec.europa.eu/publications/environmental-aspects-tool> en

Europese Commissie. (2017). *EMAS-gegevensverzamelingsstool*. <https://green-forum.ec.europa.eu/publications/data-collection-tool> en

Europese Commissie. (2017). *EMAS Easy – Stapsgewijze handleiding voor het mkb*. <https://green-forum.ec.europa.eu/publications/emas-easy> en

Amerikaans Milieuagentschap (2025). *Implementatiehandleiding voor milieumanagementsystemen*. <https://www.epa.gov/ems/plan-initial-development-ems>

Internationale Organisatie voor Standaardisatie. (2015). ISO 14001 — *Milieumanagementsystemen (Openbaar overzicht)*. <https://www.iso.org/standard/60857.html>

Daarnaast zijn studenten verplicht om al het lesmateriaal (colleges, presentaties, aantekeningen, werkbladen en aanvullende documenten) dat door de docent op het cursusplatform is geplaatst, te bestuderen, aangezien dit een integraal onderdeel vormt van de kernleermiddelen van de module.

7.6.2 Aanbevelen

Europese Commissie. (2023). *EMAS – Instrumenten. Green Forum: Groen Ondernemen. Geraadpleegd op 18 november 2025.* https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/emas/emas-resources/emas-tools_en

Amerikaans Milieuagentschap (z.d.). *Casestudies van ambulancediensten.* <https://www.epa.gov/sustainability/case-studies-and-best-practices>

Deel B

7 leerplannen voor beroepsopleidingsmodules

PAGE *
MEROFF

1. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs(EQF5)

Moduletitel: Het raamwerk voor industriële symbiose (IS)

EQF-niveau: 5

ECVET-credits: 2 tot 3 ECVET

Totale werkbelasting (uren): 50-75

- Contacturen (input, seminars, workshops, enz.): 42-56 uur
- Begeleide zelfstudie: 4-9
- Projectwerk: 4-10

Leverende instelling: MOGENSEN LENE (IDDK), Denemarken.

1.1 Moduleoverzicht

Deze module laat cursisten kennismaken met de fundamentele concepten en praktische toepassingen van de **circulaire economie (CE)** en **industriële symbiose (IS)** binnen de context van productie en fabricage.

Het is speciaal ontworpen voor managers, coördinatoren en begeleiders in initiatieven op het gebied van circulaire economie en industriële symbiose, en voorziet hen van essentiële managementcompetenties.

Deze module laat studenten kennismaken met industriële symbiose (IS) vanuit een praktisch en mensgericht perspectief binnen het beroepsonderwijs. De module behandelt de competenties die nodig zijn voor een CE/IS-manager/facilitator. Daarnaast streeft de module ernaar om inzicht te creëren in IS in de dagelijkse praktijk, stakeholders te betrekken door middel van dialoog, culturele factoren die innovatie bevorderen of belemmeren te herkennen en innovatie binnen teams en netwerken te ondersteunen. De nadruk ligt op basisvaardigheden voor het faciliteren van innovatie, geworteld in de praktijk van echte organisaties.

Het vormt een fundamenteel onderdeel van het SymbioTech-trainingstraject en bereidt deelnemers voor op de volgende modules over digitale industriële symbiose en milieumanagementsystemen.

Algemene kennis van duurzaamheid of industriële processen is nuttig, maar niet vereist. Basis analytische vaardigheden en interesse in het gezamenlijk oplossen van problemen bevorderen een effectieve deelname aan de theoretische en praktische onderdelen van de module.

Na afronding van de training zullen SymbioTech-managers en -facilitatoren in staat zijn om materiaal- en energiestromen binnen industriële faciliteiten te observeren, documenteren en analyseren, en om innovatie binnen diverse teams en netwerken te bevorderen.

1.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen:

▪ ***Kennis. Studenten zullen:***

1. De principes van industriële symbiose (IS) en circulaire economie (CE) begrijpen (LO1),
2. hebben inzicht in de typische stromen van grondstoffen, energie, water en materialen in kleine en middelgrote ondernemingen (kmo's) (LO2),
3. hebben kennis van de factoren die informatiesystemen mogelijk maken en belemmeren (organisatorisch, cultureel, regelgevend) (LO3),
4. De rol en kerncompetenties van IS-facilitatoren, IS-managers, teamleiders enz. kennen (LO4) .
5. hebben kennis opgedaan over het begeleiden van multidisciplinaire teams met een hoge mate van diversiteit, evenals over innovatieve processen (LO5) .

▪ ***Vaardigheden. Studenten kunnen:***

6. Materiaal-/energiestromen identificeren en documenteren met behulp van eenvoudige hulpmiddelen (SankeyMATIC) (LO6),
7. culturele, organisatorische en regelgevende factoren die de ontwikkeling bevorderen of belemmeren in hun eigen context identificeren (LO7),
8. de kerncompetenties herkennen die nodig zijn voor het beheren en/of faciliteren van IS (LO8),
9. vertrouwen en begrip opbouwen in multidisciplinaire en diverse teams (LO9),
10. Het faciliteren van eenvoudige, innovatieve en ideeëngenererende processen binnen teams en netwerken (LO10).

▪ ***Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid). Studenten zijn in staat om:***

11. Verantwoordelijkheid nemen voor IS-verkenningstaken in een vroeg stadium (LO11)
12. op organisatieniveau in gesprek gaan met factoren die de besluitvorming bevorderen en belemmeren, om managers te ondersteunen bij het nemen van beslissingen (LO12).
13. De eigen competenties als IS-manager/facilitator continu verbeteren door middel van reflectieve praktijk (LO13),
14. het faciliteren van betekenisgevingsprocessen intern en binnen IS-netwerken die gekenmerkt worden door een hoge diversiteit (LO14),

15. Het vinden van een evenwicht tussen diversiteit en psychologische veiligheid is essentieel voor innovatie en het genereren van ideeën (LO15).

1.3 Indicatief leer-

/lesrooster

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietypen	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Inleiding tot IS en CE, en de geschiedenis ervan. Inleiding tot het in kaart brengen van energie- en materiaalstromen.	Invoer Workshop	Overzicht van circulaire economie en industriële symbiose, definitie van IS. Van het IS-voorbeeld van Kalundborg in de jaren 60 tot digitale IS in de jaren 2020. Het in kaart brengen van energie- en materiaalstromen met Sankey MATIC.	L O1, L O2, L O6, L O11	Nolan (2020) SankeyMATIC Softwarehandleidingen QGIS-softwarehandleidingen	Interactieve input met begeleide discussie over informatiesystemen, circulaire economie en duurzaamheidsstudies. Casestudies met succes- en mislukkingen van informatiesystemen. Interactieve invoer voor het in kaart brengen van energie- en materiaalstromen. Instructies voor de huiswerkopdracht (SankeyMATIC-mapping van energie- en materiaalstromen)

2	Factoren die de financiering bevorderen en belemmeren, inzicht in de organisatorische en culturele context, EU-beleid en financieringsmogelijkheden.	Invoer Workshop	Een eerste blik op de menselijke factor die SI mogelijk maakt. Inzicht in de organisatiecultuur en de nationale cultuur, en hoe deze samenhangt met de basisprincipes van SI. Kennis van EU- en nationaal beleid, evenals financieringsmogelijkheden.	LO3 , LO7 , LO12	Mathews (2024) Europese groene deal IS-casestudies	Presentatie van de huiswerkopdracht Interactieve inleiding over organisatie- en nationale cultuur, gevolgd door groepsdiscussies over eigen casussen. Een seminar ter introductie van EU-wetgeving en financieringsmogelijkheden. Groepswork over de eigen wetgevings- en financieringscontext. Presentatie van groepswork.
---	--	-----------------	---	------------------------	--	--

A/ A	Eenheids- /sectietitel	Sessietyp e	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoel en	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
3	Competenties, rol en verantwoordeli kheden van een IS- manager en - facilitator. Het in kaart brengen van interne en externe stakeholders.	Invoer Workshop	Een nadere blik op de menselijke factor bij zelfinstabiliteit. Het in kaart brengen van de verschillende organisatorische rollen binnen SI en de competenties die voor elke rol nodig zijn. Daarnaast een eerste inventarisatie van potentiële partners. Wanneer zet je de verschillende competenties in als verkoper, netwerker, manager, projectmanager, fondsenwerver en facilitator? Zelfreflectie: ben ik de juiste persoon op de juiste plek, en wat moet ik nog ontwikkelen?	LO 4 , LO8 , LO13	Lasthein et al. (2021) Mortensen & Kørnø (2019)	Interactieve input over IS-rollen en bijbehorende competenties. Groepswork om verschillende posities binnen en buiten de organisatie in kaart te brengen met betrekking tot informatiesystemen, en de impact daarvan op verschillende onderdelen van de organisatie. Groepsprojectpresent atie Zelfreflectie op eigen IT-competenties.

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
4	Inclusie, diversiteit en psychologische veiligheid. Het bevorderen van interdisciplinaire dialoog.	Invoer Workshop	Het begeleiden van teams en groepen in een IT-context. Inzicht in het belang van diversiteit in beroepen, geslacht, leeftijd, enz., evenals psychologische veiligheid. Het oefenen van basisvaardigheden op het gebied van dialoog en facilitatie, het bevorderen van begrip en het stimuleren van creatief denken.	LO 5 , LO9 , LO14	Edmonson & Roloff (2009) Gallo (2023) Kepinski & Nielsen (2022) Pentland (2014) Rock et al. (2016)	Interactieve input over het begeleiden van teams en netwerken. Praktische sessie (concrete oefeningen en rollenspellen). Feedback van de cursusleider. Instructies voor het mondeling examen.

5	Innovatie bevorderen Onderzoek	Invoer Workshop	Inzicht in incrementele versus radicale innovatie Factoren die innovatie mogelijk maken Het faciliteren van innovatieve processen, zowel intern binnen de organisatie als extern binnen het netwerk.	LO 5, L O10, L O15	Darsø (2001) Høyrup (2010)	Interactieve input over innovatie en hoe innovatie in teams te bevorderen. Praktische sessie (concrete oefeningen en rollenspellen). Feedback van de cursusleider. Modeling examen.
---	-----------------------------------	--------------------	--	--------------------------	-------------------------------	--

1.4 Onderwijs- en leermethoden

▪ *Leerbenadering*

De modules zullen voornamelijk bestaan uit contactonderwijs, aangevuld met opdrachten die tussen de modules door moeten worden uitgevoerd, voornamelijk binnen de eigen organisatie. De contactonderwijsmethode stelt studenten in staat om competenties te ontwikkelen die nodig zijn op de werkvloer en om directe feedback op hun prestaties te ontvangen van medestudenten en de trainer.

De module wordt ondersteund door een digitaal platform voor asynchroon leren, waar studenten toegang hebben tot materiaal dat door de docenten beschikbaar wordt gesteld. Het materiaal op het digitale platform zal voornamelijk bestaan uit literatuur en presentaties waarin theoretische vraagstukken worden toegelicht.

▪ *Belangrijkste lesmethoden*

Er zullen diverse belangrijke onderwijsmethoden worden gebruikt in de modules, zoals interactieve input met begeleide discussies, casestudies, groepsdiscussies, groepsprojecten, rollenspellen en simulaties, individuele reflectie en opdrachten die tussen de modules door binnen de eigen organisatie moeten worden uitgevoerd.

▪ *Benaderingen en methoden die actief leren en de praktische toepassing van kennis ondersteunen.*

Face-to-face leren is uitermate geschikt om betrokkenheid te creëren tussen trainers en studenten en ervoor te zorgen dat de theorie relevant blijkt te zijn voor de dagelijkse werkpraktijk. Ondanks de theoretische basis zal de training zeer praktijkgericht zijn. De cursus bestaat uit een mix van korte theoretische presentaties, concrete oefeningen en groepsdiscussies. De presentaties bieden theoretische kennis voor een uitgebreid begrip van de principes, elementen en werkwijzen van informatiesystemen. Men is van mening dat de enige manier om te leren hoe informatiesystemen te faciliteren, is door de theorie te koppelen aan de concrete realiteit in verschillende organisaties, de tools in de praktijk uit te proberen en eigen ervaringen op te doen en daarop te reflecteren. Het uitgangspunt voor de presentaties en discussies zullen daarom de werkdagingen en vragen zijn die de groep inbrengt. De modules worden afgesloten met concrete opdrachten waarmee studenten thuis nieuwe ideeën kunnen testen. Bovendien zorgt face-to-face leren in combinatie met groepsdiscussies, rollenspellen en simulaties ervoor dat studenten een gemeenschap vormen waarin ze van elkaar kunnen leren. Het is de taak van de facilitator om ervoor te zorgen dat diverse stemmen aan bod komen, en om de complexiteit van IS-vraagstukken vanuit het perspectief van verschillende geslachten, leeftijden, beroepen, culturele achtergronden enzovoort te belichten.

PAGE *
152055

1.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

De module maakt gebruik van een gemengde beoordelingsstrategie die actieve deelname en betrokkenheid van studenten, een groepspresentatie en een mondeling examen combineert. Hiermee wordt zowel de theoretische kennis van studenten over het IS-concept als hun praktische vaardigheden om duurzame IS-raamwerken te ontwikkelen en de dialoog tussen

diverse belanghebbenden te bevorderen, geëvalueerd. De beoordeling is niet alleen summatief (eindopdracht met cijfer), maar ook formatief (voortdurende deelname en feedback van medestudenten en de docent tijdens alle belangrijke onderwijsmethoden) om de leerprogressie te ondersteunen.

Beoordelingsonderdelen:

- *Participatie en betrokkenheid (weging 40%).* Actieve deelname aan alle gehanteerde onderwijsmethoden, zoals inleidende presentaties, plenaire discussies, rollenspellen en simulaties.
- *Presentatie van groeps- en individuele projecten (weging 30%).* Presentatie van groepswork tijdens de modules, evenals presentatie van individuele opdrachten die tussen de modules zijn uitgevoerd.
- *Eindmondeling examen (weging 30%).* Er vindt een eindmondeling examen plaats om te beoordelen of de student de leerstof van de module heeft begrepen en deze heeft toegepast op de eigen organisatiecontext, inclusief een plan voor de eigen ontwikkeling als IS-manager of -facilitator. Het examen toetst theoretische kennis, inzicht in beleid en praktische competenties.

