

Onderzoeksrapport: **Verbinden assets aan HCA van GroenvermogenNL en de Hydrogen Valley Campus Europe (HVCE)**

De uitkomsten van dit rapport versterkt de verbinding tussen de assets Phynix, HydroHub (MW-testcentrum) en EmmHy enerzijds, en de Human Capital Agenda (HCA) van GroenvermogenNL en Hydrogen Valley Campus Europe (HVCE) anderzijds. Het doel is om concreet te maken welke kennis- en vaardigheidsontwikkeling deze faciliteiten ondersteunen, hoe deze aansluiten op het onderwijs, en hoe dit structureel kan worden ingebed in het regionale en nationale ecosysteem.

In opdracht van GroenvermogenNL

Mei 2026

Auteurs:

Hielke Hekman

Joost Pellis

Annika Schewitz

Joris Pellens

Floris van der Plas

Dit rapport is uitsluitend bedoeld voor het doel zoals beschreven in de inleiding van dit document en mag niet voor enig ander doel worden gebruikt. Dit rapport is opgesteld op verzoek van Entrance, overeenkomstig de vastgestelde opdrachtomschrijving. De in dit rapport geuite meningen zijn geheel die van de auteurs. De auteurs aanvaarden geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit rapport jegens derden.

Afkorting

HCA	Human Capital Agenda
HVCE	Hydrogen Valley Campus Europe
MW	Megawatt
mbo	Middelbaar Beroepsonderwijs
hbo	Hoger Beroepsonderwijs
wo	Wetenschappelijk Onderwijs
TN	Technische Natuurkunde
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
VR	Virtual Reality
AR	Augmented Reality
ATEX	Atmospheres Explosibles
EU	Europese Unie
HSE	Health, Safety & Environment
HAZOP	Hazard and Operability Study
HAZID	Hazard Identification
LOTO	Lock Out Tag Out
BOP	Balance of Plant
FID	Final Investment Decision
IP	Intellectual Property
SECI-model	Socialization, Externalization, Combination, Internalization
CBV	Competence-Based View
DigComp	Digital Competence Framework
HR	High Reliability Organization
MoU	Memorandum of Understanding
PBM	Persoonlijke Beschermingsmiddelen
E&I	Electrical & Instrumentation
PEM	Proton Exchange Membrane
TCO	Total Cost of Ownership
OPEX	Operational Expenditure
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
IEA	International Energy Agency
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
EPALE	Electronic Platform for Adult Learning in Europe
IDRIC	Industrial Decarbonisation Research and Innovation Centre

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Inleiding: de ontwikkeling van de waterstofeconomie in Europa en Nederland ...	7
Introductie Waterstof Assets	9
1. Inleiding fase 1 (inventarisatie)	11
1.1 Skill Matrix	12
1.2 Skillcategorieën per doelgroep	13
1.2.1 Mbo-studenten Techniek	13
1.2.2 Hbo-studenten Techniek	13
1.2.3 Docenten	13
1.2.4 Technici (werkveld)	14
2. Resultaten & uitkomsten fase 1	15
2.1 Enquête resultaten	15
2.2 Technisch-operationeel	16
2.3 Digitale skills	16
2.4 Veiligheidsskills	16
2.5 Demonstratie-skills	17
2.6 Disseminatie-skills	17
2.7 Innovatie- & adaptatieskills	17
2.8 Samenwerkings- & ecosysteemskills	18
2.9 Samenvatting resultaten & uitkomsten fase 1	19
3. Conclusie fase 1	22
4. Inleiding fase 2 (analyse)	25
5. Onderwijs tot nu	26
5.1 Analyse: HVCE-projecten en onderwijsaanbod Noord-Nederland	26
5.2 Bestaand onderwijsaanbod Regionaal:	27
5.3 Gap-analyse	28
6. HCA concepten en producten	31
6.1 Integrale menukaart	34
6.2 Partnertypen	34
6.2.1 Partnertypen en rollen	34
7. Inleiding fase 3 (uitwerking)	38
7.1 Integrale financieringsstrategie	38
7.2 Governance-structuur	38
7.3 Operationele processen	41
8. Conclusie & Aanbevelingen	43
9. Bijlagen	45
9.1 Methodiek	45
9.1.1 Onderzoeksaanpak	46
9.1.2 Methodisch kader: LEARN-INTEGRATE-SCALE	46
9.2 Overzicht HVCE projecten	47

Voorwoord

In Noord-Nederland is met Hydrogen Valley Campus Europe (HVCE) een breed ecosysteem ontstaan dat fungeert als one-stop-shop voor onderzoek, innovatie, onderwijs en ondernemerschap rondom groene moleculen. Tot op heden ontbrak in dit ecosysteem echter een specifieke test- en opleidingslocatie voor offshore waterstoftechnologie. De komst van Phynix vult deze lacune door vanuit de Eemshaven een fysieke en digitale leeromgeving te bieden waarin systeemintegratie, veiligheid, onderhoud en technologievalidatie op het gebied van offshore waterstoftechnologie centraal staan. Deze uitbreiding maakt het HVCE-ecosysteem completer en toekomstbestendiger.

Tegelijkertijd positioneren we de assetcombinatie nadrukkelijker als nationale toegevoegde waarde. De fysieke plek blijft Noord-Nederland, maar de toegang tot de assets moet nationaal zijn en waar mogelijk breder, zodat partijen uit heel Nederland (en potentieel internationaal) kunnen profiteren van de unieke test-, validatie- en opleidingsmogelijkheden die Phynix en het HVCE-ecosysteem bieden. Het nationale programma GroenvermogenNL ondersteunt deze ontwikkeling via innovatie, systeemintegratie en human capital ontwikkeling.

Binnen dit netwerk biedt het Phynix-project, naast de assets zoals de HydroHub en EmmHy, een unieke kans om als concrete proeftuin te dienen voor offshore waterstof, inclusief systeemtesten, validatie, training en kennisdeling. Tegelijkertijd is gebleken dat er behoefte is aan een gestructureerde aanpak om Phynix effectief te positioneren binnen dit ecosysteem en maximaal te benutten voor de realisatie van de Human Capital Agenda van GroenvermogenNL. GroenvermogenNL en TNO hebben een overeenkomst gesloten om een Community of Practice op te zetten, waarmee testprotocollen en kennisuitwisseling worden gerealiseerd. Om dit te versterken is het van belang om de link tussen testfaciliteiten en de Human Capital Agenda (HCA) van GroenvermogenNL en de invulling hiervan binnen het bestaande ecosysteem in Noord-Nederland, de Hydrogen Valley Campus Europe (HVCE), verder uit te werken. De opdracht richt zich op drie kernvragen:

1. Wat kunnen de HydroHub en Phynix bieden aan kennis en skills-ontwikkeling, waar niet alleen Noord Nederland, maar ook opleidingen in andere delen van Nederland hun voordeel mee kunnen doen?
2. Hoe zijn de HydroHub, Phynix en EmmHy praktisch te koppelen aan een modulair opleidingsaanbod voor mbo, hbo, wo en bedrijfsopleidingen?
3. Welke organisatorische opties zijn denkbaar om de skills ontwikkeling te borgen, beschikbaarheid van faciliteiten voor skills ontwikkeling breder binnen Nederland en de onderwijswereld te realiseren, te financieren en nadere ontwikkeling van de mogelijkheden tot doorgroei te faciliteren?

Dit project richt zich op het versterken van de Human Capital Agenda binnen het waterstofecosysteem van HVCE en wordt uitgevoerd als onderzoeks- en adviesopdracht. Het rapport kent drie fasen, elk met een eigen doelstelling:

- **Fase 1 – Inventarisatie**
Vaststellen welke kennis, vaardigheden en regionale ontwikkelingen nodig zijn voor (offshore) waterstofproductie en energieopslag.
- **Fase 2 – Analyse**
Onderzoeken hoe deze inzichten aansluiten bij bestaande onderwijsprogramma's, samenwerkingsvormen en het HVCE-platform.
- **Fase 3 – Uitwerking**
Ontwikkelen van mogelijke governance- en organisatiemodellen, inclusief een implementatieplan voor duurzame samenwerking en opschaling.

