

Een profiel van een Energietransitie Bewuste en Bekwame Engineer (EBBE) voor het ontwerpen van een energietransitie-inclusief curriculum

Mirjam Selhorst-Koekkoek, Claudia Tempels, Anne van Vulpen en Jieke Wallinga

Samenvatting De energietransitie is een complexe maatschappelijke uitdaging die vraagt om up-to-date basiskennis, specifieke expertise, en om een interdisciplinaire aanpak. Het hoger beroepsonderwijs leidt nog niet de *engineers* op die nodig zijn om deze uitdaging aan te gaan. Om dit probleem aan te pakken, is het noodzakelijk om de curricula te herzien. Hiervoor is het Energietransitie Bewust en Bekwame *Engineers* (EBBE) profiel ontwikkeld. Dit profiel is ontwikkeld door middel van ontwerpend onderzoek en toepassing van een specifieke veranderstrategie, waarbij hogeschooldocenten zijn betrokken. Docenten zijn namelijk van essentieel belang voor het succesvol implementeren van innovaties in het onderwijs. Het onderzoek heeft zich gericht op het opstellen van het EBBE-profiel voor de techniekopleidingen van hogeschool Windesheim. Het profiel is ontwikkeld op basis van literatuuronderzoek, urgentiebijeenkomsten, workshops met het werkveld, studenten en hogeschooldocenten, en interviews. Dit heeft geleid tot het EBBE-profiel. Dit profiel dient als handreiking voor hogeschooldocenten bij het ontwikkelen van energietransitie-inclusieve curricula.

Trefwoorden energietransitie, hoger beroepsonderwijs, profiel, innovatie, maatschappelijke uitdagingen, systeemdenken

Probleem en context

Het hoger beroepsonderwijs staat voor een grote uitdaging: het vinden van manieren om studenten op te leiden tot professionals die een bijdrage kunnen leveren aan het oplossen van complexe maatschappelijke vraagstukken. De energietransitie is zo'n maatschappelijk vraagstuk (Ministerie Onderwijs Cultuur en Wetenschappen, 2019). De energietransitie vraagt om aanvullende basiskennis en specifieke expertise. Daarnaast vraagt de energietransitie om een interdisciplinaire aanpak, waarbij er integratie plaats vindt van kennis en vaardigheden over de grenzen van opleidingen heen (Topsector Energie, 2020; Wallinga, 2020). Het hoger beroepsonderwijs levert op dit moment niet de *engineers* die het verschil kunnen maken met betrekking tot dit maatschappelijke vraagstuk (PBL, 2020). Daarom is het belangrijk om curricula van opleidingen te herzien, zodat er technici worden opgeleid die kunnen en willen bijdragen aan het versnellen van de energietransitie.

Artikelgeschiedenis

Ontvangen: 1 november 2023
Geaccepteerd: 25 augustus 2024
Online: 5 oktober 2024

Contactpersoon

Mirjam Selhorst-Koekkoek,
m.selhorst@windesheim.nl

Over de auteur(s)

Mirjam Selhorst-Koekkoek is werkzaam bij het lectoraat Energietransitie, hogeschool Windesheim; Claudia Tempels is werkzaam bij het lectoraat Energietransitie hogeschool Windesheim; Anne van Vulpen is werkzaam bij het lectoraat Energie-transitie, hogeschool Windesheim; Jieke Wallinga is werkzaam bij het lectoraat Energietransitie, hogeschool Windesheim.

Copyright

© Author(s); licensed under Creative Commons Attribution 4.0. This allows for unrestricted use, as long as the author(s) and source are credited.

Ook de curricula van de techniekopleidingen van hogeschool Windesheim dienen te worden herzien met als doel een energietransitie-inclusieve curricula te realiseren. Om de curricula te kunnen herzien, is het essentieel om inzicht te verkrijgen in de kennis en vaardigheden die een startbekwame professional moet bezitten om effectief bij te kunnen dragen aan de energietransitie. Hogeschooldocenten meenemen in dit proces is een belangrijke randvoorwaarde. Docenten zijn namelijk de sleutel om te komen tot succesvolle innovaties in de onderwijspraktijk (Selhorst, 2022 uit Anderson & Helms, 2001).

Het doel van dit onderzoek is om een profiel te ontwikkelen voor een Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer* (EBBE). Dit profiel biedt een gestructureerd overzicht van de essentiële kennis en vaardigheden waarover een Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer* dient te beschikken. Het profiel wordt specifiek ontworpen om docenten aan hogescholen te ondersteunen bij de innovatie en herziening van de curricula van technische opleidingen. Het doel is om deze onderwijsprogramma's beter af te stemmen op de eisen van de energietransitie, zodat de opgeleide *engineers* beter toegerust zijn om een actieve rol te spelen in het vormgeven van deze transitie.

Theoretisch kader

De energietransitie is een van de complexe maatschappelijke uitdagingen die toekomstige professionals moeten aanpakken. Het is daarom noodzakelijk dat studenten die voor het werkveld worden opgeleid direct aan deze uitdaging kunnen werken. Dit vereist een herziening van de curricula om hen de benodigde kennis en vaardigheden bij te brengen. Het betrekken van hogeschooldocenten bij dit proces is cruciaal, aangezien zij een belangrijke sleutel zijn tot het succes van deze onderwijsveranderingen (Fullan, 2015). Dit theoretisch kader richt zich daarom op drie aspecten: (1) complexe maatschappelijke uitdagingen, (2) integrale curricula voor werkveldgerichte opleidingen, en (3) de rol van docenten als sleutelfiguren in curriculuminnovatie. Deze aspecten worden hierna uitgewerkt.