1.6 Bibliografie en hulpmiddelen

1.6.1 Vereist

Darsø, L. (2001) *Innovatie in de maak*. Samfundslitteratur

Edmonson, A. & Roloff, K. (2009). Diversiteit benutten door middel van psychologische veiligheid. *Rotman Magazine*, najaar 2009
https://scholar.harvard.edu/files/afriberg/files/leveraging_diversity_through_psychological_safety_hbs_article.pdf

Europese Groene Deal. Beschikbaar op: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Gallo, A. (2023) Wat is psychologische veiligheid? *Harvard Business Review*, februari 2023
<https://hbr.org/2023/02/what-is-psychological-safety>

Høyrup, S. (2010) Door werknemers gedreven innovatie en leren op de werkplek: basisconcepten, benaderingen en thema's. In: *Transfer European Review of Labour and Research* 16(2):143-154

Kepinski, L. & Nielsen, TC *Inclusion Nudges. Een korte introductie tot deze veranderingsaanpak*.
<https://inclusion-nudges.org/wp-content/uploads/2022/08/Inclusion-Nudges-Free-Quick-Guide.pdf>

PAGE *
M5D055

Lasthein, MK; Lingås, DB; Johansen, LM (eds) (2021). *Gids voor facilitators van industriële symbiose*. Transition Aps. Chrome-extensie:

https://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.symbiosis.dk/wp-content/uploads/2021/03/Guide-for-IS-facilitators_online2.pdf

Mathews, S. (2024) Metaforen van organisaties: voorbij de machine. <https://www.leadingapiens.com/metaphors-of-organization/>

Mortensen, L. & Kørnøv, L. (2019) Kritische factoren voor het ontstaansproces van industriële symbiose. In: *Journal of cleaner production*, 212, 56-69. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618336254>

Nolan, S (red.) (2020) *Snelgidsen. Industrieën helpen hun efficiëntie te verhogen door het delen van resources*. SCALER. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2025-09/SCALER-Quick-Guides.pdf

Pentland, S. (2012). De nieuwe wetenschap van het bouwen van geweldige teams. *Harvard Business Review*, april 2012 <https://hbr.org/2012/04/the-new-science-of-building-great-teams>

Handleidingen voor QGIS-software. Beschikbaar op: https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/training_manual/index.html

PAGE *
MFC55

Rock, D., Halvorsen, HG & Grey, J. (2016) Diverse teams voelen zich minder op hun gemak – en daarom presteren ze beter. *Harvard Business Review*, september 2016. <https://hbr.org/2016/09/diverse-teams-feel-less-comfortable-and-thats-why-they-perform-better>

Handleidingen voor de SankeyMATIC-software. Beschikbaar op: <https://sankeymatic.com/manual/>

Uzzi, B. (1997) Sociale structuur en concurrentie in netwerken tussen bedrijven: de paradox van ingebedheid. In: *Administrative Science Quarterly*, 35-67

Vestergaard, B. (2012). Het managen van een impopulaire veranderingsinspanning. In: *Harvard Business Review*, 5 december 2012

1.6.2 Aanbevolen

Coleman, J. (2013) Zes componenten van een geweldige bedrijfscultuur. In: *Harvard Business Review*, 6 mei 2013

Fraccascia, L. & Giannoccaro, I. (2020). Wat, waar en hoe industriële symbiose te meten: een onderbouwde taxonomie van relevante indicatoren. In: *Resources, conservation and recycling* 157, 104799.

McKinsey & Company: Hoe je de transformatiekansen kunt vergroten. https://www.mckinsey.com/mm/~media/mckinsey/business%20functions/people%20and%20organizational%20performance/our%20insights/how%20to%20beat%20the%20transformation%20odds/how_to_beat_the_transformation_odds.pdf

Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., & Matias, J. C. O. (2020). Een uitgebreid overzicht van industriële symbiose. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119113. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>

Placuzzi, V., Zanotti, G. (2019). *Naar een industriële symbiose in de regio Emilia-Romagna (Italië): Een studie naar de belangrijkste belemmeringen voor industriële symbiose in de Italiaanse context*. <https://research.cbs.dk/en/studentProjects/towards-an-industrial-symbiosis-in-the-emilia-romagna-region-ital/>

2. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs(EQF5)

Moduletitel: Levenscyclusanalyse (LCA) principes voor het beoordelen van de milieuvoordelen en -nadelen van het delen van hulpbronnen

EQF-niveau : 5

ECVET-credits : 2 tot 3 ECVET

Totale werkbelasting (uren): 50-75

- Contacturen (input, seminars, workshops, enz.): 42-56 uur
- Begeleide zelfstudie: 4-9
- Projectwerk: 4-10

Uitvoerende instelling: KAMER VAN KOOPHANDEL EN INDUSTRIE VRATSA SDRUZHENIE (CCI VRATSA), Bulgarije.

2.1 Moduleoverzicht

Deze module biedt cursisten de essentiële kennis en praktische vaardigheden om Levenscyclusanalyse (LCA) toe te passen als hulpmiddel bij besluitvorming binnen de context van de circulaire economie (CE) en industriële symbiose (IS). De module introduceert levenscyclusdenken en de meest recente ontwikkelingen in LCA-toepassingen, gevolgd door een overzicht van de ISO 14000-reeks milieumanagementnormen en een gerichte introductie tot de ISO 14040/14044-methodologie en belangrijke duurzaamheidsindicatoren zoals de milieuvoetafdruk (EF 3.1), Levenscycluskosten (LCC) en Sociale LCA.

De module wordt aangeboden in een intensief, gecombineerd format van 4-5 weken en combineert face-to-face workshops, online seminars, e-learning en begeleid projectwerk. Deelnemers leren milieu-impacten te modelleren en te interpreteren met behulp van openLCA, afwegingen te maken en verbetermogelijkheden in productsystemen te identificeren. De module koppelt levenscyclusdenken aan bredere duurzaamheidskaders, waaronder de Europese Green Deal en de Duurzame Ontwikkelingsdoelen van de VN.

De cursisten ontwikkelen systeemdenken, ethisch besef en communicatieve vaardigheden. Voorkennis van modules is niet vereist, hoewel basiskennis van duurzaamheid of industriële processen wel nuttig is.

Aan het einde van de module kunnen deelnemers zelfstandig een vereenvoudigde levenscyclusanalyse (LCA) uitvoeren, duurzaamheidsrapportage ondersteunen en bijdragen aan weloverwogen besluitvorming in het mkb en de circulaire economie/industriesector. De leerresultaten sluiten aan op de competenties van ESCO en GreenComp.

PAGE *
M5055

2.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen: kennis, vaardigheden en competentie (autonomie en verantwoordelijkheid):

- **Kennis.** De studenten zullen:
 1. De vier fasen van een LCA volgens ISO 14040/14044 begrijpen (doel- en scopebepaling, levenscyclusinventarisatie, levenscyclusimpactbeoordeling, interpretatie) (LO1).
 2. Inzicht in de structuur en het doel van belangrijke milieu-indicatoren (bijv. EF 3.1-methodologie) en hun rol in managementbesluitvorming en duurzaamheidsrapportage (LO2).
 3. Inzicht krijgen in de rol van LCA binnen bredere duurzaamheidsstrategieën (bijvoorbeeld circulaire economi modellen en de Duurzame Ontwikkelingsdoelen) en de onderlinge verbanden tussen circulaire economi modellen, de SDG's en levenscyclusdenken uitleggen (LO3).
 4. Het interpreteren van indicatoren voor milieu-, economische en sociale prestaties met behulp van LCA-gebaseerde instrumenten om de duurzaamheidsimpact van producten of processen te vergelijken (LO4).

5. Identificeer de beleidsrelevantie van LCA-resultaten, met name in relatie tot de Europese Green Deal en het EU-actieplan voor de circulaire economie (LO5).

▪ ***Vaardigheden. Studenten kunnen:***

6. Verzamel en organiseer de benodigde gegevens (bijv. stuklijsten en procesgegevens) voor het bouwen van een LCA-model, waarbij de kwaliteit en volledigheid van de gegevens worden gewaarborgd (LO6).
7. Gebruik de openLCA-software om levenscyclusanalyses uit te voeren – inclusief het gebruik van de wizard “Snelle LCA” voor vereenvoudigde gevallen – en modelleer scenario’s voor circulaire economie of industriële symbiose om de milieueffecten te beoordelen (LO7).
8. Analyseer en interpreteer LCA-resultaten ter ondersteuning van duurzame productie en zakelijke besluitvorming, waarbij knelpunten en verbetermogelijkheden worden geïdentificeerd (LO8).
9. Integreer basisprincipes van levenscycluskostenanalyse (LCC) en sociale levenscyclusanalyse (S-LCA) om economische en sociale dimensies naast milieu-impacten te evalueren voor een meer holistische duurzaamheidsbeoordeling (LO9).
10. Vertaal de technische LCA-bevindingen naar duidelijke visuele en verbale communicatie (rapporten, presentaties) die is afgestemd op diverse belanghebbenden en besluitvormers (LO10).

PAGE *
MIDDE

▪ ***Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid). Studenten zijn in staat om:***

11. Werk zelfstandig en methodisch aan LCA-taken en neem de verantwoordelijkheid voor de nauwkeurigheid van de gegevens, de juiste methodologie en de correcte interpretatie van de resultaten (LO11).
12. Neem het initiatief om LCA-bevindingen te contextualiseren binnen bredere duurzaamheids- en bedrijfsdoelstellingen, en identificeer mogelijkheden om LCA te gebruiken bij inspanningen voor organisatieverbetering en naleving (LO12).
13. Communiceer de LCA-resultaten op een verantwoorde en transparante manier, waarbij de onzekerheden, beperkingen en systeemgrenzen van de analyse duidelijk worden erkend (LO13).
14. Toon systeemdenken en ethisch bewustzijn bij het evalueren van milieu-, economische en sociale gevolgen, rekening houdend met de onderlinge samenhang van duurzaamheidsuitdagingen (LO14).
15. Reflecteer kritisch op de afwegingen, perspectieven van belanghebbenden en waardeconflicten die inherent zijn aan de transitie naar een circulaire economie, en weeg deze factoren af bij het formuleren van aanbevelingen (LO15).

2.3 Indicatief leer-

/leveringsschema

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Grondbeginselen van LCA & CE/IS	Persoonlijk contact, Bootcamp	Levenscyclusdenken en duurzaamheidscontext; LCA in de circulaire economie en industriële symbiose; huidig beleid en toepassingen in de industrie; ISO 14000-raamwerk en ISO 14040/14044; LCA-principes, functionele eenheid en systeemgrenzen.	LO1, LO3, LO5, LO14	Overzicht van de ISO 14000-normfamilie (geselecteerde fragmenten); uittreksels uit ISO 14040/44; Groene Deal van de EG	Interactieve lezing, begeleide discussie, softwaredemonstratie, praktische oefening.
2	Gegevensverzameling en LCI-modellering	Online seminar, e-learning, mentoring	Gegevensverzameling voor materiaallijsten (BoM) en levenscyclusinventarisaties (LCA); datakwaliteit; LCI-databases; het bouwen van productsystemen in openLCA; het	LO6, LO7, LO11	BoM-sjabloon; LCI-tutorials; voorbeelden van datasets; openLCA-beginnershandleiding	Zelfstudie, opdrachten op de werkplek, contactmomenten met een mentor.

			aanpakken van datahiaten.			
3	LCIA & Tolken	Live webinar + praktische toepassing	EF 3.1-methode; midden-/eindpuntindicator en; LCIA-uitvoering; hotspotanalyse; vergelijking van circulaire versus lineaire scenario's; introductie tot LCC en S-LCA	LO2, LO4, LO8, LO9, LO12, LO15	EF 3.1 methodedocumentatie; Valdivia et al. (2021)	Softwaredemonstratie; casestudy-analyse; collegiale discussie.

A/ A	Eenheids- /sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
4	LCA- projectontwikkeling en collegiale toetsing	Begeleid projectwerk + online workshop	Afronding van het LCA-model; interpretatie van de resultaten; verbeteringsmogelijkheden; opstellen van een samenvatting van 5 dia's; collegiale beoordelingssessie	LO4, LO8, LO10, LO11, LO12, LO13, LO15	Interpretatiesjabloon; presentatiechecklist	Zelfstandig projectwerk; mentorgesprekken; gestructureerde feedback van collega's.
5	Eindbeoordeling	Hybride beoordeling	Inleveren van model en rapport; eindpresentatie; mondelinge verdediging	LO10, LO11, LO12, LO13, LO14, LO15	LCA-modelbestand; presentatie; beoordelingsrubriek	Summatieve beoordeling; mondeling examen.

2.4 Onderwijs- en leermethoden

Deze module wordt aangeboden in een gecombineerde vorm, waarbij een initiële fysieke bootcamp, online seminars, e-learning en begeleid projectwerk zijn geïntegreerd. De pedagogische aanpak legt de nadruk op actief, praktijkgericht leren door middel van interactieve colleges, begeleide discussies, praktische training in openLCA en praktijkvoorbeelden. De cursisten voltooien een toegepast LCA-project en ontvangen wekelijks begeleiding van een mentor.

Deze gecombineerde, toegepaste aanpak bevordert de autonomie, het probleemoplossend vermogen en de analytische competenties die verwacht worden op EQF-niveau 5.

De module volgt inclusieve onderwijsprincipes en zorgt voor toegankelijkheid van digitaal materiaal, toetsen en leeractiviteiten.

2.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

De beoordeling in deze module is geïntegreerd met het praktische projectwerk om de mate waarin de leerdoelen zijn bereikt op een authentieke manier te evalueren. De beoordelingsstrategie omvat zowel formatieve als summatieve onderdelen, met de nadruk op het aantonen van realistische LCA-competenties:

Formatieve beoordeling: Gedurende de module ontvangen cursisten doorlopend feedback op hun voortgang. Mentoren beoordelen conceptwerk (zoals LCA-scopedefinities, tussentijdse datasets en voorlopige resultaten) en geven begeleiding. De feedbacksessie met medecursisten in week 9 is ook een formatieve gelegenheid voor cursisten om hun presentaties te verfijnen en hun begrip te verdiepen in een laagdrempelige omgeving. Hoewel formatieve activiteiten niet worden beoordeeld, zijn ze cruciaal voor het leerproces en de voorbereiding.

Summatieve beoordeling: De formele evaluatie vindt plaats in week 10 en bestaat uit drie onderdelen:

- *Inleveren van het LCA-project (ongeveer 50% weging):* Elke student levert een compleet LCA-projectdossier in. Dit omvat het openLCA- **projectbestand** (of geëxporteerd pakket) met een volledig gedefinieerd model (waarin de functionele eenheid, systeemgrenzen, inventarisgegevens, gekozen impactbeoordelingsmethode en eventuele aannames zijn gedocumenteerd). Een kort schriftelijk rapport of geannoteerde presentatiesheets met een samenvatting van de reikwijdte, methodologie en belangrijkste bevindingen van de studie kunnen bij het model worden gevoegd. Dit onderdeel beoordeelt het technische vermogen van de student om een LCA uit te voeren en de vereiste documentatie te produceren.
- *Presentatie (ongeveer 20%):* De cursisten geven een beknopte **presentatie** (circa 5 dia's) waarin ze het LCA-project aan een publiek uitleggen. Hierbij wordt hun vermogen getest om informatie helder en duidelijk te presenteren – inclusief het doel en de reikwijdte, belangrijke resultaten (bijv. de belangrijkste bijdragers), interpretatie inclusief eventuele vergelijkingen of verbeteringsszenario's, en praktische aanbevelingen. Communicatiehelderheid, visuele effectiviteit en focus op beslissingsrelevante inzichten worden hier beoordeeld.

PAGE *
MFC55

- *Mondelinge verdediging (ongeveer 30%)*: Direct na de presentatie nemen de leerlingen deel aan een **mondeling examen** (een gestructureerde vraag-en-antwoordronde of 'viva voce'). De beoordelaar peilt het begrip van de leerling van zijn of haar werk: er wordt gevraagd naar de rechtvaardiging van keuzes (bijvoorbeeld waarom bepaalde gegevens, impactmethoden of aannames zijn gebruikt), de interpretatie van specifieke resultaten (met name met betrekking tot de impactcategorieën van EF 3.1) en de implicaties van de bevindingen. Leerlingen kunnen ook worden gevraagd naar de beperkingen van hun onderzoek en hoe zij met onzekerheden zijn omgegaan (dit sluit aan bij LO13). Dit onderdeel evalueert de diepgang van het begrip, het kritisch denkvermogen en het vermogen om het werk te verwoorden en te verdedigen – belangrijke competenties op EQF5-niveau.