Voor de dataverzameling is gebruikgemaakt van kwalitatieve methoden: semigestructureerde interviews met asset-eigenaren, docenten en vertegenwoordigers uit de industrie, aangevuld met deskresearch en een enquête onder docenten. Deze combinatie leverde een breed en genuanceerd beeld op van de benodigde vaardigheden en toekomstige ontwikkelrichtingen.

De analyse van deze gegevens is uitgevoerd binnen het LEARN–INTEGRATE–SCALE model, dat richting geeft aan het gefaseerd ontwikkelen, verankeren en opschalen van initiatieven binnen het waterstofecosysteem. De volledige methodische onderbouwing van deze aanpak is opgenomen in *Bijlage 10.1 Methodiek*. Dit resulteert in een gedragen en toekomstbestendig fundament voor verdere professionalisering van het regionale human capital beleid.

Inleiding: de ontwikkeling van de waterstofeconomie in Europa en Nederland

De energietransitie vraagt om een fundamentele herinrichting van het Europese energie- en industriesysteem. Waterstof speelt daarin een sleutelrol. Het biedt een oplossing voor sectoren waar elektrificatie niet volstaat, zoals de zware industrie, chemie, mobiliteit en grootschalige energieopslag. De technologie is volwassen, de toepassingen zijn bekend en de beleidsambities zijn hoog. Toch verloopt de daadwerkelijke marktontwikkeling trager dan enkele jaren geleden werd voorzien. Dit onderzoek plaatst de ontwikkeling van waterstof in die bredere context en verkent waarom investeren in human capital juist nu essentieel is.

Sinds 2020 heeft de Europese Unie met de EU Hydrogen Strategy en REPowerEU een duidelijke koers uitgezet: grootschalige productie van groene waterstof, een geïntegreerde infrastructuur en een competitieve markt. De realiteit blijkt weerbarstiger. Recente analyses van onder andere het International Energy Agency (IEA, 2025) en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL, 2025) laten zien dat slechts een klein deel van de projectpipeline daadwerkelijk tot investeringsbeslissingen komt. Kostenstijgingen, onzekerheid over toekomstige vraag, vertraging in infrastructuur en complexe regelgeving zorgen voor een rem op de opschaling. Grote Europese projecten zijn uitgesteld of geannuleerd, en de verwachte productievolumes voor 2030 zijn neerwaarts bijgesteld.

Tegelijkertijd laat nieuw arbeidsmarktonderzoek zien dat de arbeidsvraag in de waterstofketen ondanks vertragingen snel oploopt. Volgens SEO Economisch Onderzoek (2025) zijn tot 2030 24.700 tijdelijke fte en 3.900 permanente fte nodig voor de aanleg van de waterstofbackbone, een importterminal en een zoutcaverne. De grootste vraag zit in het midstream-segment.

Regionale verschillen zijn groot. West kent de grootste druk met 10.900 tijdelijke en 1.600 permanente fte, terwijl het aanbod daar slechts 2.830 fte bedraagt. SEO waarschuwt voor duidelijke risico's op knelpunten, vooral in West, en in mindere mate in Noord en Zuid-West.

De jaarlijkse instroom uit opleidingen blijft beperkt (4.500 fte), tegenover een veel grotere zij-instroom (circa 12.000 fte). Tot 2030 komt het totale potentiële aanbod uit op 31.230 fte, maar dit moet concurreren met andere grote transitie zoals netverzwaring, woningbouw, elektrificatie en industriële verduurzaming. De sector is dus structureel afhankelijk van omscholing, mobiliteit tussen sectoren en een sterke regionale opleidingsinfrastructuur.

Deze mismatch tussen vraag en aanbod onderstreept de urgentie van dit onderzoek. De waterstoftransitie is niet alleen een technologische of economische opgave, maar vooral een human capital-opgave. De benodigde vaardigheden liggen sterk in technische, veiligheid kritische en interdisciplinaire domeinen. Denk aan elektrochemie, procestechniek, werktuigbouwkunde, industriële automatisering, high-voltage-elektriciteit en materiaaltechnologie.

SEO benadrukt dat “scholing een sleutelrol speelt bij het in evenwicht brengen van arbeidsvraag en -aanbod” en dat gerichte omscholing noodzakelijk is om de kloof te dichten.

Tegen deze achtergrond is het relevant om te kijken naar de positie van Nederland. Ons land heeft ambitieuze doelen voor elektrolysecapaciteit en infrastructuur, maar de realisatie blijft achter. Waar in 2025 500 MW operationeel had moeten zijn, staat slechts enkele megawatts daadwerkelijk in bedrijf. De doelstelling van 3 – 4 GW in 2030 lijkt buiten bereik. Ook de aanleg van het nationale waterstofnetwerk loopt vertraging op en grote projecten in Noord-Nederland, zoals North2, RWE Eemshydrogen en Engie HyNetherlands, bevinden zich nog in de fase vóór definitieve investeringsbeslissingen. Daarmee staat Nederland op een kruispunt: de ambities zijn stevig, de randvoorwaarden zijn in ontwikkeling, maar de daadwerkelijke opschaling vraagt om gerichte keuzes en investeringen. Zie *Bijlage 10.2 Overzicht waterstof projecten* voor het overzicht met relevante projecten en hen (historische) status.

Deze inleiding schetst daarmee het speelveld waarbinnen dit onderzoek zich positioneert: een Europese waterstofmarkt die vertraagt maar niet ontspoord, een energietransitie die brede technische competenties vraagt, en een Nederlandse context waarin ambities en realisatie nog niet in balans zijn. **Juist in deze fase is inzicht in human capital, opleidingscapaciteit en regionale ecosystemen cruciaal om voorbereid te zijn op de versnelling die onvermijdelijk komt.**

Het European Hydrogen Skills Strategy rapport benadrukt dat de vraag naar vaardigheden sterk ligt in technische, veiligheid kritische en interdisciplinaire domeinen. Er is vooral behoefte aan ingenieurs en technici gespecialiseerd in chemische processen, procesindustrie, elektrochemie, materiaaltechnologie, industriële automatisering en high-voltage-elektriciteit. Om een duidelijk overzicht te krijgen van deze vaardigheden en hoe ze tot uiting komen in het Nederlandse en Noord-Nederlandse onderwijsveld, is dit onderzoek uitgevoerd.

Introductie Waterstof Assets

In dit hoofdstuk worden de drie assets beschreven die centraal staan binnen deze rapportage. Per asset wordt kort uiteengezet wat deze inhoudt inclusief een beknopte omschrijving.

De Drie Assets

Noord-Nederland beschikt over drie unieke waterstof testfaciliteiten die samen een breed spectrum aan mogelijkheden bieden voor onderzoek, ontwikkeling en onderwijs in waterstoftechnologie.

Phynix

📍 Eemshaven 🏢 DOT

De Phynix Baseload Power Hub is ontwikkeld om ervaring op te doen met het ontwerpen en bouwen van een platform dat de elektriciteitsproductie van windparken kan stabiliseren. Het systeem slaat energie op tijdens perioden met hoge windsnelheden en levert deze terug wanneer de wind afneemt. De hub combineert een elektrolyser, waterstofopslag en terugconversie naar elektriciteit via een brandstofcel, aangevuld met een batterij.

ELEKTROLYSER
2,5 MW PEM

BATTERIJ
5 MWh

AFMETINGEN
19 x 41 m

GEWICHT
~2.200 ton

⚡ **Uniek:** Integratie van elektrolyser én brandstofcel in één systeem voor opvang van uur- en dagfluctuaties in windprofielen.