1) Complexe maatschappelijke opgaven

Het hoger beroepsonderwijs leidt studenten op voor een arbeidsmarkt die momenteel snel verandert. Dit is te wijten aan de snelle technologische ontwikkelingen en de uitdagingen rond complexe maatschappelijke vraagstukken, zoals de energietransitie (Head & Alford, 2015; Ministerie Onderwijs Cultuur en Wetenschappen, 2019). De problematiek van de energietransitie doet zich zelden geïsoleerd voor (Kemp, 2010). Daarom is samenwerking tussen experts vanuit meerdere vakgebieden nodig om te kunnen komen tot de oplossingen die nodig zijn voor de energietransitie. Er is bovendien sprake van een wederzijdse afhankelijkheid tussen deze verschillende vakgebieden. Er is geen consensus over de toegevoegde waarde van mogelijke oplossingen van voorlig-

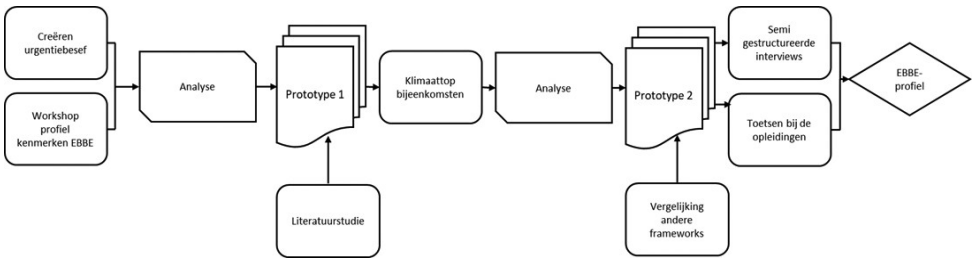
gende problemen. In de praktijk redeneren vak-experts vanuit het eigen vakperspectief en hebben onvoldoende inzicht in de gevolgen daarvan voor de andere vakgebieden. Hierdoor worden de problemen in de praktijk niet (optimaal) opgelost (Selhorst, 2022). Het is daarom belangrijk dat de verschillende vak-experts zich bewust zijn van de manier waarop de vakgebieden elkaar beïnvloeden. Daarom is het noodzakelijk om te werken vanuit een integrale benadering in plaats van gefragmenteerd vanuit het specifieke vakgebied (Laszlo, 2003 in Caris et al., Z.D.). Door een integrale benadering worden de verschillende perspectieven van vak-experts en onderlinge afhankelijkheden zichtbaar.

2) *Integrale curricula om op te leiden voor het werkveld*

In het werkveld ontstaat steeds meer urgentie om te werken aan de energietransitie. Daarom verwacht het werkveld dat hogescholen startbekwame professionals opleiden die direct aan de slag kunnen met energietransitievraagstukken. Daartoe dienen de curricula te worden herzien. (Topsector Energie, 2020). Uit een inventarisatie, onder meer via lectorenplatform LEVE, uitgevoerd in 2021 (Hogeschool Windesheim, 2021), blijkt dat de energietransitie bij geen van de hogescholen in Nederland een integraal onderdeel is van de bachelor fase. Het vraagstuk van de energietransitie wordt veelal enkel aangeboden in keuzevakken, zo ook op hogeschool Windesheim. Doordat er sprake is van fragmentatie, onvoldoende samenhang en diepgang, wordt er niet effectief geleerd (Dochy et al., 2015) over de energietransitie, en ontstaan er mogelijk hiaten in de kennis en vaardigheden van de startbekwame professionals.

3) *Docenten zijn de sleutel voor het innoveren van de curricula*

Uit verschillende studies blijkt dat docenten een cruciale rol spelen bij het succesvol implementeren van vernieuwingen in het onderwijs (Selhorst, 2022, zoals aangehaald in Anderson & Helms, 2001). De hogeschooldocenten horen bij de krachtigste beïnvloeders van het leerproces van studenten (Hattie, 2023). Bovendien zijn zij essentieel voor het ontwerpen van kwaliteitsvolle curricula. Ondanks hun expertise in hun vakgebied, kan het zijn dat zij beperkt zijn in het zien van perspectieven uit andere disciplines. Het concept van een integraal EBBE-profiel biedt ondersteuning aan docenten bij het vernieuwen van curricula. Het doel is niet om de bestaande competentieprofielen voor techniekopleidingen aan te passen die op landelijk niveau zijn vastgesteld door de Vereniging van Hogescholen. Daarom worden de termen 'profiel' en 'profielkenmerken' gehanteerd om duidelijk te maken dat onze onderzoeksinspanningen niet gericht zijn op het veranderen van deze bestaande hbo-competentieprofielen voor de techniekopleidingen. Het onderzoek richt zich op het identificeren en definiëren van de profielkenmerken van de Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer* (EBBE), zodat deze als leidraad kunnen dienen voor de inhoud en vormgeving van de curricula binnen de technische opleidingen. Om deze curricula te innoveren naar energietransitie-inclusieve curricula, is het van belang dat de innovatie wordt geïnitieerd en gedragen door docenten



Figuur 1 Het onderzoeksmodel: weergave van de doorlopen stappen

en het werkveld. Er zijn verschillende methoden om te komen tot succesvolle innovaties (Boonstra, 2020). In deze studie is gekozen om urgentiebesef te creëren, en samen met de hogeschooldocenten te komen tot een toekomstvisie. Deze keuze is gemaakt, omdat deze benadering aansluit bij de lessen die zijn geleerd over veranderingsprocessen (Kloet, E; Loo, van der, F, 2016). Dit door antwoord te geven op de vragen ‘Waar gaan we voor?’ en ‘Waar staan we voor?’ (Boonstra, 2020). Door de hogeschooldocenten en het werkveld actief te betrekken bij het opstellen van het EBBE-profiel zou er eigenaarschap voor deze veranderopgave moeten ontstaan. Docenten lopen immers vooral warm voor ontwikkelingen die binnen het eigen ‘vakgebied’ vallen (Vermaak, 2017).