Indien van toepassing, kan er ook een element van peerfeedback (niet beoordeeld) worden gebruikt, waarbij medestudenten een feedbackformulier of beoordelingsschema invullen voor elke presentatie. Dit bevordert reflectie, maar heeft geen directe invloed op de cijfers.

Beoordelingsbewijs: Om de module met succes af te ronden, moeten cursisten **concreet bewijs leveren** van hun competenties. Dit omvat:

- Het *openLCA-modelbestand* (of geëxporteerd archief) met alle modelgegevens, dat de correcte opzet en uitvoering van een LCA-studie aantoont.
- Een *presentatiebestand* (pdf met dia's of een rapport) dat het LCA-proces en de resultaten beknopt weergeeft.
- Een *opname of live observatie* van de mondelinge verdediging, die bewijs levert van de uitleg- en redeneervaardigheden van de leerling.
- Een ingevuld *beoordelingsformulier* of evaluatieformulier van de docent, waarin de prestaties per criterium worden gedocumenteerd (bijv. technische nauwkeurigheid, toepassing van normen, kwaliteit van de communicatie en analytisch inzicht).
- (Optioneel) *Feedbackformulieren van medestudenten* of zelfreflectienotities van de student, die worden gebruikt in het leerproces en kunnen worden opgenomen in een portfolio.

Zowel het projectresultaat als de mondelinge presentatie moeten aan minimale kwaliteitsnormen voldoen. De beoordelingscriteria zijn afgestemd op de leerdoelen om eerlijkheid en transparantie te waarborgen. Studenten moeten competentie tonen in elk belangrijk onderdeel (technische LCA-vaardigheden, analyse/interpretatie en communicatie) om de volledige 3 ECVET-credits en de digitale badge "**EcoFootprint Assessor**" van SymbioTech voor deze module te behalen.

2.6 Bibliografie en hulpmiddelen

2.6.1 Peer-reviewed artikelen

Aissani, L., Lacassagne, A., Bahers, J., & Le Féon, S. (2019). Levenscyclusanalyse van industriële symbiose: een kritische evaluatie van relevante referentiescenario's. *Journal of Industrial Ecology*, 23 (4), 972–985. <https://doi.org/10.1111/jiec.12887>

Daddi, T., Nucci, B., & Iraldo, F. (2017). Het gebruik van levenscyclusanalyse (LCA) om de milieuvoordelen van industriële symbiose in een industrieel cluster van mkb's te meten. *Journal of Cleaner Production*, 147, 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.090>

Kerdlap, P., Low, JSC, Tan, DZL, Yeo, Z., & Ramakrishna, S. (2020). M³-IS-LCA: Een methodologie voor de evaluatie van de milieuprestaties van industriële symbiosenetwerken op meerdere niveaus gedurende de levenscyclus. *Resources, Conservation & Recycling*, 162, 104963. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104963>

Valdivia, S., Backes, JG, Traverso, M., Sonnemann, G., & Finkbeiner, M. (2021). Principes voor de toepassing van levenscyclusduurzaamheidsbeoordeling. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26 (9), 1900–1905. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01993-4>

2.6.2 EU-beleid en institutionele rapporten

Europese Commissie. (2019). *De Europese Green Deal* (COM/2019/640 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>

Europese Commissie. (2020). *Actieplan circulaire economie: Voor een schonere en concurrerende Europa* (COM/2020/98 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>

Gemeenschappelijk Onderzoekscentrum (Europese Commissie). (2022). *Milieuvoetafdruk 3.1-methode*. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/EnvironmentalFootprint.html>

PAGE *
MFC55

2.6.3 Internationale normen (ISO)

Internationale Organisatie voor Standaardisatie. (2006a). *Milieumanagement – Levenscyclusanalyse – Principes en raamwerk* (ISO 14040:2006). ISO.

Internationale Organisatie voor Standaardisatie. (2006b). *Milieumanagement – Levenscyclusanalyse – Eisen en richtlijnen* (ISO 14044:2006). ISO.

2.6.4 Software en databases

GreenDelta. (2023). *openLCA* (Versie 1.11) [Software]. <https://www.openlca.org>

GreenDelta. (2023). *openLCA Nexus* [Databaseplatform]. <https://nexus.openlca.org>

Ecoinvent Association. (2023). *Ecoinvent-database* (versie 3.8) [Levenscyclusinventarisatiedatabase]. <https://www.ecoinvent.org>

SankeyMATIC. (2023). *SankeyMATIC* [Webgebaseerde software]. <https://sankeymatic.com>

2.6.5 Optionele / aanvullende bronnen



Europese Commissie. (z.d.). *Startpagina van de milieuvoetafdruk (EF)* .
https://ec.europa.eu/environment/ecoap/initiatives/eu-environmental-footprint-home_en

Europees Platform voor Levenscyclusanalyse (EPLCA). (z.d.). *Bronnen van het Levenscyclusinitiatief* . <https://eplca.jrc.ec.europa.eu>

3. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs(EQF5)

Moduletitel: Interorganisatorische relaties

EQF-niveau : 5

ECVET-credits : 2 tot 3 ECVET

Totale werkbelasting (uren): 65

- Contacturen (input, seminars, workshops, enz.): 45 uur
- Begeleide zelfstudie: 20

Uitvoerende instelling: EXEO LAB SRL (Exeo Lab), Italië.

3.1 Moduleoverzicht

PAGE *
158055

Deze module biedt cursisten de praktische vaardigheden die nodig zijn om samenwerking tussen organisaties binnen ecosystemen van industriële symbiose (IS) op te zetten en te faciliteren. Het doel is om de vaardigheden van toekomstige SymbioTech Managers, studenten in het beroepsonderwijs en professionals werkzaam in de industriële, gemeentelijke of milieusector te verbeteren, zodat zij relevante partners kunnen vinden, vertrouwen kunnen opbouwen en samenwerking in een vroeg stadium op het gebied van resource-uitwisseling kunnen stimuleren.

De module behandelt belangrijke onderwerpen zoals het profileren en in kaart brengen van stakeholders, communicatie- en vertrouwensopbouwstrategieën, conflicthantering, belangrijke onderhandelingsmethoden en het opstellen van eenvoudige samenwerkingsdocumenten (bijv. Memorandum van Overeenstemming). De module is gestructureerd **over vijf weken** en bestaat uit tien beknopte leereenheden, georganiseerd in een progressieve en praktijkgerichte volgorde. Deze opzet volgt een competentiegericht beroepsonderwijsmodel, waarbij korte theoretische input wordt gecombineerd met continue toepassing, reflectie en vaardigheidsoefening. Elke week staat een samenhangend thematisch gebied centraal en leidt tot concrete leerresultaten die bijdragen aan een afsluitend partnerproject. De structuur is afgestemd op ervaringsgericht leren en microlearning, wat zorgt voor cognitieve duurzaamheid, effectieve vaardigheidsverwerving en een sterke leeroverdracht naar professionele contexten.

Praktische seminars en rollenspellen stellen studenten in staat om communicatie-, vergaderbegeleidings- en overtuigingstechnieken in realistische situaties te oefenen.

Deze module is primair bedoeld voor **studenten en professionals in het beroepsonderwijs** die werkzaam zijn in de circulaire economie, milieudiensten, industriële activiteiten of lokale ontwikkeling. De module bouwt voort op de basiskennis die is opgedaan in *Module 1: Kader voor industriële symbiose*, met name op het gebied van IS-concepten en de relevantie van stakeholders. Daarnaast bereidt de module studenten voor op succesvolle modules over digitale technologieën, milieumanagement en geavanceerde samenwerkingscoördinatie.

Er zijn geen formele kwalificaties vereist, maar ervaring met duurzaamheid, basiscommunicatievaardigheden of organisatiedynamiek zijn wel aan te raden.

3.2 Leerdoelen (LO's)

▪ **Kennis.** Studenten zullen:

1. Inzicht verkrijgen in de dynamiek van interorganisatorische samenwerking in industriële symbiose (IS), inclusief het identificeren en profileren van typische partnertypen (mkb's, nutsbedrijven, gemeenten, afvalverwerkers). Inzicht ontwikkelen in complexe duurzaamheidsproblemen en hun evolutie, waarbij erkend wordt dat systeemcomponenten zich anders gedragen wanneer ze afzonderlijk worden geanalyseerd dan wanneer ze binnen het bredere systeem worden bekeken (LO1).
2. de principes kennen van het opbouwen van vertrouwen, het afstemmen van belangen en samenwerkingsgedrag in omgevingen met meerdere belanghebbenden (LO2),
3. veelvoorkomende bronnen van weerstand tegen verandering herkennen en gedragsstrategieën begrijpen om weerstand aan te pakken en te verminderen in vroege IS-initiatieven (LO3),
4. Inzicht in de structuur, het doel en de essentiële onderdelen van een standaard Memorandum van Overeenstemming (MoU) voor het vastleggen van samenwerkingsvoorwaarden (LO4).
5. Wees vertrouwd met de kernprincipes van onderhandelen, overtuigende communicatie en lobbyen binnen zakelijke partnerschappen die relevant zijn voor industriële symbiose (LO5).

▪ **Vaardigheden.** Studenten kunnen:

6. De belanghebbenden in kaart brengen en documenteren met behulp van eenvoudige hulpmiddelen (bijv. sjablonen, matrices), waarbij hun belangen, invloed, potentiële bijdragen en belemmeringen met betrekking tot initiatieven voor industriële symbiose worden geïdentificeerd (LO6).

PAGE *
MEROFF

7. Professioneel communiceren in schriftelijke en mondelinge vorm, inclusief het opstellen van e-mails voor het benaderen van potentiële partners, het ontwikkelen van vergaderscripts, het voeren van verkennende gesprekken en het voorbereiden van locatiebezoeken met potentiële partners (LO7).
8. Het faciliteren van samenwerkingsactiviteiten in de beginfase door het begeleiden van inleidende gesprekken, het beheren van interacties in kleine groepen en het ondersteunen van de dialoog tussen diverse actoren binnen de organisatie (LO8).
9. Pas basistechnieken voor onderhandelen en overtuigen toe om zorgen aan te pakken, bezwaren te beheersen en wederzijds begrip te bevorderen tussen potentiële IS-partners (LO9).
10. Stel een eenvoudig Memorandum van Overeenstemming (MoU) op waarin de rollen, verwachtingen, mogelijke uitwisseling van middelen, risico's en wederzijdse voordelen duidelijk worden omschreven (LO10).
11. Gebruik technieken voor het opbouwen van vertrouwen, actief luisteren en herformuleren om aarzelende of sceptische partners te beïnvloeden en te betrekken, waardoor de samenwerkingsdynamiek in een vroeg stadium wordt versterkt (LO11).

▪ **Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid).** Studenten zijn in staat om:

12. Verantwoordelijkheid nemen voor het plannen en uitvoeren van activiteiten om partners te bereiken, inclusief voorbereidend onderzoek, het voorbereiden van bijeenkomsten en tijdige opvolging (LO12).
13. Anticipeer op mogelijke weerstand of misverstanden tijdens uitwisselingen tussen organisaties en pas communicatiestrategieën aan om vertrouwen, duidelijkheid en constructieve betrokkenheid te behouden (LO13).
14. hun organisatie professioneel, ethisch en diplomatiek vertegenwoordigen in de omgang met externe belanghebbenden, en daarbij zorgen voor transparante en respectvolle communicatie (LO14),
15. Complexe, gevoelige of juridische kwesties escaleren naar leidinggevenden of projectleiders, terwijl tegelijkertijd zelfstandig de vaart erin wordt gehouden in de beginfase van de samenwerking (LO15).
16. Ga proactief de dialoog aan met partners door initiatief, doorzettingsvermogen en reflectieve praktijk te tonen om de effectiviteit van de samenwerking in IS-contexten te versterken (LO16).

PAGE *
15/2055

3.3 Indicatief

leer-

/lesrooster

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	U.1 Inleiding tot interorganisatorische relaties in informatiesystemen	Theoretische input + Workshop	Overzicht van IS-partnerschappen; inzicht in partnertypen (mkb's, nutsbedrijven, gemeenten, afvalverwerkers); introductie tot complexe duurzaamheidsproblemen en systeemgedrag ("componenten gedragen zich anders wanneer ze geïsoleerd zijn dan wanneer ze deel uitmaken van het systeem").	LO1 , LO3	Casestudies (bijv. Eco-Industrial Parks, ECO3)	Interactief college; begeleide discussie; inleidende scenarioanalyse.
	U.2 Stakeholder mapping en betrokkenheidstheorie	Theoretische input + Workshop	Theorie over de betrokkenheid van stakeholders (Freeman-model, saillantmodel, interesse-/invloedmatrixen); het in kaart brengen van de belangen, invloed, motivaties en belemmeringen van actoren; het identificeren van samenwerkingspotentieel in IS-ecosystemen.	LO1 , LO2 , LO6 , LO8	Sjablonen voor het in kaart brengen van belanghebbenden; IS-casestudies	Interactieve theoretische input; praktijkgericht cartografietracicum; oefeningen in kleine groepen.
2	U.3 Strategieën voor het opbouwen van	Invoer + Rollenspel	Relatieopbouw in omgevingen met meerdere belanghebbenden; communicatiestijlen; vertrouwen en wederkerigheid; kaders en actief luisteren. Toepassing op	LO2 , LO7 , LO8 , LO11	Communicatiepakket: korte lezingen over het opbouwen	Rollenspelsimulaties; feedback van medestudenten

	vertrouwen en communicatie		interacties in de beginfase van informatiesystemen.		van vertrouwen	ten; begeleide discussie.
	U.4 Weerstand tegen verandering en overtuigings technieken	Workshop	Soorten organisatorische en gedragsmatige weerstand; omgaan met bezwaren; overtuigings- en beïnvloedingsstrategieën; het herformuleren van de voordelen voor aarzelende partners.	LO3 , LO9 , LO11	Scenario-deck voor verzet	Casusgebaseerde simulaties; micro-oefeningen; feedback van de trainer.