2



HydroHub

📍 Zernike Campus, Groningen 🏢 EnTranCe

Het HydroHub MegaWatt Testcentrum is een open innovatiecentrum voor waterstofproductie. In de afgelopen jaren zijn hier verschillende test- en ontwikkelprogramma's met partners uitgevoerd. Op de proeftuin van EnTranCe zijn twee elektrolyzers van elk 250 kilowatt geïnstalleerd: een PEM-type en een Alkaline-type. Deze diversiteit maakt het mogelijk om beide dominante elektrolysetechnologieën naast elkaar te testen en te vergelijken.

PEM ELEKTROLYSER
250 kW

ALKALINE ELEKTROLYSER
250 kW

TOTALE CAPACITEIT
500 kW

TYPE FACILITEIT
Open innovatie

🎓 **Uniek:** Tevens locatie van de Innovatiewerkplaats (IWP) van de Hanzehogeschool voor directe koppeling met onderwijs.

EmmHy

📍 Emmen 🏢 TNO

EmmHy is een open waterstoftestcentrum voor onderzoek en ontwikkeling dat momenteel in ontwikkeling is. In dit testcentrum zullen elektrolyzers op megawatt-schaal langdurig worden getest onder realistische omstandigheden. Het doel is om de betrouwbaarheid, flexibiliteit en efficiëntie van deze systemen te toetsen voordat ze op grote schaal worden ingezet in industriële toepassingen.

SCHAAL
MW-klasse

TESTTYPE
**Langdurige
duurtesten**

FOCUS
R&D validatie

STATUS
In ontwikkeling

🔬 **Uniek:** Grootchalige elektrolyzers zullen onder realistische omstandigheden worden getest om betrouwbaarheid te valideren vóór industriële uitrol.



Deze drie faciliteiten vormen samen de infrastructuur voor waterstofkennis en -innovatie in Noord-Nederland.

FASE 1 – INVENTARISATIE

Vaststellen welke kennis, vaardigheden en regionale ontwikkelingen nodig zijn voor (offshore) waterstofproductie en energieopslag.



1. Inleiding fase 1 (inventarisatie)

Volgens de *European Hydrogen Skills Strategy* ontstaat er in Europa een groot tekort aan technisch talent naarmate de waterstofketen groeit; dit geldt ook voor Nederland. Het rapport benadrukt dat de vraag naar vaardigheden sterk ligt in technische, veiligheids- kritische en interdisciplinaire domeinen. Er is vooral behoefte aan ingenieurs en technici gespecialiseerd in chemische processen, procesindustrie, elektrochemie, materiaaltechnologie, industriële automatisering en high-voltage-elektriciteit. Daarnaast speelt health & safety een cruciale rol: kennis van explosieveiligheid, risicobeheer en waterstof specifieke veiligheidsprotocollen is essentieel. Bedrijven kampen tevens met een tekort aan projectmanagers die complexe waterstofprojecten van ontwerp tot realisatie kunnen coördineren, inclusief vergunningstrajecten en risicobeoordelingen. Verder is er vraag naar professionals met kennis van waterstofproductie (elektrolyse), compressie en opslag, transport via pijpleidingen, brandstofcellen, en systeemintegratie met hernieuwbare energie. De sector profiteert ook van digitale vaardigheden, zoals data-analyse, monitoring van energiesystemen, en automatisering.

Tot slot signaleren bedrijven dat veel vaardigheden momenteel via on-the-job learning worden opgebouwd, omdat gespecialiseerde opleidingen nog beperkt beschikbaar zijn. Daarom worden modulaire trainingen en praktijkinfrastructuur als noodzakelijk gezien.

Verder identificeert de *European Hydrogen Skills Strategy* ook concrete beroepsprofielen binnen de waterstofwaardeketen. Het rapport benadrukt dat vooral profielen zoals procesoperator waterstof, elektrolyse-technicus, brandstofcel-specialist, H₂-veiligheidsingenieur, projectmanager waterstofinstallaties en technici voor infrastructuur en systeemintegratie in hoge vraag zijn. Deze profielen worden geanalyseerd op taken, verantwoordelijkheden en benodigde competenties om de arbeidsmarkt beter af te stemmen op toekomstige groei.

1.1 Skill Matrix

Om een uniform beeld te kunnen creëren over welke skills voor nu en in de toekomst relevant kunnen zijn voor en door de inzet van de drie assets, hebben we een theoretisch raamwerk opgesteld bestaande uit skillcategorieën, gebaseerd op eerder uitgevoerde vaardigheidsanalyses. Dit raamwerk is een verzameling van meerdere theorieën en biedt inzage in de mogelijke impact en versterking van skills ontwikkeling en hoe zij zich ook onderling verhouden, weergegeven in onderstaande tabel.

Skillcategorie	Theoretische basis / model
Technisch-operationeel¹	<i>Competence-Based View (CBV)</i> – kerncompetenties als strategische assets
Digitale skills	<i>Digital Competence Framework (DigComp)</i> – digitale geletterdheid en toepassing
Veiligheid skills	<i>High Reliability Organization (HRO) Theory</i> – veiligheid in risicovolle sectoren
Demonstratie-skills	<i>Experiential Learning Theory (Kolb)</i> – leren door doen en ervaren
Disseminatie-skills	<i>Knowledge Management Theory (Nonaka & Takeuchi, SECI-model)</i> – kenniscreatie en -deling
Innovatie- & adaptatie skills	<i>Dynamic Capabilities Theory (Teece)</i> – vermogen om resources continu te vernieuwen
Samenwerkings- & ecosysteem skills	<i>Skills Ecosystem Theory</i> – vaardigheden ontstaan en bloeien in netwerken

De tabel is in deze fase vooral bedoeld als theoretisch raamwerk om de scope van relevante vaardigheden te structureren. In paragraaf 1.2 worden de skillcategorieën omgezet naar concrete skills per doelgroep, Met mbo studenten, hbo studenten, docenten en technici als relevante doelgroepen. Waarbij ook een algemene persona wordt beschreven over de te verwachte profielinvulling.

¹ De technisch-operationele vaardigheden binnen dit domein staan niet op zichzelf, maar zijn direct verbonden met het onderliggende kennisequivalent. Deze samenhang maakt dat het kennisequivalent, gezien zijn relevantie, integraal is meegenomen in de skills analyse per doelgroep.

1.2 Skillcategorieën per doelgroep

1.2.1 Mbo-studenten Techniek

Profiel: praktisch, hands-on, gericht op uitvoerende taken in techniek, installatie, onderhoud en veiligheid.

Skillcategorieën	Skills doelgroep
Technisch-operationeel	Basis elektrotechniek, mechanica, componentherkenning, onderhoud, eenvoudige procesbediening
Digitale skills	Basisdata lezen, eenvoudige simulaties, werken met digitale handleidingen, AR-instructies
Veiligheidsskills	HSE-basis, ATEX-awareness, PBM-gebruik, risicoherkenning
Demonstratie-skills	Hands-on demonstraties uitvoeren, apparatuur veilig bedienen
Disseminatie-skills	Eenvoudige uitleg aan bezoekers, basiscommunicatie
Innovatie & adaptatie	Probleemoplossend denken, omgaan met nieuwe tools
Samenwerkingsskills	Teamwerk, communicatie met operators en technici

1.2.2 Hbo-studenten Techniek

Profiel: analytisch, projectmatig, gericht op ontwerp, optimalisatie en innovatie.

Skillcategorieën	Skills doelgroep
Technisch-operationeel	Procesoptimalisatie, systeemdenken, ontwerpprincipes, integratie van waterstofsysteem
Digitale skills	Digital twins, data-analyse, simulaties, predictive maintenance
Veiligheidsskills	Risicoanalyse, compliance, veiligheidsontwerp
Demonstratie-skills	Projectpresentaties, demonstratieopstellingen ontwerpen
Disseminatie-skills	Storytelling, kennisdeling, rapportage
Innovatie & adaptatie	Technologie-integratie, prototyping, innovatieprojecten
Samenwerkingsskills	Cross-sectorale samenwerking, projectmanagement, stakeholderanalyse

1.2.3 Docenten

Profiel: kennisoverdracht, curriculumontwikkeling, didactiek, sectorvernieuwing.