Onderzoeksvragen

Voor het opstellen van een EBBE-profiel voor de techniekopleidingen van hogeschool Windesheim is de volgende algemene onderzoeksvraag gebruikt:

Wat zijn profielkenmerken van een Energietransitie Bewuste en Bekwame Engineer?

De deelvragen van het onderzoek formuleren we hierna op basis van het onderzoeksmodel.

Methode

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden is een ontwerpgerichte onderzoeks aanpak (McKenny & Reeves, 2012) gebruikt. Parallel is vanuit de veranderstrategie een actiegericht onderzoek uitgevoerd, om het urgentiebesef bij de verschillende actoren te creëren (Elsey & Lathlean, 2006). Op deze wijze is een breder draagvlak ontstaan voor het feit dat verandering van de curricula naar energietransitie-inclusieve curricula noodzakelijk is. Een visuele weergave van het onderzoeksmodel wordt getoond in Figuur 1.

Onderzoeksvraag en deelvragen

Gegeven het onderzoeksmodel zijn de deelvragen als volgt:

1. Wat zijn de profielkenmerken Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer* in prototype 1?
2. Wat zijn de profielkenmerken Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer* in prototype 2?
3. Wat is het profiel van de Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer*?

Onderzoeksaanpak, participanten en analyse data

Verkennde workshop – profiel kenmerken EBBE

Het onderzoek werd gestart met een eerste verkennende *online workshop*, met als doel om profielkenmerken van Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer* (EBBE) te definiëren. De kwalitatieve data verkregen uit de verkennende *workshops* met het werkveld, docenten en studenten zijn geanalyseerd en gecategoriseerd door het uitvoeren van een thematische analyse (Braun & Clarke, 2006). Er is gezocht naar sleutelwoorden en patronen in de data, om deze vervolgens te thematiseren. De deelnemers kwamen uit een breed scala aan disciplines binnen *engineering* en bouw en infrastructuur. Dit omvatte niet alleen studenten en docenten van verschillende opleidingen, zoals werktuigbouwkunde, bouwkunde, elektrotechniek en technische bedrijfskunde, maar ook professionals uit het werkveld van organisaties zoals Engie, Enexis Netbeheer, Strukton Worksphere, Abbott Laboratories en Nieman Raadgevende Ingenieurs. Deze diverse vertegenwoordiging waarborgde de uitwisseling van perspectieven en expertise tijdens de workshop. Ter voorbereiding op de workshop ontving iedere deelnemer een voor hen relevante vraag. De deelnemers uit het werkveld ontvingen de vraag: “Beschrijf één tot drie taken van mensen die in jouw organisatie aan de energietransitie werken.” De studenten kregen de vraag: “Waarom zou jij willen werken binnen de energietransitie? En wat moet je daarvoor kunnen en kennen?” En de docenten kregen de vraag: “Wat moeten we doen om studenten EBBE op te leiden? En welke kennis en kunde hebben we als opleidingsteam nodig om dit te realiseren?” De antwoorden die de deelnemers voorafgaand aan de workshop hadden geformuleerd, zijn verzameld en gebruikt als input voor de *workshop*, en later gecodeerd.

De *workshop* werd geleid door de projectleider onderwijsinnovatie voor de energietransitie. Als introductie vond een inleiding plaats door de Lector Energietransitie van hogeschool Windeheim, waarin de urgentie van de energietransitie werd toegelicht. Daarna gingen de deelnemers aan de slag met de volgende vragen: (1) Welke stappen zou jouw organisatie/opleiding de komende vijf jaar moeten zetten om de CO₂ uitstoot te reduceren? Noem met behulp van werkwoorden die belangrijke stappen. (2) Welke concrete uitdaging heeft jouw bedrijf/opleiding m.b.t. de energietransitie? (3) Wat moet een EBBE kunnen? (4) Wat moet een EBBE kennen? (5) Welke kennis en ervaring, die wel noodzakelijk is om bij te dragen aan de energietransitie, hebben pas afgestudeerde *engineers* nu niet? De antwoorden zijn verzameld met behulp van twee digitale tools,

namelijk Mentimeter en Padlet (Microsites Bournemouth University, 2020). Mentimeter is een interactief presentatieplatform waarmee gebruikers *real-time feedback* kunnen verzamelen van hun publiek via verschillende soorten *polls*, enquêtes en quizzes. Padlet is een online platform dat gebruikers in staat stelt om digitale prikborden te maken en te delen voor collaboratieve notities, *brainstorming*, en onder andere het verzamelen van data.

Creëren urgentiebesef

Naast de *workshop* werden er in een tijdsbestek van een half jaar tien urgentiebijeenkomsten gehouden met docenten van de techniekopleidingen, en met het managementteam van het domein Techniek van hogeschool Windesheim. Iedere urgentiesessie begon met een toelichting van de Lector Energietransitie, in de context van de betreffende opleiding en/of team, over het belang van de energietransitie en de termijn waarbinnen deze noodzakelijk is. Na deze toelichting werden in kleine groepen gesprekken gevoerd over de inhoud en vormgeving van het bestaande curriculum, met speciale aandacht voor wat de energietransitie vraagt van toekomstige *engineers*. Daarbij werd besproken welke aanpassingen binnen de opleiding nodig zijn om aspecten van de energietransitie effectief te integreren. Ook werd de vraag ‘Wat moet een Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer* (EBBE) kunnen en kennen?’ aan de orde gesteld. De opbrengsten van deze gesprekken zijn vastgelegd in gespreksverslagen en vervolgens gecategoriseerd door het uitvoeren van een thematische analyse (Braun & Clarke, 2006). Er is gezocht naar sleutelwoorden en patronen in de data om deze vervolgens te thematiseren. Dit heeft samen met de eerste verkennende *workshop* geleid tot de eerste categorieën van het EBBE-profiel.