A/ A	Eenheids- /sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogd e leerdoe len	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
3	U.5 Activiteiten gericht op het benaderen van partners en het vroegtijdig betrekken van deelnemers.	Input + Workshop	Het opstellen van e-mails voor het benaderen van potentiële klanten; het plannen van kennismakingsgesprekken; het voorbereiden en begeleiden van locatiebezoeken; het beheren van de eerste contacten met diverse belanghebbenden.	LO7 , LO8 , LO12	E-mail- en telefoongespre kscriptsjablon en	Schrijfworks hops; simulaties in tweetallen; praktische communicat ieoefeninge n.
	U.6 Basisprincip es van onderhande len in IS- contexten	Invoer + simulatie	Win-win onderhandelingsprincipes; belangen versus standpunten identificeren; voorstellen formuleren; vroegtijdige samenwerkingsvoorwaarden vaststellen.	LO5 , LO9 , LO11	Voorbeelden van onderhandel ingssimulati es; groepsreflec tie.	Gestructure erde onderhandel ingssimulati es; groepsreflec tie.
4	U.7 Het opstellen van een Memorandu	Workshop	Doel en structuur van memoranda van overeenstemming; opstellen van clausules (rollen, processen, risico's, voordelen, vertrouwelijkheid,	K4, S5	MoU-sjabloon	Groepssessi e voor het opstellen van teksten; workshop

	m van Overeenstemming (MoU)		vervolgstappen); collegiale toetsing van concepten.			voor collegiale beoordeling.
	U.8 Project voor samenwerking met partners op de werkplek	Begeleide zelfstudie	De cursisten kiezen een echte of hypothetische partner; stellen een profiel van de belanghebbenden op, een samenwerkingsplan, communicatievoorbeelden en een concept-MoU.	LO6 – LO11 , LO12 – LO16	Werkplekgegevens en context	Begeleiding door een tutor; iteratieve feedback; autonome projectontwikkeling.
5	Eindbeoordelingskliniek	Onderzoek	Indienen van een plan voor partnerbetrokkenheid; opgenomen rollenspel waarin een onderhandeling met een aarzelende partner wordt gesimuleerd; korte mondelinge vraag- en antwoordsessie over het opbouwen van vertrouwen en het omgaan met weerstand.	Alle LO's	Beoordelingsrubriek; richtlijnen voor video/opname	Mondelinge nabespreking; functioneringsgesprek; reflectieve discussie.

3.4 Onderwijs- en leermethoden

De module hanteert een praktijkgerichte en ervaringsgerichte benadering van beroepsonderwijs, gericht op het versterken van interpersoonlijke, communicatieve en onderhandelingsvaardigheden die nodig zijn voor interorganisatorische samenwerking in industriële symbiose. De onderwijs- en leermethoden combineren korte theoretische lessen met praktische activiteiten, reflectie en toepassing op de werkplek om de verwerving van vaardigheden en gedragscompetenties te ondersteunen.

1. Theoretische input: korte, gerichte presentaties (10-25 minuten) waarin belangrijke concepten zoals de theorie van stakeholderbetrokkenheid, het opbouwen van vertrouwen, weerstand tegen verandering, overtuigende communicatie en onderhandelingsprincipes worden geïntroduceerd. Deze input biedt deelnemers essentiële kaders die nodig zijn voor een geïnformeerde deelname aan praktische activiteiten.

2. Workshops: deelnemers analyseren scenario's met belanghebbenden, brengen belanghebbenden in kaart, stellen communicatieboodschappen op en bespreken mogelijke samenwerkingsmogelijkheden. Workshops leggen de nadruk op actieve deelname, probleemoplossing en leren door te doen, waardoor deelnemers theoretische concepten kunnen toepassen in realistische situaties.

3. Rollenspellen en simulaties: gesimuleerde partnerbijeenkomsten, onderhandelingsoefeningen en scenario's voor het omgaan met weerstand stellen deelnemers in staat om communicatie-, overtuigings- en facilitatietechnieken te oefenen in een veilige omgeving. Rollenspellen omvatten gestructureerde feedback van mededeelnemers en trainers, wat het zelfbewustzijn en de gedragscompetentie vergroot.

4. Groepswerk en leren van elkaar: teams werken samen aan het in kaart brengen van de markt, het opstellen van memoranda van overeenstemming, het ontwikkelen van outreachstrategieën en het analyseren van casussen. Leren van elkaar bevordert diverse perspectieven en weerspiegelt de dynamiek van echte interorganisatorische samenwerking, terwijl het tegelijkertijd soft skills zoals luisteren, coördineren en conflicthantering ontwikkelt.

5. Scenario-gebaseerd leren: realistische casestudies (industrieparken, lokale clusters, gemeentelijke samenwerkingsverbanden) begeleiden leerlingen bij het verkennen van belemmeringen, kansen en relationele dynamieken in industriële symbiose. Scenario-gebaseerd leren ondersteunt besluitvorming, systeemdenken en praktische probleemoplossing.

6. Training in microvaardigheden: door middel van korte praktische oefeningen (bijvoorbeeld het opstellen van onderwerpregels voor e-mails, het oefenen van openingszinnen voor telefoongesprekken, het samenvatten van het standpunt van een partner) verfijnen cursisten specifieke communicatie- en facilitatievaardigheden die nodig zijn voor effectieve outreach en engagement.

7. Reflectieve praktijk: leerlingen evalueren hun prestaties na rollenspellen, onderzoeken sterke en zwakke punten en identificeren gebieden voor persoonlijke verbetering. Reflectie ondersteunt continue competentieontwikkeling, autonomie en volwassenheid in het omgaan met professionele interacties.

PAGE *
M5B055

8. Werkplekgericht leren: cursisten passen de concepten van de module toe op hun werkplek of in een gesimuleerde professionele omgeving door een profiel op te stellen van een echte of potentiële partner, een samenwerkingsplan op te stellen en de inhoud van een memorandum van overeenstemming (MoU) te formuleren. Dit slaat een brug tussen theorie en praktijk en ondersteunt de relevantie voor de functie.

9. Mentoring en feedback: trainers geven persoonlijke feedback op communicatievoorbeelden, betrokkenheidsstrategieën en concepten van memoranda van overeenstemming. Mentoring bevordert de kennisoverdracht en versterkt het zelfvertrouwen van cursisten bij het omgaan met samenwerkingssituaties in de praktijk.

3.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

De beoordelingsstrategie voor deze module combineert formatieve en summatieve componenten om het vermogen van studenten te evalueren om effectief deel te nemen aan interorganisatorische samenwerkingsprocessen die relevant zijn voor industriële symbiose. Beoordelingen meten niet alleen theoretisch begrip, maar ook communicatieve vaardigheden, gedragscompetenties en het vermogen om instrumenten en methoden toe te passen in realistische contexten.

- *Participatie en betrokkenheid – 30% (formatief + summatief).* De cursisten worden beoordeeld op hun actieve bijdrage aan workshops, rollenspellen, discussies, activiteiten gericht op het in kaart brengen van belanghebbenden en micro-vaardigheidsoefeningen.

Beoordeelde competenties: communicatie, samenwerking, professioneel gedrag, reflectieve praktijk.

Bewijsmateriaal: observatieverslagen van de trainer, feedback van collega's, deelnamelogboek.

- *Partnerbetrokkenheidsplan – 40% (summatief).* Elke deelnemer ontwikkelt een gestructureerd plan voor de samenwerking met een echte of hypothetische externe partner die aansluit bij een kans voor industriële symbiose. Het plan omvat: i) profiel en inventarisatie van de stakeholders; ii) identificatie van belangen, zorgen en invloed; iii) benaderingsmail/bericht; iv) schets van een verkennend gesprek of bijeenkomst; v) tijdlijn voor de stappen in de samenwerking; vi) conceptgedeelte van de MoU (rollen, voordelen, risico's, vervolgstappen).

Beoordeelde competenties: stakeholderanalyse, communicatiestrategie, gestructureerde planning, inzicht in de onderdelen van een memorandum van overeenstemming.

Bewijsmateriaal: schriftelijk rapport (1.000-1.500 woorden), communicatievoorbeelden, stakeholderkaarten, concept-memorandum van overeenstemming.

- *Rollenspelsimulatie + mondelinge reflectie – 30% (summatief).* De deelnemers nemen een gesimuleerde interactie met een aarzelende partner op of voeren deze uit (eerste ontmoeting, onderhandeling, omgaan met bezwaren of overtuigende communicatie).

PAGE *
MEROFF

Hierna volgt een korte mondelinge vraag- en antwoordsessie waarin de cursist uitlegt: de redenering achter de gekozen communicatiestrategieën; hoe vertrouwen werd opgebouwd; hoe weerstand werd aangepakt; en wat ze zouden willen verbeteren.

Beoordeelde competenties: onderhandelen, overtuigen, actief luisteren, gedragsaanpassing, professionele vertegenwoordiging.

Bewijsmateriaal: video of live simulatie (5-10 minuten); mondelinge nabespreking (5 minuten); beoordelingsformulier ingevuld door de trainer.

3.6 Bibliografie en hulpmiddelen

Chertow, M. (2000). *Industriële symbiose: literatuur en taxonomie*.

Paquin, R., & Howard-Grenville, J. (2012). *De evolutie van gefaciliteerde industriële symbiose*.

Lombardi, D., & Laybourn, P. (2012). *Industriële symbiose opnieuw gedefinieerd*.

Fraccascia, L., Giannoccaro, I., & Albino, V. (2017). *Industriële symbiose: Het synergiepotentieel blootleggen*.

Europese Commissie. *Actieplan circulaire economie* (beleidscontext). Cropper, S., et al. (2008). *The Oxford Handbook of Inter-Organizational Relations*.

Huxham, C., & Vangen, S. (2005). *Samenwerking beheren: De theorie en praktijk van samenwerkingsvoordeel*.

Ring, PS, & Van de Ven, A. (1994). *Ontwikkelingsprocessen van coöperatieve interorganisatorische relaties*.

Freeman, RE (1984). *Strategisch management: een stakeholderbenadering*.

Mitchell, R., Agle, B., & Wood, D. (1997). *Naar een theorie van stakeholderidentificatie en -saillantie*.

Bryson, J. (2018). *Strategische planning voor publieke en non-profitorganisaties* (instrumenten voor belanghebbenden).

Gray, B. (1989). *Samenwerken: een gemeenschappelijke basis vinden voor problemen met meerdere partijen*.

Kaner, S. (2014). *Handleiding voor begeleiders van participatieve besluitvorming*.

Dahlman, C., & Simkins, B. (2016). *Communicatie en onderhandeling in een mondiale context*.

PAGE *
MBOFF

4. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs(EQF5)

Moduletitel: AI en machine learning om materiaalstromen te voorspellen en de toeleveringsketen/het proces te optimaliseren.

EQF-niveau : 5

ECVET-credits : 3 ECVET

Totale werkbelasting (uren): 75

- Contacturen (input, seminars, workshops, enz.): 45-50 uur
- Begeleide zelfstudie: 10-15 uur
- Projectwerk: 10-15 uur

Leverende instelling: PRIOS KOMPETANSE AS (PRIOS), Noorwegen.

PAGE *
MEROFF

4.1 Moduleoverzicht

Deze module introduceert de fundamentele concepten en praktische toepassingen van kunstmatige intelligentie (AI) en machine learning (ML) binnen industriële symbiose (IS). De module biedt cursisten een helder, operationeel begrip van voorspellende modellen, patroonherkenning, clustering en dashboardgebaseerde besluitvorming, met een sterke focus op de soorten industriële data die doorgaans beschikbaar zijn in het mkb. De module stelt cursisten in staat om prognoses te interpreteren, trends en afwijkingen te identificeren en analytische inzichten te vertalen naar praktische aanbevelingen die bijdragen aan efficiënt gebruik van hulpbronnen, het balanceren van vraag en aanbod en de optimalisatie van symbiotische uitwisselingen.

De cursisten onderzoeken hoe AI-ondersteunde tools besluitvormingsprocessen in industriële clusters kunnen verbeteren, inclusief hoe om te gaan met onzekerheid, misinterpretatie te voorkomen en ethische en verantwoorde datapraktijken toe te passen bij het werken met gevoelige of onvolledige datasets. De module versterkt tevens de communicatie- en rapportagevaardigheden door middel van oefeningen waarbij een duidelijke uitleg van analytische resultaten aan niet-deskundige belanghebbenden vereist is.

Als onderdeel van het SymbioTech VET-traject bouwt deze module voort op de fundamentele IS-concepten die eerder in het curriculum zijn geïntroduceerd en bereidt studenten voor op modules die zich richten op digitale tools, EMS-implementatie en energie-

/grondstoffenoptimalisatie. Er is geen voorkennis van AI of programmeren vereist; basiskennis van IS-data en industriële processen is wel een pluspunt.

4.2 Leerdoelen (LO's)

▪ **Kennis.** Studenten zullen:

1. Begrijp de basisprincipes van AI en ML die relevant zijn voor industriële symbiose, inclusief supervised en unsupervised learning (voorspelling, clustering) (LO1).
2. Ken de belangrijkste soorten IS-gegevens die worden gebruikt voor voorspellende analyses, zoals materiaalstromen, energieverbruik, productivariabiliteit en afvalstromen (LO2).
3. Wees je bewust van hoe dashboards functioneren als hulpmiddelen voor besluitvorming, inclusief componenten, filters, variabelen en tijdvensterlogica (LO3).
4. Wees je bewust van veelvoorkomende beperkingen van modellen en bronnen van vertekening (LO4).
5. Begrijp de ethische en verantwoorde datapraktijken bij het gebruik van AI-ondersteunde tools, inclusief transparantie, onzekerheid en beperkingen van voorspellende modellen (LO5).

▪ **Vaardigheden.** Studenten kunnen:

6. Valideer de invoergegevens, identificeer afwijkingen en markeer verdachte patronen vóór de analyse (LO6).
7. Interpreteer de resultaten van voorspellings- en clusteringmodellen die zijn toegepast op IS-datasets, en identificeer trends, afwijkingen en hotspots (LO7).
8. Configureer en gebruik dashboardtemplates om industriële gegevens te onderzoeken, parameters aan te passen en verschillende analytische weergaven te verkennen (LO8).
9. Ontwikkel duidelijke, op bewijs gebaseerde schriftelijke en mondelinge toelichtingen op analyseresultaten voor mkb-managers en operationeel personeel (LO9).
10. Formuleer concrete aanbevelingen die voorspellende inzichten koppelen aan haalbare IS-beslissingen en optimalisatiemaatregelen (LO10).

▪ **Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid).** Studenten kunnen:

11. Gebruik dashboards met AI-ondersteuning om IS-gerelateerde beslissingen onafhankelijk te onderbouwen en te rechtvaardigen binnen een operationele context (LO11).
12. Evalueer de haalbaarheid en implicaties van door AI gegenereerde aanbevelingen, rekening houdend met beperkingen, onzekerheid en ethische aspecten van het MKB (LO12).

PAGE *
MFC55

13. Communiceer analytische inzichten duidelijk en verantwoord aan niet-deskundigen, ter ondersteuning van gezamenlijke besluitvorming (LO13).
14. Reflecteer op de beperkingen en risico's die verbonden zijn aan voorspellende instrumenten en pas de aanbevelingen dienovereenkomstig aan (LO14).