Skillcategorieën	Skills doelgroep
Technisch-operationeel	Up-to-date kennis van waterstoftechnologie en offshore systemen
Digitale skills	Gebruik van simulaties, VR/AR in onderwijs, digitale didactiek
Veiligheidsskills	Begrip van actuele veiligheidsnormen en certificeringen
Demonstratie-skills	Didactische demonstraties, begeleiden van praktijkopstellingen
Disseminatie-skills	Kennisdeling binnen onderwijsnetwerken, curriculumontwikkeling
Innovatie & adaptatie	Integreren van nieuwe technologie in onderwijs
Samenwerkingsskills	Samenwerking met bedrijven, co-creatie van modules

1.2.4 Technici (werkveld)

Profiel: uitvoerend, verantwoordelijk voor veilige en efficiënte werking van installaties.

Skillcategorieën	Skills doelgroep
Technisch-operationeel	Installatiebediening, onderhoud, troubleshooting, procesbewaking
Digitale skills	Werken met dashboards, sensordata, digitale inspecties
Veiligheidsskills	ATEX, HSE, noodprocedures, risicobeheersing
Demonstratie-skills	Uitleg aan bezoekers, begeleiden van trainees
Disseminatie-skills	Praktijkervaring delen met onderwijs en partners
Innovatie & adaptatie	Verbeterideeën, procesaanpassingen
Samenwerkingsskills	Samenwerking met engineers, docenten, studenten

2. Resultaten & uitkomsten fase 1

Zoals beschreven in het voorwoord hebben we semigestructureerde interviews met asset-eigenaren, docenten en vertegenwoordigers uit de industrie afgenomen, aangevuld met deskresearch en een enquête onder docenten. Waarbij de semigestructureerde interviews zijn geanalyseerd aan de hand van de skill matrix en worden ze per vaardigheid in elk hieronder weergegeven subhoofdstuk gepresenteerd. In hoofdstuk 2.9 wordt een samenvatting gegeven van alle zeven vaardigheden en aansluitend de visie van twee industriepartijen op de voorgestelde skill matrix.

Over het algemeen erkennen alle geïnterviewden dat samenwerking **essentieel** is en dat het gebruik van de assets kan worden gemaximaliseerd door een slimme verdeling van strategische en operationele doelstellingen. Dit geldt niet alleen voor human capital zelf, maar ook voor de thema's kennis en bedrijfskapitaal, en de invloed daarvan op human capital. Een andere algemene bevinding bouwt voort op de langetermijnvisie en -context. Hoewel alle drie assets zich in Noord-Nederland bevinden en zich voorlopig richten op de verbinding tussen markt en onderwijs in die regio, kan Noord-Nederland in de toekomst ook in het buitenland een grotere rol gaan spelen. Ook voor deze visie wordt de noodzaak erkend om naar human capital te kijken en samen te werken.

2.1 Enquête resultaten

De enquête is gehouden onder docenten van het mbo en hbo en over het algemeen valt op dat de docenten een groot potentieel en toegevoegde waarde zien in de inzet van de assets als contextrijke leeromgeving. Er is brede consensus dat de energietransitie een grote opgave vormt en dat er voldoende vakmensen moeten worden opgeleid om deze mogelijk te maken. Waterstof wordt gezien als een onvermijdelijk onderdeel van de toekomstige energievoorziening en als een strategisch element dat niet alleen draait om klimaat, maar ook om macht, technologie en veiligheid. Hoewel het belang van waterstof wordt erkend, voelt slechts een deel van de docenten zich goed geïnformeerd over de ontwikkelingen in Noord-Nederland. Er is een duidelijke behoefte aan meer kennisdeling en praktische toepassingen. Praktijkgericht onderwijs wordt als essentieel beschouwd en fysieke testlocaties worden gezien als cruciaal om goed les te kunnen geven. Veel docenten willen meer samenwerking met dergelijke faciliteiten en zien kansen om assets te integreren in lesprogramma's, bijvoorbeeld via excursies, meet- en regeltechniek, service en onderhoud, digital twins en hands-on opdrachten.

De docenten benadrukken dat hun stem nog onvoldoende gehoord wordt en dat zij een sleutelrol spelen in het vertalen van werkveldcompetenties naar onderwijs. Voor toekomstgericht onderwijs is behoefte aan duidelijke competentieprofielen, concrete opdrachten, data en digitale tools zoals digital twins. Gewenste opdrachten variëren van veilig opstarten en afschakelen tot onderhoud, performance-analyse en troubleshooting. De algemene teneur is dat praktijkervaring en samenwerking met testfaciliteiten onmisbaar zijn om onderwijs relevant en toekomstbestendig te maken.

2.2 Technisch-operationeel

Binnen de assets *Phynix*, *EmmHy*, en *HydroHub* vormen technische kerncompetenties elektrotechniek, procesoptimalisatie, onderhoud en Balance of Plant (waterbehandeling, koeling, voeding) de ruggengraat van opleiden en oefenen. Het didactische patroon sluit aan bij ervaringsleren: studenten en professionals doorlopen cycli van concrete handeling (montage, commissioning), reflectie (storingsanalyse), conceptualisatie (begrip van systeemwerking) en experimenteren (optimalisatie in BOP en power-conversion).

In de interviews wordt dit tastbaar: een practor beschrijft hoe mbo-studenten een power unit opbouwden (brandstofcel, tankjes, accu's) en zo de complete keten van waterstof naar elektriciteit doorliepen; een professor duidt opschalingsproeven tot 250 kW met expliciete aandacht voor waterbehandeling en koeling; een lector licht toe dat HydroHub juist door zijn intermediate schaal geschikt is voor toegankelijke inbedrijfstelling, druktesten en E&I zonder de volledige complexiteit van een grootschalige plant. Deze combinatie maakt het mogelijk om technische competenties gefaseerd, realistisch en herhaalbaar te ontwikkelen.

2.3 Digitale skills

Digitale competenties zijn cruciaal in een data gedreven waterstofomgeving. De faciliteiten genereren rijke sensordata en bieden toegang tot SCADA-systemen, waardoor deelnemers kunnen oefenen met data-analyse, anomaly detection, predictive maintenance en regeltechniek. Digital twins en VR/AR-simulaties ondersteunen blended learning: eerst veilig virtueel, daarna hands-on onder begeleiding.

De interviews onderbouwen dit: een practor beschrijft een sensorproject waarin studenten veilig en low-cost gasdetectie testen in een desktopopstelling, een instappunt voor instrumentatie en data-interpretatie; een professor beargumenteert dat digital twins en VR noodzakelijk zijn om operators eerst virtueel te trainen en pas daarna live te laten oefenen; een lector vult aan dat op HydroHub bootcamps en techno-economische analyses de data-gedreven besluitvorming versterken. Zo ontstaat een coherent pad waarin digitale geletterdheid direct wordt verbonden met operationele praktijk.

2.4 Veiligheidsskills

Veiligheid is de primaire randvoorwaarde bij het leren en werken met waterstoftechnologie. De faciliteiten hanteren permit-to-work, ATEX-zoneclassificatie, noodstopprocedures en gecontroleerde operator-toegang. Het principe "eerst simulatie, dan praktijk" (VR/AR, digital twin) minimaliseert risico's en versterkt preoccupation with failure en commitment to resilience.

In de interviews illustreert een lector hoe er soms met prototypes zonder EU-keur wordt gewerkt en systemen moesten worden aangepast om aan regelgeving te voldoen - een aanscherping van risicobeheersing en compliance. Een professor pleit bij grootschalige faciliteiten (bijv. EmmHy) voor een aparte trainingsrig naast de live tests, zodat onderwijsactiviteiten veilig kunnen plaatsvinden zonder de primaire testoperatie te verstoren; een practor bevestigt dat hands-on pas verantwoord is nadat deelnemers een veiligheidsinductie hebben doorlopen en onder toezicht oefenen. Dit alles wijst op het belang van expliciete HSE-kaders (HAZOP/HAZID, LOTO) naast praktijkervaring.