Literatuurstudie

Parallel aan de uitvoering van de urgentiebijeenkomsten is er een literatuurstudie uitgevoerd. De literatuur is gevonden door te zoeken naar bronnen binnen de onlinedatabase van hogeschool Windesheim met de volgende zoektermen: (1) *Education AND Sustainable Development*, (2) *Sustainability AND Engineering*, (3) *Sustainability AND Curriculum OR Course*, (4) *Sustainability AND Assessment*. De literatuur geselecteerd op basis van de abstracts, leverde vijftientig relevante artikelen op. Zo wordt in een onderzoek uit 2015 van *Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)* de volgende profielkenmerken gevonden: (1) *multidisciplinary teamwork*, (2) *critical-thinking and problem-solving skills*, (3) *lifelong learning*, (4) *adaptability and flexibility*, (5) *systems thinking*, (6) *self-assurance* en (7) *the desire to learn and help others*. Deze zeven profielkenmerken zijn aansluitend validerend vergeleken met de gevonden profielkenmerken uit de thematische analyse. Dit heeft geleid tot negen gevonden profielkenmerken. De uitwerking van deze profielkenmerken naar het eerste prototype is opgenomen in de paragraaf *resultaten*.

Tabel 1 Overzicht van verschillende *framework* s voor de vergelijking met het EBBE-profiel

Naam <i>framework</i>	Auteur	Publicatie
De 7 competenties van de duurzame professional	Roorda	2015
Inner Development Goals: Background, method and the IDG framework	Jordan et al	2021
Education for sustainable development goals: Learning objectives	UNESCO	2017
De wet van OPA (Onrust, Perspectief en Actie)	Bouwtotaal	2021

Klimaattopbijeenkomsten

Dit eerste prototype werd tijdens teamdagen van opleidingsclusters ((1) Bouw & Infra en (2) *Engineering & Design*) in de vorm van ‘een klimaattop’ gepresenteerd. Vervolgens zijn de hogeschooldocenten met elkaar in gesprek zijn gegaan over het EBBE-profiel en de onderwijsactiviteiten die nodig zijn om studenten op te leiden voor de uitdagingen in de energietransitie. De opbrengsten van deze bijeenkomsten zijn gebruikt om van het eerste prototype te komen tot het tweede prototype. De verfijning is aansluitend getoetst aan bestaande *frameworks*, die een relatie hebben met duurzaamheid en transitie vraagstukken, zie Tabel 1. De uitwerking van het tweede prototype is opgenomen in de paragraaf *resultaten*.

Semigestructureerde interviews

Dit tweede prototype van het EBBE-profiel is vervolgens voorgelegd aan professionals uit het werkveld om de nauwkeurigheid te valideren en om feedback te verzamelen ter verfijning van het profiel. Dit onderzoek werd uitgevoerd in de zomer van 2022 door middel van semigestructureerde interviews met vijf professionals uit verschillende organisaties die betrokken zijn bij energietransitievraagstukken. De organisaties waar de professionals werkzaam waren, waren Croonwolter&Dros, Breman, Royal HaskoningDHV, GroenOpgewekt en ZWINC. Voorafgaand aan de interviews ontvingen de professionals het tweede prototype van het EBBE-profiel, samen met een bijbehorende vragenlijst. De vragen in de vragenlijst waren gericht op het identificeren van kenmerken die volgens de professionals nodig zijn voor de energietransitie, om zo te verifiëren of de door de onderzoekers gedefinieerde kenmerken afdoende waren. Daarnaast werden de professionals gevraagd om inhoudelijke invulling te geven per profielkenmerk. Het interviewprotocol was ontworpen als een semigestructureerd format met een geschatte duur van 1,5 uur per sessie. Het primaire doel van de interviews was om de percepties van de professionals te valideren met betrekking tot de herkenning van profielkenmerken, om eventuele ontbrekende kenmerken te identificeren, en om diepgaand inzicht te verkrijgen in de praktische toepassing van deze profielkenmerken.

Door het uitvoeren van een thematische analyse op de antwoorden van de vijf professionals werd de kwalitatieve data uit de semigestructureerde interviews bekeken en geïnterpreteerd. Dit leidde tot sleutelbegrippen, die vervolgens zijn gethematiseerd naar mogelijke profielkenmerken. Op basis hiervan is het tweede prototype van het EBBE-profiel getoetst en verfijnd. Daarnaast is het tweede prototype getoetst bij de opleidingen, dit leverde geen nieuwe data op. De ontwikkelende uitwerking van het EBBE-profiel naar aanleiding van de verschillende analyses is opgenomen in de volgende paragraaf.

Betrouwbaarheid van de analyses

Om de validiteit en betrouwbaarheid van het onderzoek te waarborgen, werden de kwalitatieve gegevens uit interviews, workshops en andere bronnen onafhankelijk geïnterpreteerd door één of twee onderzoekers, gevolgd door overleg met het gehele onderzoeksprojectteam om tot een gezamenlijke interpretatie te komen. De prototypes zijn verder voorgelegd aan vertegenwoordigers van de betrokken opleidingen om te verifiëren of de resultaten werden herkend en overeenkwamen met hun ervaringen en inzichten. Om een representatief en betrouwbaar beeld te verkrijgen, werd gebruikgemaakt van verschillende databronnen en perspectieven, zoals die van diverse experts, studenten en docenten en literatuur. Bovendien werden de analyses en bevindingen ter verifiëring voorgelegd aan externe deskundigen om mogelijke vooringenomenheden te identificeren en de interpretatie van de data te valideren.