4.3 Indicatief leer-

/lesrooster

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	AI-context en datagereedheid	Input en workshop	Overzicht: AI/ML in industriële symbiose (IS); Begeleid versus onbegeleid leren. Gegevens: Het verkennen van IS-datasets (materiaalstromen, energieverbruiksgegevens); het identificeren van problemen met de datakwaliteit (ruis, ontbrekende waarden) in de context van het MKB.	LO1, LO2, LO6	Hyndman & Athanasopoulos (2021) Hoofdstuk 1-2; Yeo et al. (2020) sectie hulpmiddelen.	Interactief college; Casusvoorbeelden van gegevensbronnen; Praktische gegevensanalyse.
2	Voorspellende modellering: prognoses en clustering	Invoer & Lab	Voorspellen: de logica van regressie en tijdreeksen; seizoensinvloeden en onzekerheid. Clustering: Het detecteren van hotspots, segmenten en afwijkingen in gegevensstromen. Activiteit: Het interpreteren van de resultaten van vooraf gebouwde modellen (black-box-benadering)	LO1, LO5, LO7, LO10	Hyndman & Athanasopoulos (2021) Hoofdstuk 3; Patel & Dave (2019) clusteringvoorbeelden; Chandola et al. (2009) anomaliedetectie	Visuele demonstratie; "Interpretatielab" met behulp van spreadsheet-/visuele hulpmiddelen.

			in plaats van helemaal vanaf nul te programmeren.			
3	Dashboar dconfigura tie en visuele analyse	Worksh op	Structuur: Dashboardvariabelen, filters, tijdsvensters. Configuratie: IS-gegevens in sjablonen laden; parameters aanpassen. Interpretatie: Visualisaties lezen om trends en operationele fouten te diagnosticeren.	LO3, LO6, LO8	<i>Few (2006) Hoofdstuk 1-2; Few (2012) geselecteerde secties.</i>	Begeleide workshop (sjabloonconfigurati e); vragen en antwoorden van medestudenten.

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
4	Besluitvormingsondersteuning, ethiek en communicatie	Seminar & Schrijfworkshop	Beslissingslogica: Het verband tussen voorspellingen, vraag-aanbodbalans en haalbaarheid. Ethiek: Gegevensbeheer, verantwoordelijke omgang met gegevens en communicatie over onzekerheid. Resultaat: Het opstellen van op bewijs gebaseerde aanbevelingen voor niet-deskundigen.	LO4, LO5, LO9, LO12, LO13, LO14	<i>Mittelstadt (2019) AI-ethiek; Knaflitz (2015) verhalende secties.</i>	Scenariobespreking; Praktische schrijfworkshop; Reflectief gesprek.
5	Geïntegreerd scenario-project en eindbeoordeling	Projectwerk & Beoordeling	Project: Het toepassen van dashboardinzichten op een realistisch besluitvormingsscenario voor het MKB. Beoordeling: Eindpresentatie van de dashboardinterpretatie, aanbevelingen en	LO9, LO10, LO11, LO12, LO14	Projectomschrijving; Beoordelingscriteria.	Begeleide projectkliniek; formele presentatie/mondelinge discussie.

			mondelinge verdediging met betrekking tot haalbaarheid en ethiek.			
--	--	--	---	--	--	--

4.4 Onderwijs- en leermethoden

▪ *Leerbenadering*

Deze module hanteert een hybride leerbenadering die synchrone activiteiten (colleges, discussies, workshops, practica) combineert met asynchroon materiaal dat studenten zelfstandig kunnen bestuderen. Deze aanpak bevordert zowel directe interactie tijdens begeleide sessies als diepere reflectie door middel van zelfstudie. De asynchrone elementen – leesmateriaal, dataoverzichten en gestructureerde analysehandleidingen – zorgen ervoor dat studenten de logica achter voorspellingen, clusteringprincipes en data-interpretatietechnieken naar behoefte kunnen herhalen om hun begrip te consolideren.

▪ *Belangrijkste lesmethoden*

De onderwijsmethoden omvatten interactieve colleges voor de introductie van kernconcepten van AI/ML, seminars over data-ethiek en onzekerheid, en casestudies ter illustratie van het gebruik van voorspellende tools in industriële symbioseomgevingen. Workshops en praktijkgerichte labs bieden gestructureerde mogelijkheden om te oefenen met het interpreteren van voorspellingen, het identificeren van afwijkingen en het configureren van dashboardtemplates. Scenario-gebaseerde groepstaken bevorderen samenwerkingsgericht redeneren, terwijl projectmatig werk studenten in staat stelt analytische methoden toe te passen op realistische data van het MKB en op bewijs gebaseerde aanbevelingen te ontwikkelen.

▪ *Aanpakken die actief leren en praktische toepassing ondersteunen*

De leeractiviteiten zijn ontworpen om actieve betrokkenheid en progressieve vaardigheidsontwikkeling te bevorderen. Workshops en practica stellen leerlingen in staat om direct met sjablonen en datasets te werken, waardoor abstracte concepten worden omgezet in operationele competentie. Casusbesprekingen en scenario-opdrachten stimuleren kritisch denken en ondersteunen de toepassing van analytische resultaten in reële besluitvormingssituaties. Het eindproject integreert kennis, vaardigheden en competenties door van leerlingen te eisen dat ze zelfstandig voorspellende resultaten interpreteren, beslissingen onderbouwen, onzekerheid aanpakken en inzichten helder communiceren, wat de mate van autonomie en verantwoordelijkheid weerspiegelt die verwacht wordt op EQF-niveau 5.

PAGE *
158055

4.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

▪ **Beoordelingsmethode**

De beoordeling in deze module combineert **formatieve** en **summatieve** componenten om de ontwikkeling van kennis, praktische vaardigheden en analytische competenties te evalueren, afgestemd op de leerdoelen. Formatieve beoordelingen zijn door de hele module heen geïntegreerd om continue feedback te geven, leerlingen te begeleiden bij het interpreteren van voorspellende resultaten en de progressieve ontwikkeling van dashboardvaardigheden, data-interpretatie en communicatieve vaardigheden te ondersteunen. De summatieve beoordeling bestaat uit een gestructureerd eindproject waarbij leerlingen datasets over industriële symbiose moeten interpreteren met behulp van een dashboardsjabloon, een reeks

op bewijs gebaseerde aanbevelingen moeten opstellen en reflectief inzicht moeten tonen in onzekerheid en ethische overwegingen.

▪ **Formatieve beoordeling**

Formatieve beoordelingstaken omvatten korte analytische oefeningen die tijdens workshops en practica worden uitgevoerd, zoals het interpreteren van trends in dashboardweergaven, het identificeren van afwijkingen, het valideren van problemen met de datakwaliteit en het opstellen van voorlopige conclusies. Andere formatieve elementen zijn deelname aan casusbesprekingen, bijdragen aan groepswork aan scenario's en korte schriftelijke reflecties over onzekerheid en ethische aspecten van voorspellende instrumenten. Deze activiteiten worden niet beoordeeld, maar bieden essentiële feedback, waardoor leerlingen hun begrip kunnen consolideren vóór de eindbeoordeling.

▪ **Summatieve beoordeling**

De summatieve beoordeling is gebaseerd op een **individueel project** dat alle moduleonderdelen integreert. Studenten moeten een dashboardsjabloon invullen met behulp van een aangeleverde dataset, voorspellende resultaten interpreteren (bijv. trends, afwijkingen, hotspots) en een korte schriftelijke aanbeveling opstellen voor een besluitvormer binnen het MKB. De beoordeling wordt afgesloten met een **presentatie en een mondelinge discussie**, waarin studenten hun analytische redenering onderbouwen, configuratiekeuzes toelichten, onzekerheden communiceren en vragen beantwoorden over de haalbaarheid en ethische implicaties. Er wordt een **gestructureerde beoordelingsmatrix** gebruikt om transparantie en consistentie te waarborgen bij de evaluatie van analytische nauwkeurigheid, helderheid van communicatie, onderbouwing van beslissingen, ethisch bewustzijn en algehele competentie.

PAGE *
15/2025

Weging van componenten

Het eindcijfer is samengesteld uit:

- *Vormend onderdeel: 30%*
 - workshop-/laboefeningen (interpretatietaken)
 - Korte schriftelijke reflecties over onzekerheid/ethiek
 - bijdrage aan scenario-gebaseerd groepswork
- *Samenvattend onderdeel: 70%*
 - Interpretatie van het dashboard en schriftelijke aanbevelingsbrief (45%)
 - presentatie en mondelinge discussie (25%)

De formatieve onderdelen dragen bij aan het eindcijfer en erkennen het belang van continue betrokkenheid en vaardigheidsontwikkeling, terwijl het summatieve project ervoor zorgt dat leerlingen zelfstandig AI-ondersteunde analytische methoden kunnen toepassen in een context van industriële symbiose. Beoordelingscriteria omvatten nauwkeurigheid en gepastheid van de interpretatie, correcte identificatie van afwijkingen en beperkingen, duidelijkheid en relevantie van aanbevelingen, coherentie van de communicatie, ethisch besef en reflectieve onderbouwing van beslissingen.

4.6 Bibliografie en hulpmiddelen

4.6.1 Vereist

Het volgende materiaal ondersteunt de kernconcepten en toegepaste activiteiten in deze module. Afhankelijk van de voorkennis van de cursisten en de focus van specifieke onderdelen kunnen geselecteerde hoofdstukken of fragmenten worden toegewezen.

Few, S. (2006). Ontwerp van informatiedashboards: Effectieve visuele communicatie van data. O'Reilly Media.

Few, S. (2012). Laat me de cijfers zien: Tabellen en grafieken ontwerpen ter verheldering (2e editie). Analytics Press.

Knaflitz, CN (2015). Storytelling met data: een data-visualisatiegids voor zakelijke professionals. Wiley.

Hyndman, RJ, & Athanasopoulos, G. (2021). Forecasting: Principles and practice (3rd ed.). OTexts.

Patel, H., & Dave, C. (2019). Toepassingen van het K-means clusteringalgoritme: een overzicht. International Journal of Computer Science and Mobile Computing, 8(5), 182–191.

Järvenpää, A.-M. (2021). Industriële symbiose, circulaire economie en Industrie 4.0. Publicaties van de Poolse Academie van Wetenschappen, 69–76.

Yeo, Z., Low, JSC, & Tan, PS (2020). Instrumenten voor het bevorderen van industriële symbiose: een systematische review. Waste and Resources Action Programme (WRAP) / University of Warwick.

Mittelstadt, B. (2019). Principes van ethiek in kunstmatige intelligentie: een handleiding voor professionals. Oxford Internet Institute.

PAGE *
MIDOFF

4.6.2 Aanbevolen

Voor een diepgaandere leerervaring kunt u ook de volgende verzameling materialen gebruiken:

Géron, A. (2019). Praktische machine learning met Scikit-Learn, Keras en TensorFlow (2e editie). O'Reilly Media.

Flach, P. (2012). Machine learning: De kunst en wetenschap van algoritmen die data interpreteren. Cambridge University Press.

Jain, AK (2010). Data clustering: 50 jaar voorbij K-means. Pattern Recognition Letters, 31(8), 651–666.

Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaliëdetectie: een overzicht. ACM Computing Surveys, 41(3), 1–58.

Machine learning-ondersteunde industriële symbiose: Het testen van het vermogen van woordvectoren om gelijkenis te schatten voor materiaalvervangingen - Davis - 2022 - Journal of Industrial Ecology

Bin, S., Yeo, Z., Low, JSC, Koh, D., Kurle, D., Cerdas, F., & Herrmann, C. (2015). Een big data-analysebenadering voor de ontwikkeling van industriële symbiose in grote steden. *Procedia CIRP*, 29, 450–455.

5. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs(EQF5)

Moduletitel: Blockchaintechnologieën worden gebruikt om transparante en veilige systemen voor het volgen en certificeren van materiaal- en energiestromen te creëren.

EQF-niveau : 5

ECVET-credits : 3 ECVET

Totale werkbelasting (uren): 75

- Contacturen (input, seminars, workshops, enz.): 45-50 uur
- Begeleide zelfstudie: 10-15 uur
- Projectwerk: 10-15 uur

Leverende instelling: PRIOS KOMPETANSE AS (PRIOS), Noorwegen.

PAGE *
MEROFF

5.1 Moduleoverzicht

Deze module introduceert het praktische gebruik van blockchaintechnologieën ter ondersteuning van transparante traceerbaarheid in circulaire en industriële symbiose-waardeketens. Het biedt cursisten een helder, operationeel inzicht in hoe blockchain-systemen met toegangsbeheer gegevens op batchniveau vastleggen, documentatie beveiligen en verifieerbaar bewijs leveren voor audits, certificering en samenwerking tussen verschillende belanghebbenden.

Deze module richt zich op de blockchain-gebaseerde traceerbaarheidscompetenties die vereist zijn in de digitale IT-praktijk: het invoeren en bijwerken van batchinformatie, het toevoegen van ondersteunende documenten, het genereren van QR-codes, het verifiëren van grootboekposten en het toelichten van traceerbaarheidsresultaten aan partners of auditors. De cursisten onderzoeken hoe blockchain het vertrouwen in de uitwisseling van resources vergroot, digitale productpaspoorten (DPP's) ondersteunt en informatiehiaten in symbiotische netwerken verkleint. De module behandelt ook ethische en governance-overwegingen, waaronder verantwoord omgaan met gegevens en de beperkingen van blockchain wanneer brongegevens onbetrouwbaar of onvolledig zijn.

Deze module bouwt voort op eerdere beroepsopleidingen in industriële symbiose en digitale tools, en bereidt cursisten voor op volgende modules over milieumanagementsystemen en operationele optimalisatie. Er is geen voorafgaande technische kennis vereist; basiskennis van industriële processen of documentatiepraktijken is nuttig, maar niet verplicht.

5.2 Leerdoelen (LO's)

▪ **Kennis.** Studenten zullen:

1. Begrijp de basisprincipes van blockchain die relevant zijn voor industriële symbiose, waaronder gedistribueerde grootboeken, toegangsbeheernetwerken, blokken, transacties, hashes en de rol van onveranderlijkheid in data-integriteit (LO1).
2. Leer hoe blockchain transparante traceerbaarheid in circulaire en symbiotische waardeketens ondersteunt, inclusief registratie op batchniveau, digitale certificering en koppeling met digitale productpaspoorten (DPP's) en duurzaamheidsrapportage (LO2).
3. Inzicht in de structuur en het doel van permissioned blockchain-systemen (bijv. Hyperledger), inclusief deelnemers, activa, transacties en toegangsrechten (LO3).
4. Houd rekening met ethische, bestuurlijke en gegevensbeschermingsaspecten bij het vastleggen en delen van traceerbaarheidsgegevens, inclusief risico's, beperkingen en de operationele betekenis van 'gegevensintegriteit'. (*Canon: ethiek, gegevensbeheer, anti-greenwashing*) (LO 4),
5. Ken de soorten documenten en gegevens die doorgaans aan blockchain-records worden gekoppeld (bijv. batch-ID's, locatie, tijdstempels, certificaten, leveringsbonnen) en hun rol bij het ondersteunen van audits en het vertrouwen van belanghebbenden (LO5).

PAGE *
152055

▪ **Vaardigheden.** Studenten kunnen:

6. Traceerbaarheidsrecords aanmaken en bijwerken in een blockchainomgeving met toegangsbeheer, waarbij batchgegevens, metadata en ondersteunende documenten correct worden ingevoerd (LO6).
7. Genereer en gebruik QR-codes die gekoppeld zijn aan blockchain-items, en zorg voor een correcte werking bij het ophalen van traceerbaarheidsinformatie (LO7).
8. Navigeer door een op Hyperledger gebaseerde interface of low-code-omgeving om eenvoudige bedrijfsnetwerken te implementeren, te testen en te verifiëren, volgens gedefinieerde procedures (LO8).
9. Controleer de juistheid van blockchain-gegevens, inclusief de volledigheid van records, hashbevestiging, documentbijlagen en consistentie met operationele gegevens (LO9).
10. Interpreteer de traceerbaarheidsresultaten van blockchain, identificeer hiaten of inconsistenties en evalueer wat de blockchain-registratie wel en niet bevestigt (LO10).
11. Bereid duidelijke schriftelijke of mondelinge uitleg voor over traceerbaarheidsworkflows voor belanghebbenden binnen het mkb, waarbij wordt aangetoond hoe blockchain transparantie, certificering en vertrouwen ondersteunt (LO11).