2.5 Demonstratie-skills

Demonstratie in een realistische omgeving maakt systemen zichtbaar, begrijpelijk en toetsbaar voor verschillende doelgroepen (studenten, professionals, bezoekers). De faciliteiten bieden hands-on bedienmomenten en geplande demonstratie-runs waarin het functioneren van elektrolyzers, brandstofcellen en BOP onder uiteenlopende condities wordt getoond.

Een practor benoemt begeleide sessies waar studenten leidingwerk demonstreren onder bedrijfsbegeleiding, zodat bezoekers de praktische stappen en veiligheidschecks expliciet ervaren; een professor benadrukt dat rigide geplande demonstraties op grootschalige sites noodzakelijk zijn om veiligheid en kwaliteit te borgen (time-boxed runs, heldere rolverdeling); een lector geeft aan dat opschalingsruns (bijv. met variabele loadprofielen) op HydroHub geschikt zijn om bediening en systeemrespons zichtbaar en bespreekbaar te maken. Demonstratie-skills verankeren daarmee praktijkbegrip en vergroten transparantie richting stakeholders.

2.6 Disseminatie-skills

Effectieve disseminatie zet ervaringen en impliciete praktijkkennis (tacit) om in expliciete, overdraagbare kennis (procedures, checklists, dashboards, verhalen). De interviews wijzen op de noodzaak van hoog-over publiceerbare inzichten (zonder IP-gevoelige details) om adoptie te versnellen.

Een professor onderstreept dat levensduur- en kostendata systematisch moeten worden gedeeld om investeerdersvertrouwen te vergroten; een lector beschrijft bootcamps waarin teams kennis delen, use-cases uitwisselen en best practices codificeren; een practor meldt dat onderwijsmodules en afstudeerprojecten expliciet voortbouwen op gedocumenteerde cases en instructiesets. Disseminatie-skills zorgen daarmee voor reproduceerbaarheid, schaalbaarheid en een gedeelde taal tussen onderwijs en industrie.

2.7 Innovatie- & adaptatieskills

De waterstoftransitie vraagt om het continu kunnen aanpassen van processen, het integreren van nieuwe technologieën en het reskillen van bestaande vakmensen (gas/combustion → elektrochemie/regeltechniek). De faciliteiten ondersteunen dit via versneld testen, control-tuning en opschaling.

In de interviews schetst een professor hoe accelerated stress testing en regeloptimalisatie niet alleen kennis opleveren, maar ook investeringsbeslissingen versnellen (snellere FID); een practor benadrukt dat omscholing noodzakelijk is en dat opleidingen moeten inspelen op concrete marktbehoeften; een lector voegt toe dat opschaling en variabele loadprofielen de adaptiviteit van teams en processen beproeven. Innovatie- en adaptatieskills verbinden zo technische vernieuwing met organisatorische veranderkracht en leerpaden (bijv. train-the-trainer, modulair reskilling).

2.8 Samenwerkings- & ecosysteemskills

Vaardigheden ontstaan en groeien in netwerken waarin onderwijs (mbo/hbo/wo), onderzoek en industrie elkaar structureel ontmoeten. De faciliteiten functioneren als ecosysteemknooppunten voor crosssectorale samenwerking, met harmonisatie van curriculum (learning communities), toegangsafspraken (MoU's) en gezamenlijke projecten.

In de interviews beschrijft een practor regionale samenwerking waarin curriculuminhoud wordt geharmoniseerd en gezamenlijk ontwikkeld; een professor benoemt internationale fellows en uitwisselingen om best practices naar het Noord Nederlandse ecosysteem te brengen; een lector geeft aan dat bootcamps en consortia zorgen voor afstemming, toegang en koppelfinanciering. Deze ecosysteemskills bevorderen toegang, leereffect en mobiliteit, en vormen daarmee de context waarbinnen de andere skillcategorieën duurzaam kunnen bijdragen.

2.9 Samenvatting resultaten & uitkomsten fase 1

Skillcategorie	Faciliteiten bieden (Phynix / EmmHY / HydroHub)	Opleidingskansen
Technisch-operationeel	PEM elektrolyser (Phynix), brandstofcel (Phynix), highpower elektrolyse (EmmHy), BOP (waterbehandeling, koeling, voeding), E&I panelen, commissioning runs (HydroHub, variabele loadprofielen).	Modulaire routes voor montage/demontage, commissioning, druk & lektesten, E&I configuratie, troubleshooting (ventielen, pompen, sensoren), staged "simulatie → live".
Digitale skills	SCADA toegang, rijke sensordata, digital twins, VR/AR scenario's; datasets voor regeltechniek, anomaly detection, predictive maintenance.	Data analyse & regeltechniek labs, dashboards voor monitoring, anomaly detection en predictive maintenance; VR/AR trainingen gekoppeld aan sitedata.
Veiligheids-skills	Permit to work, ATEX zoneclassificatie, noodstopprocedures, operator only toegang; mogelijkheid tot aparte trainingsrig naast live tests; safety interlocks.	HAZOP/HAZID training, LOTO procedures, VR safety simulaties; scenario gebaseerde storings en noodprocedures; operator shadowing onder toezicht.
Demonstratie-skills	Geplande demonstratie runs (bediening, respons, opschaling), hands-on showcase van elektrolyser/brandstofcel/BOP; bezoekersbriefing (PBM, ATEX).	Ontwerp van demonstratie scripts (doel, risico, leeruitkomst), bezoekersbriefing en reflectie sessies; begeleidde hands-on demonstraties met duidelijke rolverdeling.
Disseminatie-skills	Bestpractice uitwisseling via bootcamps, workshops, dashboards (TCO/FID, betrouwbaarheid), publiceerbare hoogover resultaten (IP veilig).	SECI vormen (storytelling, checklists, lessons learned), stakeholderdashboards, casebank en instructiesets voor onderwijs en industrie.
Innovatie- & adaptatieskills	Accelerated stress testing, control tuning, opschaling; context voor reskilling (gas/combustion → elektrochemie/regeltechniek); inzet van train-the-trainer (postdocs/docenten).	Reskillingpaden (veiligheid → installatie → control → onderhoud), innovatiesprints (data → oplossingsontwerp → pilot), train-the-trainer trajecten.
Samenwerkings & ecosysteemskills	Ecosysteemknooppunt voor mbo/hbo/wo + industrie; MoU's voor toegang/IP; learning communities, consortia, internationale fellows/uitwisselingen.	Multiactor projecten met gedeelde data/rollen, operator shadowing & stage/afstudeerplaatsen, curriculumharmonisatie en ecosysteemevents (showcases, hackathons).

Aansluitend wordt de visie van twee industriepartijen op de voorgestelde skill matrix toegelicht, zie onderstaande tabellen. Beide partijen onderschrijven de relevantie van de onderscheiden vaardigheidsdomeinen en herkennen de noodzaak van een brede, multidisciplinaire set competenties. Met name de technisch-operationele vaardigheden en veiligheidsskills worden door beide partijen als cruciaal bestempeld, wat overeenkomt met de hoge urgentiescores in de matrix. Daarnaast benadrukken zij dat digitale vaardigheden, zoals simulatie, data-analyse en digital twins, steeds belangrijker worden voor zowel operationele efficiëntie als innovatie.

Ook hechten de industriepartijen waarde aan vaardigheden die de verbinding met de buitenwereld versterken, zoals demonstratie- en disseminatie-skills. Deze worden gezien als essentieel voor het vergroten van draagvlak, het delen van kennis en het positioneren van projecten binnen bredere ketens. Tot slot wijzen zij op het belang van samenwerkings- en ecosysteemvaardigheden, omdat de energietransitie vraagt om intensieve publiek-private samenwerking en een brede helicopterview over sectoren heen. De input van beide partijen bevestigt daarmee de breedte en het belang van de voorgestelde skillset en biedt richting voor verdere uitwerking en implementatie.