Resultaten

We bespreken de resultaten aan de hand van de drie deelvragen op basis van het onderzoeksmodel (zie figuur 1): prototype 1 en 2 voor de profielkenmerken en het profiel van Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer* (EBBE).

Prototype 1 voor de profielkenmerken van de Energietransitie Bewuste en Bekwame Engineer

De geanalyseerde data en gevonden literatuur hebben input gegeven om te bepalen welke profielkenmerken behoren bij een Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer*. De eerste analyse leverde negen profielkenmerken op. Deze negen gevonden profielkenmerken zijn opgenomen in Tabel 2 (zie volgende bladzijde).

Uit Tabel 2 blijkt dat er overlap aanwezig is tussen verschillende profielkenmerken, daarom is een aantal profielkenmerken samengevoegd tot nieuwe profielkenmerken. In Tabel 3 (zie volgende bladzijde) is weergegeven welke profielkenmerken zijn samengevoegd.

Tabel 2 Negen gevonden profielkenmerken behorende bij een Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer*

Profielkenmerk
1. Kennis van de energietransitie
2. Vaardigheden ten behoeve van de energietransitie
3. Professioneel en persoonlijk bewustzijn met betrekking tot de energietransitie
4. Van <i>awareness</i> naar actie
5. Samenwerken met andere disciplines
6. Energietransitie bewust en bekwaam ontwerpen
7. Integraliteit als uitgangspunt bij ontwerpen
8. Circulariteit en hergebruik
9. Herkomst materialen

Tabel 3 Samenvoeging van de negen gevonden profielkenmerken tot nieuwe profielkenmerken

Nieuwe profielkenmerken	Oude profielkenmerken
1. Een integrale aanpak	Samenwerken met andere disciplines Integraliteit als uitgangspunt bij ontwerpen
2. Urgentiebesef en veranderbereidheid alle <i>stakeholders</i>	Van <i>awareness</i> naar actie Professioneel en persoonlijk bewustzijn met betrekking tot de energietransitie
3. Kennis van de energietransitie als maatschappelijk vraagstuk	Kennis van de energietransitie
4. Nieuwe specifiek kennis	Kennis van de energietransitie Herkomst materialen Circulariteit en hergebruik
5. Nieuwe ontwerpmethodieken	Vaardigheden ten behoeve van de energietransitie Integraliteit als uitgangspunt bij ontwerpen
6. Leven lang ontwikkelen/reflectieve <i>engineer</i>	Van <i>awareness</i> naar actie Professioneel en persoonlijk bewustzijn met betrekking tot de energietransitie Energietransitie bewust en bekwaam ontwerpen



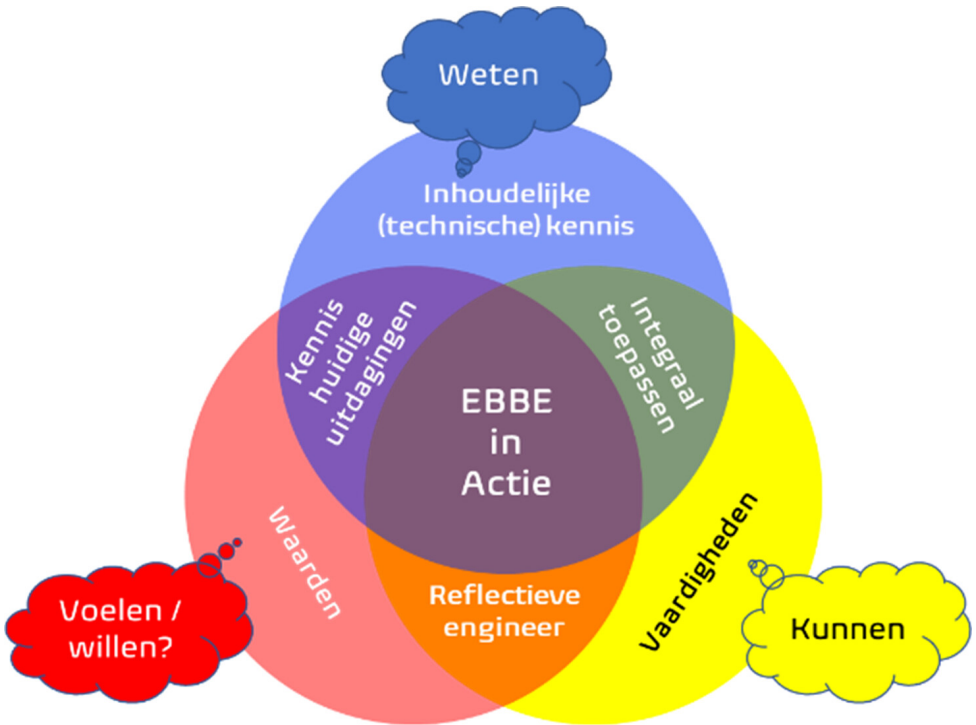
Figuur 2 Het eerste prototype van het EBBE-profiel

Op basis van deze gevonden profielkenmerken is het eerste prototype van het EBBE-profiel ontwikkeld. Het prototype wordt hierna getoond in Figuur 2. Onder de verschillende profielkenmerken zijn eigenschappen omschreven van een Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer*. Deze zijn geformuleerd op basis van de opbrengsten uit de *workshop* en de literatuur.

Prototype 2 voor de profielkenmerken van de Energietransitie Bewuste en Bekwame Engineer

De volgende stap bestond uit het verfijnen van het EBBE-profiel op basis van de verschillende teamdagen en de analyse van de verschillende *frameworks* (zie Tabel 1). Uit deze analyse zijn de volgende eigenschappen naar voren gekomen: (1) actievaardigheden, (2) samenwerken, (3) kritisch denken, (4) strategische denken, en (5) normen en waarden. Deze eigenschappen zijn geplaatst onder de reeds bestaande profielkenmerken. Zo is *actievaardigheden* ondergebracht bij *vaardigheden*. *Samenwerken* en *strategisch denken* zijn ondergebracht bij *systemdenken* en de eigenschap *normen en waarden* is ondergebracht bij *urgentiebesef* en *veranderbereidheid*.