▪ **Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid).** Studenten kunnen:

12. Voer een blockchain-traceerbaarheidsworkflow zelfstandig uit binnen een mkb- of industriële symbiosecontext, volgens de vastgestelde governance- en gegevensbeheerregels (LO12).
13. Neem de verantwoordelijkheid voor de data-integriteit bij het invoeren of wijzigen van traceerbaarheidsinformatie en zorg voor nauwkeurigheid, volledigheid en correcte documentatie (LO13).
14. Pas ethische en verantwoorde werkwijzen toe bij de behandeling van gevoelige of vertrouwelijke gegevens in traceerbaarheidsregistraties, waarbij u de grenzen en beperkingen erkent (LO14).
15. Communiceer blockchain-gebaseerd bewijsmateriaal op transparante wijze aan partners, auditors of IS-medewerkers, ter ondersteuning van het opbouwen van vertrouwen en ter voorkoming van verkeerde interpretatie of greenwashing (LO15).
16. Evalueer wanneer blockchain een geschikt instrument is voor een behoefte aan traceerbaarheid, op basis van transparantievereisten, de complexiteit van meerdere belanghebbenden, auditbehoeften en beschikbare alternatieven (LO16).

5.3 Indicatief leer-

/lesrooster

A/ A	Eenheids- /sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoel en	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Grondbegin selen en traceerbaar heid Context	Invoer en demonstra tie	Concept: Gedistribueerde grootboeken, blokken, hashes en het concept van "onveranderlijkheid". Context: Hoe traceerbaarheid de circulaire economie (digitale productpaspoorten) en het vertrouwen in symbiotische uitwisselingen ondersteunt. Demo: Navigeren in een beheerde ledger- interface (deelnemers en activa bekijken).	LO1, LO2, LO3, LO8	Antonopoulos & Wood (2018) – Basisprincipes; Europese Commissie (2022) – ESPR-context.	Interactief college; Casusanalyse (circulaire toeleveringsketen s); Gestructureerde observatie van de interface.
2	Schrijven naar het grootboek: gegevensin voer en documenta tie	Werkplaats / Lab	Datastructuur: Inzicht in batchmetadata (ID's, tijdstempels) versus bijgevoegd bewijsmateriaal (pdf's, certificaten). Actie: Praktische oefening in het invoeren van nieuwe	LO5, LO6, LO12, LO13	GS1 (2022) – Traceerbaarheidsr aamwerk en metadata; Hyperledger Sandbox-tools.	Praktisch practicum; Micro- oefeningen (invullen van velden); Oefeningen onder begeleiding van de docent.

			traceerbaarheidsgegevens in een testomgeving. Kwaliteit: Zorgen voor volledigheid voordat het document wordt "verzegeld".			
3	Het grootboek lezen: verificatie en opvragen	Werkplaats / Lab	Verificatie: Het gebruik van checksums/hashtes om de data-integriteit te controleren; het identificeren van hiaten of gemanipuleerde records. Ophalen: QR-codes genereren die gekoppeld zijn aan grootboekposten; de gebruikerservaring testen (scannen om de herkomst te bekijken).	LO7, LO9, LO10	GS1 Digital Link (2020); Antonopoulos & Wood – Hashing/Integriteit .	Praktische workshop (QR-generatie); Peerverificatie (elkaars inzendingen controleren).

A/ A	Eenheids- /sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoel en	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
4	Bestuur, ethiek en strategisch e beslissinge n	Seminar en groepswe rk	Strategie: "Wanneer blockchain inzetten?" (Beslissingscriteria: vertrouwen, complexiteit, auditbehoefte). Ethiek: Omgaan met gevoelige gegevens, privacy en het vermijden van 'greenwashing' (overdreven beweringen op basis van zwakke brongegevens). Bestuur: Wie heeft toestemming om te schrijven/lezen?	LO4, LO14, LO15, LO16	WEF (2018) Voorbij de hype; Francisco & Swanson (2018) – Risico's van transparantie.	Oefening in het in kaart brengen van beslissingen (blockchain versus database); reflectieve discussie over greenwashing.
5	Geïntegree rd traceerbaar heidsprojec t en - beoordelin g	Projectwe rk & Beoordelin g	Project: Het creëren van een volledig lifecycle- record (invoer + documentbijlage + QR- code) voor een specifiek IT-scenario. Beoordeling: Presentatie van de workflow en mondelinge verdediging met betrekking tot data- integriteit en systeembependingen.	LO6, LO9, LO11, LO13, LO16	Projectomschrijvin g; Beoordelingscriteri a.	Begeleide projectkliniek; eindpresentatie en mondeling examen.



Co-funded by
the European Union

PAGE *
MEROFF



Dit onderzoek is gefinancierd door de Europese Unie. De geuite standpunten en meningen zijn echter uitsluitend die van de auteur(s) en weerspiegelen niet noodzakelijkerwijs die van de Europese Unie of het Europees Uitvoerend Agentschap voor Onderwijs en Cultuur (EACEA). Noch de Europese Unie, noch de subsidieverstreckende instantie kan hiervoor aansprakelijk worden gesteld.

5.4 Onderwijs- en leermethoden

Deze module hanteert een blended learning-aanpak die synchrone activiteiten (colleges, workshops, practica, seminars, projectbesprekingen) combineert met asynchroon materiaal dat studenten zelfstandig kunnen bestuderen. Deze combinatie biedt zowel realtime begeleiding tijdens sessies als de mogelijkheid om concepten, werkprocessen en interpretatievaardigheden in eigen tempo te consolideren.

De lesmethoden omvatten interactieve colleges om de belangrijkste blockchain- en traceerbaarheidsconcepten te introduceren, seminars om ethische en governance-vraagstukken te onderzoeken, en casussessies om traceerbaarheid te plaatsen binnen circulaire en industriële symbiose-waardeketens. Workshops en praktijkgerichte labs vormen de kern van de module en bieden gestructureerde mogelijkheden om te oefenen met het aanmaken van grootboekposten, het toevoegen van documentatie, het genereren van QR-codes en het verifiëren van de data-integriteit in een blockchain-omgeving met toegangsbeheer. Begeleide analyses en scenario-gebaseerde oefeningen helpen cursisten bij het interpreteren van blockchain-output en het ontwikkelen van een oordeel over wanneer blockchain wel of niet geschikt is voor specifieke traceerbaarheidsbehoeften.

Gedurende de hele module ligt de nadruk op actief leren, nauwkeurigheid en verantwoordelijkheid. Praktische sessies vereisen dat cursisten werken met echte documentatieformaten, regels voor gegevensbeheer volgen en hun eigen resultaten controleren op consistentie. Groepsdiscussies en mondelinge toelichtingen versterken de communicatieve vaardigheden, terwijl projectmatig werk de competentieontwikkeling ondersteunt op het gebied van besluitvorming, documentatiekwaliteit en ethisch gebruik van traceerbaarheidsgegevens. Deze methoden zorgen er gezamenlijk voor dat cursisten de operationele vaardigheden ontwikkelen die van EQF5 SymbioTech Managers worden verwacht, met het vertrouwen om traceerbaarheidstools op verantwoorde wijze toe te passen in industriële contexten.

PAGE *
M5B055

5.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

De beoordeling in deze module combineert formatieve en summatieve componenten om de kennis, toegepaste vaardigheden en competenties van leerlingen op het gebied van blockchain-gebaseerde traceerbaarheid te evalueren. Formatieve beoordelingen zijn door de hele module heen geïntegreerd om continue feedback te geven en de voortgang van conceptueel begrip naar zelfstandig gebruik van traceerbaarheidsworkflows te ondersteunen.

Formatieve beoordeling

- Korte praktische oefeningen tijdens workshops en labs (het aanmaken van gegevens, het bijvoegen van documenten, het verifiëren van gegevens, het navigeren door de blockchain-interface met toegangsrechten, het lokaliseren van recordelementen).
- Deelname aan seminars en groepsdiscussies over ethiek, bestuur en besluitvorming.
- Begeleide analysetaken gericht op het interpreteren van blockchain-uitvoer en het identificeren van onvolledige of inconsistente gegevens.

- Korte reflectieve aantekeningen over beperkingen, gegevensintegriteit of ethische overwegingen.

Deze vormende elementen helpen leerlingen om procedurele nauwkeurigheid te consolideren, interpretatievaardigheden te versterken en zich voor te bereiden op het eindproject.

Summatieve beoordeling

De eindbeoordeling is een individueel project dat uit vier onderdelen bestaat:

1. Taak voor traceerbaarheidsregistratie (boekhouding + documentatie + QR-code)

Cursisten moeten een volledig traceerbaarheidsrecord aanmaken of bijwerken in de beveiligde blockchainomgeving, inclusief nauwkeurige metadata, relevante ondersteunende documenten en een werkende QR-link.

2. Verificatie- en integriteitscontrole

Leerlingen controleren hun eigen gegevens, signaleren mogelijke problemen en documenteren correcties of beperkingen.

3. Korte schriftelijke samenvatting (interpretatie van bewijsmateriaal)

Een beknopte uitleg van wat de blockchain-registratie bevestigt, wat deze niet bevestigt en hoe deze bijdraagt aan transparantie voor belanghebbenden.

4. Presentatie en mondelinge discussie

Een korte presentatie van het eindverslag, gevolgd door een mondeling examen over genomen beslissingen, ondervonden beperkingen, verificatie-uitkomsten en ethische overwegingen (bijv. gevoeligheid van gegevens, risico op overdeclaraties).

PAGE *
MIDOFF

Weging

- *Vormende onderdelen:* 30% (workshops, practica, reflectieopdrachten, participatie)
- *Eindcijfer project:* 70%
 - Grootboektaak + integriteit van de documentatie: 40%
 - Schriftelijke opdracht (interpretatie en beperkingen): 10%
 - Presentatie en mondelinge discussie: 20%

Beoordelingscriteria

- Nauwkeurigheid en volledigheid van grootboekposten en metadata.
- Correct gebruik van ondersteunende documenten en QR-koppelingen.
- Kwaliteit van verificatie en integriteitscontrole (het identificeren van hiaten of beperkingen).
- Duidelijkheid en juistheid bij de interpretatie van wat de blockchain-gegevens aantonen.

- Ethisch bewustzijn en verantwoorde omgang met gevoelige of onvolledige gegevens.
- Communicatieve vaardigheden en het vermogen om beslissingen uit te leggen aan niet-deskundigen.
- Algehele autonomie, betrouwbaarheid en naleving van bestuursregels.

Deze beoordelingsmethoden weerspiegelen de nadruk van EQF5 op toegepaste competentie, verantwoordelijke besluitvorming en heldere communicatie, waardoor leerlingen zelfstandig blockchain-gebaseerde traceerbaarheidsworkflows kunnen uitvoeren binnen contexten van industriële symbiose.

5.6 Bibliografie en hulpmiddelen

5.6.1 Bibliografie

Europese Commissie. (2022). Ecodesign voor duurzame productenverordening (ESPR): Overzicht. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sustainability/ecodesign-sustainable-products-regulation_en.

Antonopoulos, AM, & Wood, G. (2018). *Mastering blockchain: Distributed ledger technology, decentralization, and smart contracts explained* (2nd ed.). O'Reilly Media. <https://learning.oreilly.com/library/view/mastering-blockchain-2nd/9781788839044/>

Wereld Economisch Forum. (2020). *Toolkit voor de implementatie van blockchain: een gids voor de adoptie door bedrijven*. <https://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/index.html>

Francisco, K., & Swanson, D. (2018). De toeleveringsketen heeft geen kleren: Technologische adoptie van blockchain voor transparantie in de toeleveringsketen. *Logistiek*, 2 (1), 2. <https://doi.org/10.3390/logistics2010002>

GS1. (2022). *Wereldwijde traceerbaarheidsstandaard: Overzicht*. <https://www.gs1.org/standards/traceability>

GS1. (2020). *GS1 Digital Link: Fysieke producten verbinden met digitale informatie*. <https://www.gs1.org/standards/gs1-digital-link>

Wereld Economisch Forum. (2018). *Is blockchain het juiste instrument voor uw bedrijf? Belangrijke vragen om te stellen*. <https://www.weforum.org/stories/2018/04/questions-blockchain-toolkit-right-for-business>

Wereld Economisch Forum. (2018). *Blockchain voorbij de hype: een praktisch kader voor bedrijfsleiders*. <https://www.weforum.org/publications/blockchain-beyond-the-hype/>

Deloitte. (z.d.). *Blockchain gebruiken om transparantie en innovatie in de toeleveringsketen te bevorderen*. <https://www.deloitte.com/us/en/services/consulting/articles/blockchain-supply-chain-innovation.html>

Hyperledger Foundation. (2022). *Hyperledger Fabric: Architectuur, concepten en componenten*. <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/architecture.html>

5.6.2 Hulpmiddelen en platformen



Hyperledger Foundation Labs (sandbox): <https://labs.hyperledger.org>

Hyperledger Fabric-testnetwerk: https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/test_network.html

QR-codegenerator (open source): <https://qrcode-monkey.com>

SHA-256 checksum-calculator: https://emn178.github.io/online-tools/sha256_checksum.html

6. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs(EQF5)

Modulietitel : Symbiotische energie-efficiëntie-/managementtechnologieën en -modellen

EQF-niveau: 5

ECVET-credits: 3 ECVET

Totale werkbelasting (uren): 50-75 uur

- Contacturen (colleges, practica, seminars, workshops, enz.): 30-45 uur
- Begeleide zelfstudie: 10-15 uur
- Projectwerk: 10-15 uur

Uitvoerende instelling: SLOVENSKA INOVACNA A ENERGETICKA AGENTURA (SIEA), (SIEA), Slowakije

PAGE *
MEROFF

6.1 Moduleoverzicht

Deze module is specifiek ontworpen voor SymbioTech-managers die uitgebreide, praktische expertise willen opdoen in het beheren van symbiotische energiesystemen binnen industriële en productieomgevingen, in lijn met de EU-richtlijn inzake energie-efficiëntie (EED) 2023/1791 en de nationale energie- en klimaatplannen (NECP 2021-2030). De module biedt een diepgaande analyse van de belangrijkste raamwerken voor energiemanagementsystemen (EMS), met bijzondere nadruk op ISO 50001, die internationaal erkende normen ondersteunt voor energieprestaties en naleving in symbiotische industriële netwerken.