Vaardigheden	Kennis over...	Zijn deze vaardigheden nodig?	Onderwijs Level	Noodzaak (op een schaal van 1 = niet nodig tot 10 = zeer nodig)
Technisch-operationele skills	Offshore engineering, elektrotechniek – chemie, waterstof proces procesoptimalisatie, onderhoud, materiaaltechnologie, materiaalkunde	JA of NEE	hbo of mbo wo	10
Digitale skills	Digital twins, simulatie, data-analyse, VR/AR-training, predictive maintenance, data evaluatie (software)	JA of NEE	hbo of mbo wo	8
Veiligheidsskills	HSE-procedures, ATEX-certificering, risicobeheersing, compliance met EU-richtlijnen	JA of NEE	hbo of mbo	10
Demonstratie-skills	Hands-on bediening, demonstratieprojecten, begeleiden van bezoekers, showcase-organisatie	JA of NEE	hbo of mbo	8
Disseminatie-skills	Stakeholdermanagement, storytelling, kennisdeling via workshops en platforms	JA of NEE	hbo (internship) of mbo, wo	8
Innovatie- & adaptatieskills	Integratie van nieuwe technologieën, procesaanpassing, flexibiliteit (aanpassing), probleemoplossing	JA of NEE	hbo of mbo	7
Samenwerkings- & ecosysteemskills	Cross-sectorale samenwerking, publiek-private partnerschappen, internationale netwerken, zoom-out andere energie bronnen --> helicopterview	JA of NEE	hbo of mbo	8

Visie industrie op skill matrix: organisatie actief in productie

Vaardigheden	Kennis over...	Zijn deze vaardigheden nodig?	Onderwijs Level	Noodzaak (op een schaal van 1 = niet nodig tot 10 = zeer nodig)
Technisch-operationele skills	Offshore engineering, elektrotechniek, procesoptimalisatie, onderhoud, materiaaltechnologie	JA of NEE	hbo of mbo (3-4)	5
Digitale skills	Digital twins, simulatie, <u>data-analyse</u> (real time data, hub), VR/AR-training, predictive maintenance, AI	JA of NEE	hbo of mbo	8
Veiligheidsskills	HSE-procedures, ATEX-certificering, risicobeheersing, compliance met EU-richtlijnen	JA of NEE	hbo of mbo	8
Demonstratie-skills	Hands-on bediening, demonstratieprojecten, begeleiden van bezoekers, showcase-organisatie	JA of NEE	hbo of mbo	5
Disseminatie-skills	Stakeholdermanagement, storytelling, kennisdeling via workshops en platforms	JA of NEE	hbo / wo	5
Innovatie- & adaptatieskills	Integratie van nieuwe technologieën, procesaanpassing, flexibiliteit, probleemoplossing, AI	JA of NEE	hbo / wo	8
Samenwerkings- & ecosysteemskills	Cross-sectorale samenwerking, publiek-private partnerschappen, internationale netwerken	JA of NEE	hbo / wo	8

Visie industrie op skill matrix: organisatie actief in distributie & afname

3. Conclusie fase 1

De resultaten van fase 1 laten zien dat Noord-Nederland een sterke uitgangspositie heeft om een leidende rol te spelen in de Europese waterstoftransitie. De European Hydrogen Skills Strategy benadrukt dat er een groot tekort ontstaat aan technisch talent, vooral in domeinen zoals elektrochemie, procesindustrie, veiligheid en digitale technologie. Deze urgentie wordt in de regio duidelijk herkend: bedrijven signaleren een groeiende behoefte aan ingenieurs, technici en veiligheidsspecialisten, terwijl docenten aangeven dat praktijkgericht onderwijs en toegang tot realistische leeromgevingen essentieel zijn om studenten toekomstbestendig op te leiden. De drie regionale assets: Phynix, HydroHub en EmmHy, spelen hierin een cruciale rol. Zij bieden een unieke combinatie van realistische testomgevingen, rijke datastromen, veiligheidsinfrastructuur en schaalbare technologieën. Studenten en professionals kunnen er de volledige waterstofketen doorlopen, van elektrolyse tot brandstofcellen en systeemintegratie.

Juist omdat de assets verschillende functies vervullen binnen het regionale ecosysteem, is het behulpzaam om ze nader te positioneren. Het LEARN–INTEGRATE–SCALE-model sluit logisch aan op de bevindingen uit de interviews en de skillmatrix en biedt een helder raamwerk om de rol van iedere asset te profileren. Door dit model toe te passen ontstaat een duidelijke structuur voor de koppeling met bestaande en nieuwe HCA-producten. Het betekent nadrukkelijk niet dat een asset slechts op één onderdeel actief is; wel maakt een relatieve focusverdeling zichtbaar waar de zwaartepunten liggen. In dit model lichten we de percentages die aan LEARN, INTEGRATE en SCALE zijn toegekend nadrukkelijker toe. Deze verdeling is gebaseerd op een analyse van drie elementen:

- de assetspecificaties;
- het omliggende directe ecosysteem;
- de HCA-behoefte afgezet tegen de schaalgrootte.

De percentages zijn geen exacte wetenschap, maar een weergave van de onderlinge verhoudingen binnen het model. Ze helpen om inzichtelijk te maken waar een asset relatief het meeste waarde toevoegt en waarom.

Complementariteit van de assets

De kracht van het ecosysteem ligt in de complementariteit. De drie assets vormen samen een doorlopende leerlijn en innovatieketen:

- Een student kan kennismaken met verschillende technieken van waterstofproductie via de HydroHub (LEARN);
- Vervolgens kan hij of zij onderzoeken hoe deze technologieën functioneren in een geïntegreerd systeem bij Phynix (INTEGRATE);
- Tot slot kan dezelfde student of professional bijdragen aan grootschalige R&D en industriële opschaling bij EmmHy (SCALE).

Deze opeenvolging maakt zichtbaar hoe de assets elkaar versterken en gezamenlijk de volledige breedte van de waterstofwaardeketen afdekken. Het LEARN–INTEGRATE–SCALE model helpt om deze complementariteit expliciet te maken en te benutten voor onderwijsontwikkeling, reskilling trajecten en innovatieprogramma's en kan daarmee ook als model dienen voor andere asset combinaties in Nederland.

De interviews en enquête bevestigen dat samenwerking de sleutel is tot succes. De assets functioneren als ecosysteemknooppunten waar onderwijs, onderzoek en industrie elkaar ontmoeten. Dit sluit aan bij de observatie dat "vaardigheden ontstaan en bloeien in netwerken" en dat curriculumharmonisatie, gezamenlijke projecten en kennisdeling noodzakelijk zijn om de energietransitie te versnellen.

Industriepartners benadrukken bovendien dat naast technische en veiligheidsvaardigheden ook demonstratie- en disseminatie-skills essentieel zijn om draagvlak te creëren en kennis breed toegankelijk te maken.

Samenvattend toont fase 1 aan dat Noord-Nederland een solide basis heeft om uit te groeien tot een internationaal voorbeeld van human-capital-ontwikkeling in de waterstofsector. De combinatie van een duidelijke skillmatrix, een sterk ecosysteem en een strategische positionering van de drie assets binnen het LEARN–INTEGRATE–SCALE-model biedt een helder kompas voor de volgende fasen. De uitdaging ligt nu in het structureel verbinden van onderwijs en industrie, het ontwikkelen van modulaire en schaalbare leerpaden en het optimaal benutten van de unieke faciliteiten die de regio rijk is. Door deze elementen te combineren kan Noord-Nederland niet alleen de regionale arbeidsmarkt versterken, maar ook een betekenisvolle bijdrage leveren aan de Europese waterstofeconomie.