Deze verfijning heeft geresulteerd in het tweede prototype. Om de kans op succes van de Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer* te vergroten, zijn de gevonden profielkenmerken onderverdeeld naar; wat moet deze *Engineer* weten, wat moet deze *Engineer* willen, en wat moet deze *Engineer* kunnen? Het tweede prototype is opgenomen in Figuur 3 (zie volgende bladzijde). Daarnaast zijn per profielkenmerk eigenschappen toegevoegd. Deze eigenschappen zijn opgenomen in de daarop volgende Tabel 4.



Figuur 3 Het tweede prototype van het EBBE-profiel profielkenmerken gekoppeld aan hoofd, hart en handen

Het profiel van de Energietransitie Bewuste en Bekwame Engineer

Vervolgens is dit prototype in semigestructureerde interviews voorgelegd aan vijf experts en aan de verschillende opleidingen. De gevonden data hebben geleid tot een verfijning van het EBBE-profiel, zoals opgenomen in de verderop weergegeven Figuur 4 en Tabel 5. Daarbij zijn de profielkenmerken hernoemd en zijn eigenschappen aangescherpt. Het profielkenmerk *waarden* gaat ook over *leiderschap*. De *inhoudelijk kennis* gaat over *technische expertise*. *Kennis huidige uitdagingen* heeft betrekking op de *duurzaamheid*. Bij *integraal toepassen* is het belangrijk om te kunnen *systemdenken*, daarom is *syteemdenken* opgenomen. De *reflectieve engineer* gaat over het *adaptief vermogen*.

Conclusie

Het EBBE-profiel is ontworpen met als doel ondersteuning te bieden bij het ontwerpen van een energietransitie-inclusief curriculum. Er is gewerkt aan het vergroten van het urgentiebesef bij docenten door middel van de onderzoeks aanpak en de gekozen veranderstrategie. Docenten en verschillende opleidingen zijn geattendeerd op het belang

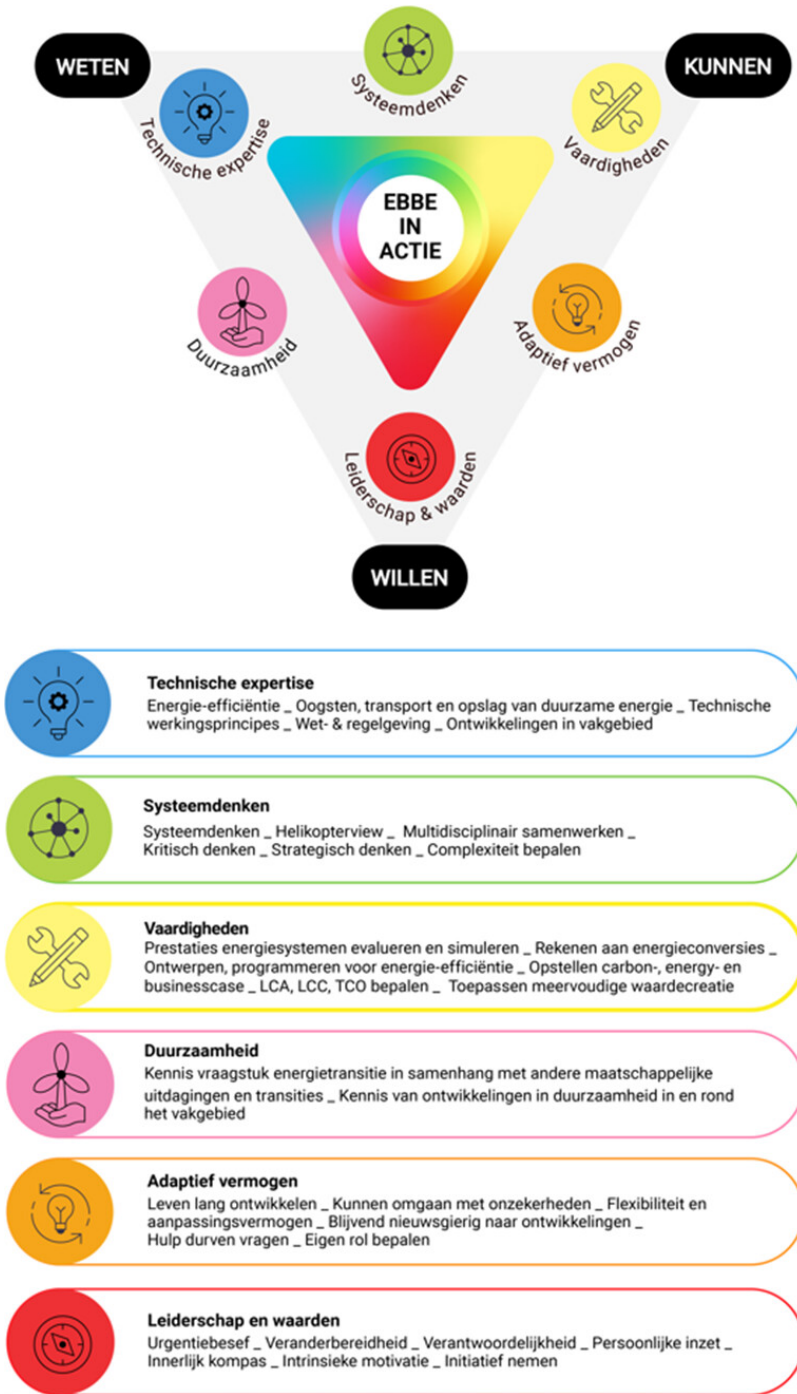
Tabel 4 Eigenschappen behorende bij de verschillende profielkenmerken