Deelnemers verwerven een gedegen begrip van de fundamentele principes en vereisten van deze energiekaders, waardoor ze in staat zijn om effectief energiebeheer te ontwerpen, implementeren en onderhouden. Het programma behandelt elk onderdeel van symbiotische energiesystemen binnen het energiemanagementsysteem (EMS) grondig, zoals de formulering van energiebeleid afgestemd op industriële symbiose, audits van de naleving van energieregelgeving, energierisicobeheer en mechanismen voor continue verbetering. Er wordt speciale aandacht besteed aan het waarborgen dat deze systemen niet alleen voldoen aan de regelgeving, maar ook strategisch aansluiten bij de principes van de circulaire economie en industriële symbiose, waarbij efficiënt gebruik van hulpbronnen, afvalminimalisatie en symbiotische samenwerking tussen sectoren worden gestimuleerd.

Daarnaast leren SymbioTech-managers de afvalbeheerhiërarchie in de praktijk te begrijpen en toe te passen, met de nadruk op preventie, hergebruik en recycling van industriële bijproducten, met name energiegerelateerd afval. Managers voeren energiebalansen uit en brengen de input en output van grondstoffen in kaart via materiaalstroomanalyse (MFA), om energieverpilling te identificeren die als hulpbron kan dienen voor andere processen binnen het kader van industriële symbiose. Wat betreft het circulaire productontwerp zullen de managers van SymbioTech begrijpen hoe procesherontwerpen, gebaseerd op energiebesparende maatregelen, de productie van niet-recyclebare materialen aan het begin van de productiecycclus verminderen.

Managers maken kennis met geavanceerde praktische tools en methoden voor energie-impactanalyse, zoals pinch-analyse, thermische beeldvorming en eenvoudige energiegerelateerde metingen. Ze leren deze gegevens systematisch te interpreteren voor strategische besluitvorming om de energie-efficiëntie te verbeteren. Managers van SymbioTech beheersen de basisprincipes van pinch-analyse om thermische integratienetwerken te ontwerpen voor symbiotische bedrijven. Hierbij wordt de overtollige restwarmte van het ene bedrijf gekoppeld aan de procesbehoeften van een ander bedrijf via gedeelde warmtewisselaarcascades, waardoor strategisch leiderschap in industriële symbiose mogelijk wordt. De training omvat het vaststellen van energiedoelstellingen, het bepalen van prestatie-indicatoren en het ontwikkelen van rapportagetools. De module behandelt ook technieken voor het uitvoeren van interne en externe energiemanagementaudits, zodat organisaties voldoen aan alle ISO 50001-vereisten.

De workshops, die interactieve sessies omvatten, verdiepen het conceptuele begrip, terwijl simulaties praktische scenario's bieden om vaardigheden op het gebied van energieaudits en -implementatie toe te passen – zoals het gebruik van thermische beeldgegevens voor besluitvorming in teamverband. Dit biedt ondersteuning aan de managers van SymbioTech bij het doorgronden van de complexiteit van het integreren van symbiotische energiesystemen in bestaande organisatieprocessen en leidt tot concrete verbeteringen in de milieuprestaties.

Gedurende de module ligt de nadruk op het ontwikkelen van leiderschapsvaardigheden in symbiotisch energiebeheer, waardoor SymbioTech-managers in staat worden gesteld om continue energieverantwoordelijkheid binnen hun organisaties te bevorderen. Aan het einde van de cursus zijn deelnemers toegerust om energie-efficiëntieprojecten te leiden die niet alleen voldoen aan internationale normen zoals ISO 50001, maar ook een zinvolle bijdrage leveren aan duurzame industriële praktijken en gezamenlijk energiebeheer en energiemanagementsystemen (EMS) binnen industriële netwerken.

PAGE *
15/2055

6.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen:

- ***Kennis . Studenten zullen:***



1. Inzicht in de kernprincipes van energie-efficiëntie en energieverpilling, inclusief concepten zoals terugwinning van restwarmte, systeemoptimalisatie, afvalbeheerhiërarchie, materiaalstroomanalyse (MFA) voor het in kaart brengen van hulpbronnen binnen een bedrijf, en circulair productontwerp om productuitwisseling tussen industriële partners mogelijk te maken (LO1).
2. Maak kennis met de basisprincipes van pinch-analyse (warme/koude stromen, pinchpunt) als methode voor het verbeteren van de thermische energie-integratie – door deze intern toe te passen voor procesefficiëntie en extern tussen bedrijven door de overtollige restwarmte van het ene bedrijf te gebruiken als input voor de verwarmingsbehoeften van een ander bedrijf (LO2).
3. De belangrijkste onderdelen van de ISO 50001-normen herkennen die leidend zijn voor energiebeheersystemen in industriële omgevingen (LO3).

▪ ***Vaardigheden. Studenten kunnen:***

4. Voer eenvoudige energiegerelateerde metingen (temperatuur, vermogensmetingen) uit op industriële machines met behulp van basisgereedschap (LO4).
5. Apparaten zoals warmtebeeldcamera's gebruiken om warmteverlieszones te identificeren en ondersteunende gegevens te verzamelen. Het gebruik van warmtebeeldcamera's biedt de managers van SymbioTech de nodige praktische ervaring om mogelijkheden voor samenwerking tussen verschillende sectoren te identificeren (LO5).
6. Pas checklists en inleidende Pinch Analysis-tools toe om energieverbruikspatronen te beoordelen, inefficiënties op te sporen en passende technische aanpassingen voor te stellen (bijv. isolatie, terugwinningssystemen, procesverbeteringen) (LO6).
7. Documenteer de bevindingen duidelijk en structureer de aanbevelingen in een plan voor corrigerende maatregelen (LO7).

▪ ***Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid). Studenten kunnen:***

8. Veilig en zorgvuldig werken in industriële omgevingen, met inachtneming van vastgestelde operationele protocollen, met name bij het hanteren van hete oppervlakken, het werken met elektrische systemen of het bedienen van bewegende apparatuur (LO8).
9. Neem het initiatief om energieverliespunten te identificeren en aanbevelingen op te stellen, en erken daarbij het belang van samenwerking met technische teams om de implementatie te rechtvaardigen (LO9).
10. Zorg voor duidelijke en systematische registratie van energieobservaties, waarbij de traceerbaarheid en betrouwbaarheid voor vervolg- of auditdoeleinden gewaarborgd zijn (LO10).

PAGE *
MFC55

6.3 Indicatief leer-

/lesrooster

We ek	Eenheids- /sectietite l	Sessiet pe	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoel en	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Bootcamp -training op locatie (face-to- face)	Lezing / worksho p / e- learning	De basisprincipes van energie- efficiëntie, met concrete voorbeelden van energiebesparing .	LO1 , LO2	Branca et al. (2022), Kemp et al. (2020), Energie- efficiëntierichtlijn 2023/1791	Met behulp van warmtebeeldcamera's en -sensoren oefenen leerlingen het identificeren van warmteverlies van geselecteerde apparatuur; knijpanalyse- oefeningen.
2	Begeleide e-learning en werkplekt aken	Seminar / e- learning	Energiebeheer, Energiebalansen , Afvalbeheerhiër archie, MFA, Circulair productontwerp, Technieken voor afvalvermindering, Berekening van energieverbruik (casestudies)	LO1 , LO3, LO4, LO5, LO6, LO7	Europese Green Deal, Fit for 55, Energie- efficiëntierichtlijn 2023/1791, ISO 50001 (Energiebeheersystemen)	Gesimuleerde casestudies, quizzen in eigen tempo, het uitvoeren van een mini-energieaudit.
3, 4	Eindbeoor delingskli niek	Lezing / worksho p / e- learning	Energieverspill ingskaart met overzicht van energieverliezen	LO 1, LO8, LO9, LO10	Cervo et al. (2020), Fraccascia et al. (2020)	Zelfstudie, vraag- en antwoordsessies, analyse en verdediging.

			, plan voor corrigerende maatregelen ter verbetering.			
--	--	--	--	--	--	--

6.4 Belangrijke hulpmiddelen en bronnen

- **Thermische camera en sensoren** – Gebruikt tijdens de bootcamp-training op locatie en ander projectwerk om warmteverlies in apparatuur of processen te detecteren en te documenteren.
- **Checklists voor energie-efficiëntie** – Deze tools, gebaseerd op **ISO 50001**, helpen cursisten om processen systematisch te inspecteren en veelvoorkomende oorzaken van energie-inefficiëntie te identificeren (bijv. stilstaande machines, gebrek aan isolatie).

6.5 Onderwijs- en leermethoden

- *Leerbenadering*

Voor deze module wordt een hybride leerbenadering gehanteerd. Met andere woorden, zowel synchroon als asynchroon leren wordt gebruikt. Concreet zullen trainers en managers via synchroon leren virtueel op hetzelfde tijdstip en dezelfde locatie (in een digitale klas) samenkomen en in realtime met elkaar communiceren. Aan de andere kant kunnen managers via asynchroon leren toegang krijgen tot materiaal dat beschikbaar is op een digitaal platform (geüpload door trainers). Dit materiaal (bijvoorbeeld vooraf opgenomen video's) (Lezingen, presentaties, Word-/PDF-bestanden, afbeeldingen, video's, enz.) zullen theoretische vraagstukken en praktische casestudies beschrijven. Managers kunnen zich dus in hun eigen tempo en over langere perioden met elk materiaal bezighouden.

- *Belangrijkste onderwijsmethoden*

Gedurende de module worden diverse belangrijke onderwijsmethoden gebruikt, zoals interactieve colleges met begeleide discussies, casestudies, seminars, webinars met experts, workshops en praktijkgerichte labs. Thema's als industriële symbiose (IS), circulaire economie (CE) en duurzaamheid komen in deze onderwijsmethoden aan bod. Belangrijke hulpmiddelen voor de module zijn een warmtebeeldcamera met sensoren, die tijdens de bootcamp in week 1 gebruikt zullen worden om warmteverlies in apparatuur of processen te detecteren en te documenteren, en een checklist voor energie-efficiëntie.

- *Benaderingen en methoden die actief leren en de praktische toepassing van kennis ondersteunen.*

De synchrone leerbenadering is zeer geschikt om trainers en managers direct bij elkaar te brengen en informatie sneller uit te wisselen, waardoor een gevoel van gemeenschap ontstaat en misvattingen worden opgehelderd. Bovendien is de asynchrone leerbenadering flexibeler. Managers hebben daardoor meer tijd om het materiaal te bestuderen en zich erin te verdiepen.

Bovendien zullen de belangrijkste onderwijsmethoden (zoals hoorcolleges) theoretische kennis van informatiesystemen verschaffen, wat leidt tot een uitgebreid begrip van de principes, elementen en praktijken van informatiesystemen. Deze kennis, samen met de vele praktische voorbeelden die worden geboden door de praktijkgerichte onderwijsmethoden (zoals casestudies over informatiesystemen), legt de basis voor een SymbioTech Manager.

Expertisewebinars en -seminars zullen verder bijdragen aan het vergroten van de theoretische en praktische kennis van informatiesystemen. Teamwork, dat wordt bevorderd door lesmethoden zoals workshops, groepswerk en projecten, stelt de SymbioTech-manager in staat om succesvol samen te werken met stakeholders en effectieve netwerken voor informatiesystemen te ontwikkelen.

6.6 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

De beoordeling en evaluatie voor de module SymbioTech Managers zijn ontworpen om zowel het theoretische begrip als de praktische toepassing van energiesymbioseconcepten binnen industriële netwerken te meten. Managers worden beoordeeld aan de hand van een combinatie van individuele opdrachten, zoals technische rapporten waarin verbeteringen in energie-efficiëntie worden geanalyseerd met behulp van praktijkgegevens, en groepsprojecten waarbij op maat gemaakte energiemanagementoplossingen moeten worden ontwikkeld en gepresenteerd. Deelname aan casestudybesprekingen, workshops en probleemoplossingssessies draagt bij aan continue beoordeling door middel van gestructureerde teamobservatie, waarbij kritisch denken en soft skills zoals leiderschap, samenwerking, communicatie en aanpassingsvermogen in groepsverband worden geëvalueerd. Daarnaast stimuleren reflectieverslagen over gastcolleges en veldbezoeken of virtuele rondleidingen studenten om inzichten uit de industrie te verbinden met academische kennis. Deze gecombineerde evaluatiemethode zorgt ervoor dat studenten meetbare competentie verwerven in het beheren van innovatieve, duurzame energiesystemen in reële industriële contexten.

Deelnemers krijgen de mogelijkheid om gastcolleges en branchegesprekken bij te wonen (sessies onder leiding van experts uit de energiesector, waarin baanbrekend technologiebeleid en markttrends worden belicht), en veldbezoeken of virtuele rondleidingen te volgen. Veldbezoeken zijn volledig optioneel en omvatten bezoeken aan industriële locaties waar energiesymbiose wordt toegepast, om de technologische toepassingen en managementpraktijken zelf te observeren.

Beoordelingsonderdelen:

Resultaten van de energieaudit:

- Een kaart van energievervalsing (bijvoorbeeld een diagram, tabel of geannoteerde thermische afbeelding) waarop zones met energieverlies worden weergegeven.
- Een plan voor corrigerende maatregelen met een overzicht van voorgestelde verbeteringen en onderbouwing (bijv. thermische isolatie, warmtewisselaar, processtops).

Mondelinge verdediging (vragen en antwoorden):

- De cursisten lichten hun bevindingen over energieverbruik toe, beschrijven de gebruikte instrumenten en beantwoorden vragen over strategieën voor energie-efficiëntie en auditmethoden.

Indiening van bewijsmateriaal:

- Stel een mini-auditpakket samen, inclusief observatieverslagen, diagrammen en actieplannen.
- Evaluatie aan de hand van een beoordelingsschema van 20 punten, met feedback over technische nauwkeurigheid, veiligheidsbewustzijn en de kwaliteit van de aanbevelingen.

6.7 Bibliografie en hulpmiddelen

6.7.1 Vereist

Branca T., Colla V., Fornai B., Petrucciani A., Pistelli M., Faraci E., Cirilli F., Schröder A. (2022). Huidige stand van industriële symbiose en energie-efficiëntie in de Europese energie-intensieve sectoren, *Matériaux & Techniques* 109 (5-6).

Cervo H., Ferrasse J.-H., Descales B. (2020). Blueprint: Een methodologie die gegevensuitwisseling faciliteert om de detectie van mogelijkheden voor industriële symbiose te verbeteren – Toepassing op een raffinaderij, *Chem. Eng. Sci.* 211.

Fraccascia L., Yazdanpanah V., van Capelleveen G. & Yazan DM (2020). Energiegebaseerde industriële symbiose: een literatuurstudie voor de circulaire energietransitie, *Volume 23*, 4791–4825.

He K., Wang L. (2017). Een overzicht van energieverbruik en energiezuinige technologieën voor de ijzer- en staalindustrie, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 70, 1022-1039.

Malinauskaite J., Jouhara H., Ahmad L., Milani M., Montorsi L., Venturelli M. (2020). Optimalisering van de efficiëntie van de uitwisseling van hulpbronnen in industriële symbiose (IS). Verantwoorde consumptie en productie, 1–12, *Energie*, Volume 172, 255–269.

Malinauskaite J., Jouhara H., Ahmad L. (2019). Energie-efficiëntie in de industrie: EU- en nationaal beleid in Italië en het Verenigd Koninkrijk, *Energy* 172, 255–269.

Curtin Joseph, Atanasiu, B., & Bowie Randall. (2014). EU-energierecht. Deel 7, energie-efficiëntie in de Europese Unie. Claeys & Casteels.