HydroHub = LEARN

De HydroHub, gevestigd bij Entrance op de Zernike Campus in Groningen, fungeert als de toegankelijke instap in de waterstofketen én als innovatiehub. De faciliteit is tevens locatie van de Innovatiewerkplaats (IWP) van de Hanzehogeschool.

Kenmerken: Semi-industriële schaal (2x 250 kW) | Eigenaar: Entrance | Locatie Zernike campus.

Focus verdeling: 65% Learn | 20% Integrate | 15% Scale

Phynix = INTEGRATE

Phynix, gelegen in de Eemshaven, onderscheidt zich door de integratie van een PEM-elektrolyser (2,5 MW) én een brandstofcel in één systeem.

Kenmerken: PEM-elektrolyser + brandstofcel geïntegreerd | Eigenaar: DOT

Focus verdeling: 20% Learn | 60% Integrate | 20% Scale

EmmHy = SCALE

EmmHy, het MW-testcentrum in Emmen onder eigenaarschap van TNO, richt zich op grootschalige elektrolyse.

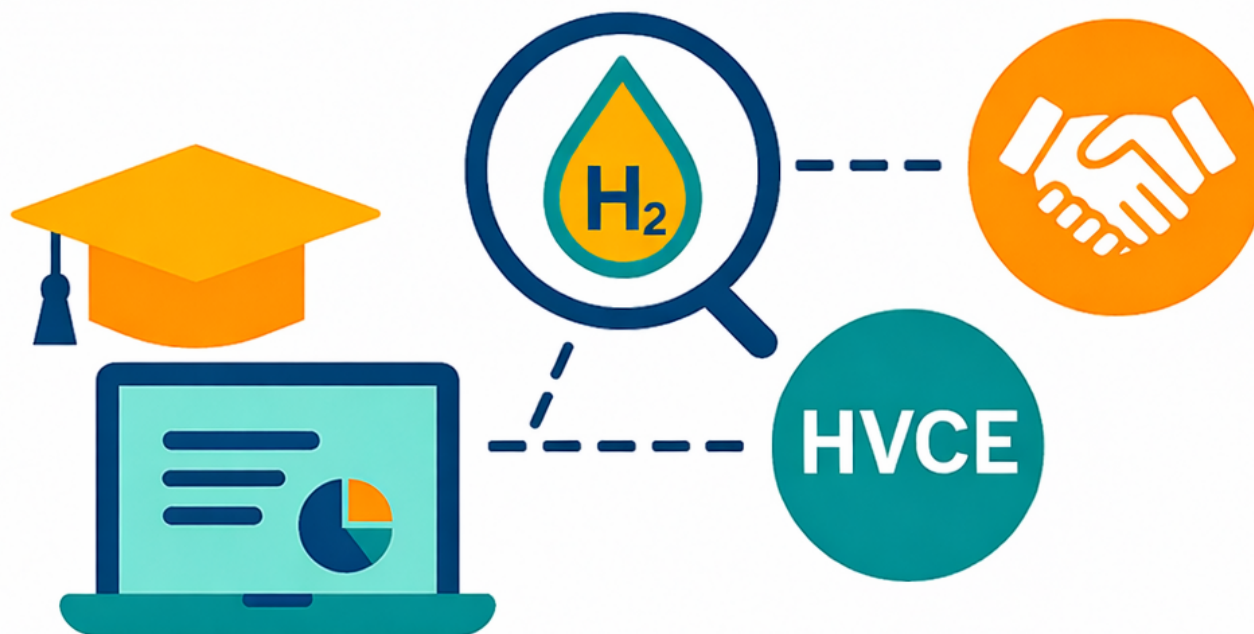
Kenmerken: Grootschalige elektrolyse / high-power commissioning | Eigenaar: TNO

Focus verdeling: 10% Learn | 20% Integrate | 70% Scale

Aspect	HydroHub	Phynix	EmmHy
Schaal	2x 250 kW	2,5 MW	MW-schaal
Eigenaar/ operationeel management	Entrance	DOT	TNO
Primaire focus	Electrolyser technologie, leren en innoveren	Systeemintegratie	Opschaling, R&D
Focus verdeling	65% L&I / 20% I / 15% S	20% L&I / 60% I / 20% S	10% L&I / 20% I / 70% S
Toegankelijkheid	Hoog	Gemiddeld	Beperkt
Doelgroep	vo, mbo, hbo, zij- instroom	vo, mbo, hbo, wo	wo, PhD, industrie

FASE 2 – ANALYSE

Onderzoeken hoe deze inzichten aansluiten bij bestaande onderwijsprogramma's, samenwerkingsvormen en het HVCE-platform.



4. Inleiding fase 2 (analyse)

Deze fase bouwt voort op de inventarisatie uit Fase 1, waarin skills, stakeholders en assets zijn geanalyseerd. In Fase 2 verschuift de focus naar het concreet maken van koppelingen tussen de assets (Phynix, HydroHub, EmmHy) en bestaande of nieuwe onderwijsprogramma's. De focus ligt op praktische verbindingen met mbo-, hbo- en wo-onderwijs en bedrijfsopleidingen.

Kernvragen Fase 2

- Welke HVCE-projecten en -activiteiten vormen het kader voor koppeling van de assets aan onderwijs?
- Welke bestaande opleidingen zijn er regionaal en nationaal beschikbaar op waterstofgebied?
- Welke nieuwe concepten voor stages, bijscholing en digitale leeromgevingen zijn nodig?
- Hoe kunnen de assets duurzaam worden ingebed in het onderwijs- en kennisecosysteem?

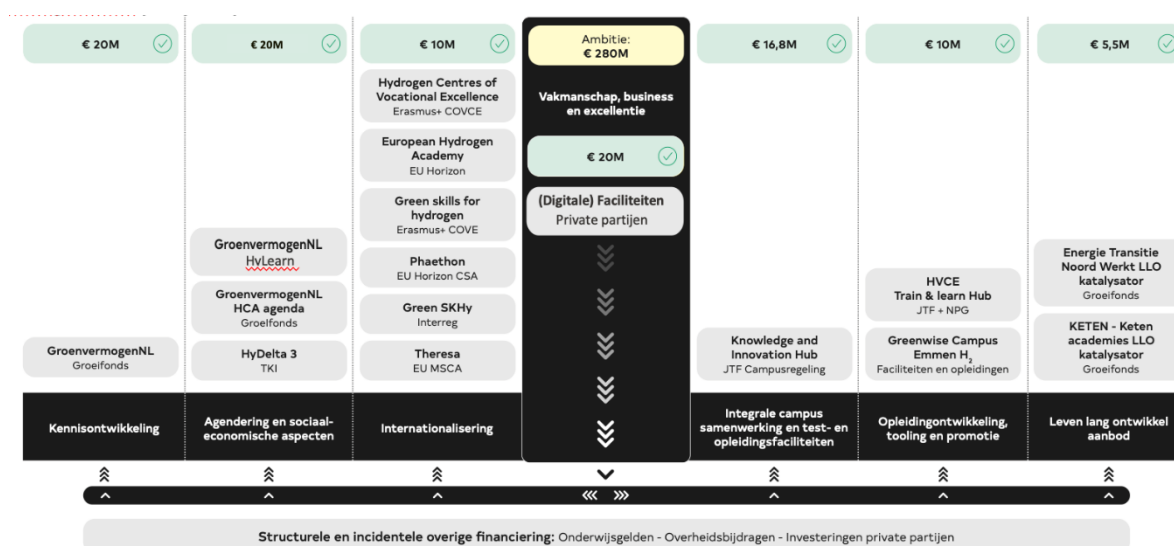
5. Onderwijs tot nu

5.1 Analyse: HVCE-projecten en onderwijsaanbod Noord-Nederland

Met de competentiebehoefte en asset-karakteristieken in beeld, rijst de vraag: welke infrastructuur bestaat er al? Dit hoofdstuk brengt het speelveld in kaart: de HVCE-projecten die kaders en middelen bieden, het bestaande onderwijsaanbod en de gaps die de testfaciliteiten kunnen helpen dichten. Dit overzicht is essentieel voor het ontwerpen van producten (Hoofdstuk 5) die aansluiten bij en voortbouwen op wat er al is.