Profielkenmerk	Eigenschappen
Waarden	Innerlijk kompas, urgentiebesef, veranderbereidheid, verantwoordelijkheid, persoonlijke inzet, intrinsieke motivatie, leiderschap
Inhoudelijke kennis	Kennis over duurzame energie, stevige technische basis, wet- & regelgeving, trends, erkende maatregelenlijst, duurzame businessmodellen
Vaardigheden	<i>Life Cycle Cost (LCC)</i> , <i>Total Cost of Ownership (TCO)</i> , Levenscyclusanalyse (LCA), terugverdientijden berekenen, toepassen ontwerpstrategieën, 21e eeuwse vaardigheden
Kennis huidige uitdagingen	Kennis van het vraagstuk van de energietransitie in samenhang met andere maatschappelijke uitdagingen en transities, trends in duurzaamheid, ontwikkeling van vakgebied, meervoudige waarden
Integraal toepassen	Interdisciplinair samenwerken, systeemdenken, kritisch denken, strategisch denken, helicopterview, complexiteit bepalen, actievaardigheden, holistisch toepassen
Reflectieve <i>engineer</i>	Leven lang ontwikkelen, kunnen omgaan met onzekerheden, flexibiliteit en aanpassingsvermogen, ontwikkelingen bijhouden, hulp durven vragen

van het opleiden van Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineers*. Zij hebben dit meegenomen in de ontwikkeling van de verschillende curricula. Doordat de docenten bij dit onderzoek betrokken zijn, is de kans groter dat zij het EBBE-profiel herkennen en ondersteunen, omdat de gebruikte taal beter aansluit bij de input die zij hebben geleverd. Op basis van de profielkenmerken en de bijbehorende eigenschappen kan worden herleid wat een Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineers* moet kennen en kunnen om als startbekwame professional bij te dragen aan de energietransitie. Op basis van deze profielkenmerken kan een docent het onderwijs ontwikkelen, toetsten en herontwerpen.

Discussie

Dit onderzoek heeft geleid tot de ontwikkeling van het EBBE-profiel, zodat docenten een handreiking hebben om onderwijs te (her)ontwikkelen tot een energietransitie-inclusief curriculum. De ontwikkeling van het EBBE-profiel is onderdeel van een Comenius Senior Fellowship 2021. Het EBBE-profiel kan worden doorontwikkeld tot een handreiking voor het leren werken aan andere complexe maatschappelijke opgaven, zoals onder andere de integrale verduurzamingsopgave, grondstoffentransitie en de biodiversiteitscrisis.



Figuur 4 Het EBBE-profiel

Tabel 5 Eigenschappen behorende bij de verschillende profielkenmerken

Profielkenmerk	Eigenschappen
Technische expertise	Energie-efficiëntie, Oogsten, Transport en opslag van duurzame energie, Technische werkingsprincipes, Wet- & regelgeving, Ontwikkelingen in vakgebied
Systeemdenken	Interdisciplinair samenwerken, Kritisch denken, Strategisch denken, Helikopterview, Complexiteit bepalen
Vaardigheden	Prestaties energiesystemen evalueren en simuleren, Rekenen aan energieconversies, Ontwerpen en programmeren voor energie-efficiëntie, Berekenen <i>Life Cycle Cost (LCC)</i> , <i>Total Cost of Ownership (TCO)</i> , Levenscyclusanalyse (LCA), Opstellen carboncase, Energy-case, Businesscase, Toepassen energie geïntegreerde ontwerpstrategieën, Meervoudige waarde creatie
Duurzaamheid	Kennis van het vraagstuk van de energietransitie in samenhang met andere maatschappelijke uitdagingen en transitities, Kennis van ontwikkelingen in duurzaamheid in en rond het vakgebied
Leiderschap & waarden	Urgentiebesef, Veranderbereidheid, Verantwoordelijkheid – Persoonlijke inzet, Innerlijk kompas, Intrinsieke motivatie
Adaptief vermogen	Leven lang ontwikkelen, Kunnen omgaan met onzekerheden, Flexibiliteit en aanpassingsvermogen, Blijvend nieuwsgierig naar ontwikkelingen, Hulp durven vragen, Eigen rol bepalen

Beperkingen van het onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd tijdens de Coronapandemie: diverse bijeenkomsten zijn *online* geweest. Het resultaat zou hierdoor beïnvloed kunnen zijn, aangezien in een *online setting* discussies mogelijk anders worden gevoerd en de non-verbale communicatie minder zichtbaar is. Een andere beperking van het onderzoek is dat de geselecteerde participanten – experts uit het werkveld met specifieke kennis van de energietransitie, studenten en docenten – alle input hebben geleverd vanuit hun eigen perspectief en niet vanuit multiperspectiviteit. Bovendien is het onderzoek beperkt tot één hbo-instelling, wat mogelijk een beknopt beeld oplevert. Dit kan invloed hebben op de volledigheid van de resultaten, aangezien bijvoorbeeld docenten vaak hun eigen ideeën hebben over relevante vakinhouden, die wellicht niet volledig worden weerspiegeld door de aanpak van een enkele instelling. Op basis van deze perspectieven en de interpretatie van de onderzoekers in de context van één instelling is het EBBE-profiel doorontwikkeld.