Kemp, IC, & Lim, JS (2020). Pinch-analyse voor energie- en CO₂-voetafdrukreductie: Gebruikershandleiding voor procesintegratie voor efficiënt energiegebruik. Butterworth-Heinemann.

PAGE *
MEROFF

6.7.2 Aanbevolen

Capehart, BL, Turner, WC, & Kennedy, WJ (2020). *Gids voor energiebeheer*. River Publishers.

Curtin Joseph, Atanasiu, B., & Bowie Randall. (2014). EU-energierecht. Deel 7, energie-efficiëntie in de Europese Unie. Claeys & Casteels.

Sancho, Lasheras M. (2024). Analyse van de determinanten van energie-efficiëntieverbetering in Europese bedrijven: de rol van regelgeving en organisatorische capaciteiten. *Sciences Pro Parijs*.

Al-Shemmeri, T. (2013). *Energieaudits: Een werkboek voor energiebeheer in gebouwen*. Wiley.

7. Beknopt syllabussjabloon – Beroepsonderwijs(EQF5)

Moduletitel : Milieumanagementsystemen (EMS)

EQF-niveau: 5

ECVET-credits: 2-3 ECVET

Totale werkbelasting (uren): 50-75 uur

- Contacturen (colleges, practica, seminars, workshops, enz.): 30-45 uur
- Begeleide zelfstudie: 10-15 uur
- Projectwerk: 10-15 uur

Uitvoerende instelling: VSB - TECHNISCHE UNIVERSITEIT VAN OSTRAVA (VB - TUO),
Tsjechië.

PAGE *
MEROFF

7.1 Moduleoverzicht

Deze module laat studenten kennismaken met de structuur, implementatie en evaluatie van milieumanagementsystemen (EMS), met een specifieke focus op de ISO 14001- en EMAS-raamwerken. Door middel van praktische opdrachten, casestudies en gesimuleerde audits leren studenten hoe ze milieuboordelingen moeten uitvoeren, doelstellingen en indicatoren moeten vaststellen, operationele controles moeten implementeren en naleving van de regelgeving moeten waarborgen.

Voortbouwend op de kennis opgedaan in modules 1-6 van het SymbioTech-traject, heeft deze module als doel toegepaste EMS-vaardigheden te ontwikkelen voor industriële symbioseomgevingen. Studenten worden voorbereid om mkb-bedrijven of clusters te begeleiden naar verbeterde milieuprestaties, naleving van regelgeving en duurzaamheidsstrategieën op lange termijn.

Deze module is bedoeld voor studenten in het beroepsonderwijs, bedrijfsmanagers, consultants en begeleiders die zich bezighouden met hulpbronnefficiënte innovatie. Algemene kennis van duurzaamheid is nuttig, maar niet vereist.

7.2 Leerdoelen (LO's)

De beoogde leerresultaten zijn onderverdeeld in de drie EQF-domeinen:

▪ ***Kennis. Studenten zullen:***

1. Inzicht in de strategische rol van EMS: Uitleggen hoe milieumanagement de economische, sociale en ecologische behoeften binnen een organisatie in evenwicht brengt (LO1).
2. Onderscheid de verschillende EMS-raamwerken: Maak onderscheid tussen de belangrijkste normen, met name ISO 14001 en EMAS, en de stappen die nodig zijn voor de implementatie ervan (LO2).
3. Verbind EMS met bredere doelstellingen: Erken de verbanden tussen EMS, industriële symbiose, circulaire economie en het EU-beleid inzake klimaatneutraliteit (LO3).

▪ ***Vaardigheden. Studenten kunnen:***

4. Voer milieubeoordelingen uit: Voer een eerste milieuanalyse uit om belangrijke aspecten en effecten van een organisatie te identificeren (LO4).
5. Ontwikkel componenten van het milieumanagementsysteem: Stel milieubeleid op, bepaal meetbare doelstellingen en definieer belangrijke prestatie-indicatoren (KPI's) (LO5).
6. Milieurapporten opstellen: Transparante milieuverklaringen opstellen in overeenstemming met de rapportagestandaarden (bijv. CSRD-basisprincipes) (LO6).

▪ ***Competenties (Autonomie & Verantwoordelijkheid).*** Studenten zijn in staat om:

7. Coördineren van de implementatie van het milieumanagementsysteem: Leiding geven aan de planning en uitvoering van milieumanagementsystemen binnen het MKB of industriële clusters (LO7).
8. Beheer naleving en audits: Zorg voor afstemming met milieuregelgeving en bereid een organisatie voor op interne of externe audits (LO8).
9. Bevorder de betrokkenheid van belanghebbenden: Communiceer de milieuprestaties effectief aan toezichthouders, partners en het publiek (LO9).

PAGE *
MEROFF

leer-/lesrooster

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessietype	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
1	Inleiding tot milieumanagementsystemen (EMS) en milieucertificering	Lezing + seminar / e-learning	EMS als instrument voor het balanceren van milieu- en economische behoeften. Voordelen van certificering (markt, regelgeving, operationeel).	LO1, LO3	Tinsley (2015), Watson M., Emery A. (2004), Dentch MP (2016), McKeiver C., Gadenne D. (2005), Hui et al. (2001); Ferenhof et al. (2014), Daddi T., Iraldo F., Testa F. (2015), Sheldon en Yoxon (2012).	Interactieve lezing met begeleide discussie. Seminar gebaseerd op onderzoekgebaseerd leren (RBL).
2	EMAS: Auditschema voor ecologisch beheer - Planningsfase	Lezing + seminar / e-learning	Inleiding tot de EMAS-structuur en "Stappen naar EMAS". De inzet van het management en het uitvoeren van de eerste milieubeoordeling.	LO2, LO4	EMAS-gebruikershandleiding (2023) EMAS-verordening (2009) Sheldon C., Yoxon M. (2012)	Interactief college. Seminar-achtige inleiding tot planning.

3	EMAS: Het definiëren van milieubeleid en -programma (1) - Het opzetten en implementeren van EMAS	workshop / e-learning	Het vaststellen van milieudoelstellingen, streefwaarden en meetmethoden. Middelen, verantwoordelijkheden, beoordeling van de wettelijke naleving en voorbereiding op de audit.	LO4, LO5, LO7, LO8	EMAS-gebruikershandleiding (2023) EMAS-verordening (2009)	Groepsproject deel 1: Doelstellingen en meetmethoden vaststellen. Oefening ter controle van de naleving.
---	--	-----------------------	--	--------------------	--	--

A/A	Eenheids-/sectietitel	Sessie type	Onderwerp / Activiteit	Beoogde leerdoelen	Vereiste literatuur / materialen	Aanbevolen methoden
4	Milieuverklaring met EMAS	workshop / e-learning	Vereisten voor de milieuverklaring en de belangrijkste prestatie-indicatoren (KPI's). Naleving van de regelgeving inzake duurzaamheidsrapportage (ESRS, CSRD).	LO3, LO6, LO9	EMAS-gebruikershandleiding (2023) EMAS-verordening (2009) Campos et al. (2015) ESRS: E1 (klimaatverandering), E2 (vervuiling), E3 (water en mariene hulpbronnen), E4 (biodiversiteit en ecosystemen), E5 (gebruik van hulpbronnen en circulaire economie)	Groepsproject deel 2: Het opstellen en verfijnen van het rapport.
5	EMAS-conformiteit met ISO 14001:2015 Projectbeoordeling	Seminar / e-learning Onderzoek	Vergelijking van EMAS en ISO 14001; het identificeren van synergieën. Presentatie van het EMS-portfolio.	LO1 – LO9	ISO 14001:2015, Belangrijkste voordelen van ISO 14001, EMAS-verordening (2009), Dentch MP (2016) Salim HK et al. (2018), Campos et al. (2015), Oliveira et al. (2016), Camilleri MA (2022)	Brainstormen: Compliance in kaart brengen. Presentatie van groepsprojecten (beleid, evaluatie, rapport).

7.4 Onderwijs- en leermethoden

▪ *Leerbenadering*

Voor deze module kan een hybride leerbenadering worden gehanteerd. Met andere woorden, zowel synchroon als asynchroon leren is mogelijk. Bij synchroon leren komen docenten en studenten virtueel op hetzelfde tijdstip en dezelfde locatie samen (in een digitale klas) en communiceren ze in realtime. Bij asynchroon leren hebben studenten toegang tot lesmateriaal dat beschikbaar is op een digitaal platform (geüpload door docenten). Dit materiaal (bijvoorbeeld vooraf opgenomen video's) (Lezingen, presentaties, Word-/PDF-bestanden, figuren, video's, enz.) zullen theoretische vraagstukken en praktische casestudies beschrijven. Studenten kunnen zo in hun eigen tempo en over langere perioden met elk materiaal aan de slag.

▪ *Belangrijkste onderwijsmethoden*

Gedurende de module worden diverse belangrijke onderwijsmethoden gebruikt. Voor theoretische en conceptuele inzichten biedt deze cursus interactieve hoorcolleges met begeleidde discussies en seminars waarin elementen van brainstormen of op onderzoek gebaseerd leren worden toegepast. Voor praktische aspecten (zoals de implementatie van EMAS) biedt deze module workshops aan om de deelnemers in staat te stellen samen te werken aan projectontwikkeling.

▪ *Benaderingen en methoden die actief leren en de praktische toepassing van kennis ondersteunen.*

De synchrone leerbenadering is zeer geschikt om docenten en studenten direct met elkaar in contact te brengen en informatie sneller uit te wisselen. Dit draagt bij aan een gevoel van gemeenschap en het ophelderen van misvattingen. Bovendien is de asynchrone leerbenadering flexibeler. Studenten krijgen meer tijd om het lesmateriaal te verkennen en zich ermee bezig te houden, en het maakt het toegankelijk voor een bredere groep studenten.

Bovendien zullen de belangrijkste onderwijsmethoden (zoals hoorcolleges) de theoretische kennis van informatiesystemen (IS) verschaffen voor een alomvattend begrip van de principes, elementen en praktijken van IS. Deze kennis, samen met de vele praktische voorbeelden die worden aangeboden via de praktijkgerichte onderwijsmethoden (zoals IS-casestudies en practica), legt de basis voor een student in het hoger onderwijs en een bedrijfsmanager om een IS-manager te worden. Webinars en seminars met experts zullen verder bijdragen aan het versterken van de theoretische en praktische kennis van IS. Teamwork, dat wordt bevorderd door onderwijsmethoden zoals workshops, groepswork en projecten, stelt de IS-manager in staat om succesvol samen te werken met stakeholders en effectieve IS-netwerken te ontwikkelen.

PAGE *
152055

7.5 Beoordelingsmethoden en bewijsmateriaal

De module maakt gebruik van een gemengde beoordelingsstrategie die actieve deelname en betrokkenheid van studenten, resultaten van groepsprojecten en een schriftelijk examen combineert. Deze methoden worden gebruikt om de algemene kennis van de deelnemers

over milieumanagementsystemen te evalueren, evenals hun vaardigheden en competenties in de praktische implementatie van EMS, aan de hand van het voorbeeld van EMAS.

Beoordelingsonderdelen:

- *Participatie en betrokkenheid (weging 20%):* Actieve bijdrage aan discussies, seminars en workshopactiviteiten.
- *Praktisch portfolio ambulancezorg (groepsproject) (weging 80%):* Studenten werken in groepen aan de ontwikkeling van een uitgebreide simulatie van de ambulancezorg voor een gekozen organisatie. Het cijfer is verdeeld over vier cumulatieve onderdelen om continue inspanning te garanderen:
 - *Milieubeleid en -doelstellingen (20%):* Het opstellen van de strategische richting en meetbare doelstellingen.
 - *Compliance & Review (20%):* Het uitvoeren van de eerste beoordeling en de controle op wettelijke naleving.
 - *Eindrapportage/milieuverklaring (30%):* Gegevens synthetiseren in een definitief openbaar rapport (inclusief KPI's).
 - *Nabespreking en reflectie (10%):* Prestatiebeoordeling en reflectiegesprek

7.6 Bibliografie en hulpmiddelen

7.6.1 Vereist

Dentch, MP (2016). Het ISO 14001:2015 implementatiehandboek: De procesbenadering gebruiken om een milieumanagementsysteem op te bouwen. Milwaukee: ASQ Quality Press.

Daddi, T., Iraldo, F., & Testa, F. (2015). Milieucertificering voor organisaties en producten: managementbenaderingen en operationele instrumenten. New York: Routledge.

Europese Commissie. (2023). EMAS-gebruikershandleiding. Besluit (EU) 2023/2463 van de Commissie. [Online]. Beschikbaar op: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2023/2463/oj/eng>

Europees Parlement en Raad. (2009). Verordening (EG) nr. 1221/2009 (EMAS-verordening). [Online]. Beschikbaar op: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1221/oj/eng>

Europese Commissie. (2023). Europese duurzaamheidsrapportagestandaarden (ESRS). Gedelegeerde Verordening (EU) 2023/2772.

ISO. (2015). ISO 14001:2015 Milieumanagementsystemen – Eisen met richtlijnen voor gebruik.

Sheldon, C., & Yoxon, M. (2012). Milieumanagementsystemen: een stapsgewijze handleiding voor implementatie en onderhoud (3e editie). New York: Earthscan / Routledge.

Tinsley, S. (2014). Milieubeheer in een koolstofarme economie. New York: Routledge.

7.6.2 Aanbevolen

Camilleri MA (2022) De rationale achter ISO 14001-certificering: een systematische review en een kosten-batenanalyse, Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 29(4): 1067-1083, <https://doi.org/10.1002/csr.2254>

Campos L., Heizen DA, Verdinelli MA, Miguel PA (2015) Indicatoren voor milieuprestaties: een onderzoek naar ISO 14001-gecertificeerde bedrijven, Journal of Cleaner Production, 99: 286-296 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.019>

Ferenhof HA, Vignochi L., Selig PM, Lezana AG, Campos L. (2014) Milieumanagementsystemen in kleine en middelgrote ondernemingen: een analyse en systematische review, Journal of Cleaner Production, 74: 44-53, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.027>

Hui IK, Chan AHS, Pun KF (2001), Een onderzoek naar de implementatiepraktijken van het milieumanagementsysteem, Journal of Cleaner Production, 9(3) 269-276, [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(00\)00061-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(00)00061-5)

McKeiver C., Gadenne D. (2005) Milieumanagementsystemen in kleine en middelgrote bedrijven, International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship , 23(5) <https://doi.org/10.1177/0266242605055910>

Oliveira JA, Oliveira OJ, Ometto AR, Ferraudo AS Salgado MH (2016), Factoren van het milieumanagementsysteem ISO 14001 voor het bevorderen van de toepassing van schonere productiepraktijken, Journal of Cleaner Production, 133: 1384-1394, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.013>

Salim HK, Padfield R., Hansen SB, Mohamed SE, Yuzir A., Syayuti K., Tham MH, Papargyropoulou E. (2018), Mondiale trends in onderzoek naar milieumanagementsystemen en ISO 14001, Journal of Cleaner Production, 170: 645-653, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.017>

Watson M., Emery A. (2004) Milieumanagement- en auditsystemen: De realiteit van milieuzelfregulering, Managerial Auditing Journal 19 (7): 916-928, <https://doi.org/10.1108/02686900410549439>

PAGE *
MFC55