Implicaties voor onderzoek en voor de onderwijspraktijk

Ondanks de beperkingen van dit onderzoek, draagt dit onderzoek bij aan de kennis over wat er van een Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineer* wordt gevraagd. Dit onderzoek heeft geleid tot het EBBE-profiel. Dit profiel kan docenten helpen om energietransitie-inclusieve curricula te ontwerpen. De vervolgstap is dat er een handleiding voor docenten wordt geschreven voor het gebruik van het EBBE-profiel. Daarna is het mogelijk om te toetsen of het ontwikkelde EBBE-profiel effect heeft op de curricula, zodat alle *engineers* worden opgeleid tot Energietransitie Bewuste en Bekwame *Engineers*.

Het EBBE-profiel wordt gedeeld met ander onderwijsinstellingen, zodat het breder ingezet kan worden in de onderwijspraktijk en ontwerpgericht onderzoek. Mogelijk leidt dit tot verdere doorontwikkeling van het EBBE-profiel.

Literatuur

- Anderson, R., & Helms, J.V. (2001). The ideal of standards and the reality of schools: Needed Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 3–16. Doi:10.1002/1098-2736(200101)38:13.0.CO;2-V
- Boonstra, J. (2020). *Veranderen als samenspel*. Koninklijke Boom uitgever
- Bouwtotaal. (2021). *Geuzen in tijden van chaos*. <https://www.bouwtotaal.nl/2021/05/geuzen-in-tijden-van-chaos/>
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2): 77–101. Doi:10.1191/1478088706qp0630a
- Caris, J., Poiesz, T., & Lapré, F. (z.d.). *Complexe Sociale Vraagstukken vragen om een Integraal Analyse Model*. Geraadpleegd op 29 januari 2021 van https://www.ubuntusociety.nl/public/files/ComplexeSocialeVraagstukken_%20Prof_%20Dr_%20Jo%20Caris.pdf
- Dochy, F., Berghmans, I., & Koenen, A. (2015). *High impact learning*. Utrecht: Lemma/Boom.
- Elsy, H., & Lathlean, J. (2006). Using action research to stimulate organisational change within health services: experiences from two community-based studies. *Educational Action Research*, 14(2), 171–186. Doi: 10.1080/09650790600718019
- Fullan, M. (2015). *The new meaning of educational change*. Teachers college press.
- Hattie, J. (2023). *Visible Learning: The Sequel: A Synthesis of Over 2,100 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Taylor & Francis.
- Jordan, T., Reams, J., Stålné, K., Greca, S., Henriksson, J.A., Björkman, T., & Dawson, T. (2021). *Inner Development Goals: Background, method and the IDG framework*. *Growth that matters*. https://consciousbusinesseducation.com/wp-content/uploads/2024/01/211125_IDG_ReportShort-FINAL.pdf
- Head, B.W., & Alford, J. (2015). Wicked Problems. *Administration & Society*, 47, 711–739.
- Hogeschool Windesheim. (2021). *Inventarisatie bestaand onderwijs energietransitie*. Zwolle, Overijssel, Nederland.

- Kemp, R. (2010). The Dutch energy transition approach. *Int Econ Econ Policy*, 7, 291–316 <https://doi.org/10.1007/s10368-010-0163-y>
- Kloet, E., F. van de Loo (2016). *Geleerde lessen – terugblik 1 jaar invoering onderwijsconcept*. Zwolle: Windesheim.
- McKenney, S., & Reeves, T.C. (2012). *Conducting educational design research*. London: Routledge
- Microsite Bournemouth University (2020) <https://microsites.bournemouth.ac.uk/flie/2020/07/22/tools-for-engagement-mentimeter-and-padlet/>
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. (2019). *Strategische agenda hoger onderwijs en onderzoek. Houdbaar voor de toekomst*. Geraadpleegd van rijksoverheid website: <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-24dfc024-bfd8-4a4b-b3b1-77f94abc16d9/pdf>
- PBL. (2020). *Effecten van de energietransitie op de regionale arbeidsmarkt*. Geraadpleegd van Planbureau voor de leefomgeving: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2018-effecten-van-de-energietransitie-3006.pdf?>
- Roorda, N. (2015). *De 7 competenties van de duurzame professional*. Maklu.
- Selhorst – Koekkoek, M. (2022). *Multidisciplinair onderwijs ontwerpen, om hiaten tussen vakgebieden op te vullen* [Masterthesis]. Open Universiteit.
- Topsector Energie. (2020). *Roadmap Human Capital Topsectoren 2020–2023*. Geraadpleegd van topsectoren website: <https://www.topsectoren.nl/humancapital/documenten/kamerstukken/2019/november/12-11-19/roadmap-hc-topsectoren>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*.
- Vermaak, H. (2017). *Iedereen verandert. Nu wij nog*. Deventer: Vakmedianet.
- Wallinga, J. (2020). *Praktisch warmlopen; De energietransitie in perspectief*. Zwolle: hogeschool Windesheim.

A profile of an Energy Transition Aware and Skilled Engineer (EBBE in Dutch) for designing an energy transition-inclusive curriculum

Abstract The energy transition is a complex social challenge and requires up-to-date basic knowledge, specific expertise and an interdisciplinary approach. Applied university college teachers does not yet train the engineers needed to meet this challenge. To tackle this problem, it is necessary to revise the curricula, for which the Energy Transition Aware and Skilled (EBBE) Engineers profile has been developed. This profile serves as a guideline for applied university college teachers in developing energy transition-inclusive curricula. The EBBE-profile was developed through design-based research and the application of a specific change strategy, in which the university college teachers were involved. Teachers are essential for the successful implementation of innovations in education. The research focused on drawing up the EBBE-profile for the technology courses at Windesheim University of Applied Sciences. The profile was developed based on a literature study, urgent meetings, workshops with the professional field, students and applied university lecturers and interviews. This has led to the EBBE-profile.

Keywords energy transition, higher professional education, profile, innovation, societal challenges, systems thinking