Hydrogen Valley Campus Europe (HVCE) is de overkoepelende samenwerking op het gebied van human capital, business capital en knowledge capital rondom de waterstofeconomie in Noord-Nederland. Binnen de HVCE zijn verschillende lopende projecten die bijdragen aan de ontwikkeling van de benodigde skills en kunnen daarbij de assets inzetten. Onderdeel van de onderzoeksoopdracht was ook nadrukkelijk om in beeld te brengen hoe bestaande en nieuwe faciliteiten elkaar kunnen versterken.

De projecten zijn georganiseerd langs zes pijlers die samen het volledige spectrum bestrijken, van kennisontwikkeling en internationalisering tot integrale campusontwikkeling en leven lang ontwikkelen, met een gezamenlijke ambitie van €280M. Onderstaande figuur geeft het integrale overzicht.



De belangrijkste projecten:

Waterstof Werkt – H2 Train & Learn Hub (JTF/NPG, 2022–2027, €10M). Ruggengraat van de regionale opleidingsinfrastructuur: 1.000+ deskundigen, 200 MBO-stages, 80 HBO-traineeships. De drie assets zijn direct inzetbaar als stagelocatie.

H2CoVE (Erasmus+ COVE, 2024–2028). Training van 150 docenten en upskilling van 1.000 medewerkers, met partners in 12 EU-landen. Levert teach-the-teacher programma's en curriculumontwikkeling.

HyAcademy (Horizon Europe, 2024–2028). Netwerk van 100+ universiteiten en 5 trainingslabs. Levert OER-materialen en internationale uitwisseling op academisch niveau.

GreenSkillsforH2 (Erasmus+, 2022–2026). Europese waterstof-skillsstrategie, beroepsprofielen en micro-credentials. Levert standaarden voor certificering.

HyLearn (GroenvermogenNL). Gericht op een responsief waterstof-ecosysteem: leerversnelling door technologische innovatie, naadloze leerinterventies en verkorten van time-to-job.

H2 Knowledge & Innovation Hub (JTF). Fysieke test- en opleidingsfaciliteiten en campusontwikkeling. Platform voor kennisdeling waarbinnen de one-stop-shop kan functioneren.

Daarnaast dragen Phaethon (Horizon CSA), Green SKHy (Interreg), Theresa (EU MSCA) en HyDelta 3 (TKI) bij aan de internationale positionering en wetenschappelijke verdieping. Binnen de pijler leven lang ontwikkelen zijn de KETEN-ketenacademies (LLO Katalysator) en de Energie Transitie Noord Werkt (Groeifonds) relevant voor het structureel verankeren van bij- en omscholing. De kracht van het portfolio ligt in de complementariteit: van fundamenteel onderzoek via strategische kaders naar concrete uitvoering en fysieke infrastructuur. De drie assets functioneren als de verbindende schakel die deze projecten tastbaar maakt.

Zie voor een gedetailleerd overzicht van alle HVCE-projecten en hun doelstellingen in *bijlage 10.5 Overzicht HVCE projecten*.

5.2 Bestaand onderwijsaanbod Regionaal:

Naast de HVCE-projecten is er al een basis aan waterstofgerelateerd onderwijs in Noord-Nederland en daarbuiten. Het aanbod verschilt sterk per niveau: op mbo-niveau zijn de eerste keuzedelen en modules operationeel, op hbo-niveau zijn er minors en afstudeerprojecten beschikbaar, en op wo-niveau wordt waterstof vooral via onderzoekstrajecten en masterspecialisaties geadresseerd. Post-initieel is het aanbod nog beperkt en voornamelijk gericht op certificering en korte bijscholingstrajecten.

Dit overzicht maakt zichtbaar waar het huidige aanbod al in voorziet en waar de gaps liggen die de assets kunnen helpen dichten.

Regionaal mbo:

Instelling	Aanbod	Status
Alfa-college	Keuzedeel K1049 Waterstoftechnologie	Operationeel
Noorderpoort	Waterstofmodules in procestechniek	Operationeel
DC Terra	Keuzedeel K1049, Allround Operational Technicus	Operationeel

Regionaal hbo:

Instelling	Aanbod	Status
Hanze	Minor Waterstof (30 EC), afstudeerprojecten, Sustainable Energy System Management ,	Operationeel
NHL Stenden	Waterstofmodules in techniekopleidingen	In ontwikkeling
NEC- Energy Academy	Interdisciplinaire programma's	Operationeel

Regionaal wo:

Instelling	Aanbod	Status
RUG - Wubbo Ockels School	PhD-trajecten, masterspecialisaties, Challenges,	Operationeel
NEC- Energy Academy	Interdisciplinaire programma's	Operationeel

Nationaal Post-initieel:

Aanbieder	Type	Doelgroep
Kiwa	Certificeringstrainingen	Installateurs, inspecteurs
HAN	Cursussen energietransitie	Werkenden
TVVL	Technische bijscholing	Installatie & gebouwtechniek
TCN	Praktijktrainingen	MBO-niveau technici
NEBS	Masterclasses en trainingen	Werkenden

5.3 Gap-analyse

De inventarisatie van het bestaande onderwijsaanbod en de HVCE-projecten laat zien dat er al veel in beweging is rond waterstofonderwijs in Noord-Nederland. Tegelijkertijd wordt duidelijk dat het huidige aanbod nog niet volledig aansluit bij de competentiebehoeften die uit de marktanalyse naar voren komen. Waarbij de mogelijke invloed van nationale ontwikkelingen nog een groter effect kunnen op deze bevinding. De drie testfaciliteiten kunnen een cruciale rol spelen in het dichten van deze gaps, mits de juiste koppelingen worden gelegd.

Op basis van de inventarisatie zijn zes gaps geïdentificeerd. Deze zijn geprioriteerd naar urgentie en impact, waarbij rekening is gehouden met zowel de directe onderwijsbehoefte als het hefboomeffect dat bepaalde interventies kunnen hebben.

Gap 1: Gebrek aan hands-on ervaring (Prioriteit: HOOG)

Het meest urgente knelpunt is het gebrek aan hands-on ervaring in het huidige onderwijsaanbod. Hoewel theoretische kennis over waterstoftechnologie steeds beter beschikbaar komt via keuzedelen, minors en online modules, blijft de praktische component lastig te realiseren. Studenten en cursisten hebben beperkt toegang tot echte waterstofinstallaties waar ze kunnen werken met elektrolyzers, brandstofcellen en bijbehorende systemen. Dit leidt tot een kloof tussen wat het onderwijs levert en wat de arbeidsmarkt vraagt: professionals die vanaf zo snel mogelijk kunnen meedraaien in een operationele omgeving.

Probleem: Huidige opleidingen zijn voornamelijk theoretisch; hands-on ervaring met echte waterstofinstallaties is schaars

Oplossing: Stages en praktijkdagen bij de drie assets, met een gedifferentieerd aanbod per niveau (HydroHub voor instroom, Phynix voor gevorderden, EmmHy voor onderzoek).

Gap 2: Onvoldoende docentenkennis (Prioriteit: HOOG)

Een tweede kritiek punt betreft de kennis en ervaring van docenten zelf. Waterstoftechnologie ontwikkelt zich snel, en veel docenten in het mbo en hbo hebben hun opleiding genoten in een tijd dat waterstof nog geen rol speelde in het curriculum. Zij missen daardoor niet alleen actuele vakkennis, maar ook praktijkervaring met de technologie. Dit beperkt hun vermogen om studenten adequaat voor te bereiden op de arbeidsmarkt. De prioriteit van deze gap is hoog vanwege het hefboomeffect: één goed opgeleide docent bereikt jaarlijks tientallen studenten.

Probleem: Docenten mbo/hbo missen actuele praktijkervaring met waterstoftechnologie

Oplossing: Teach-the-teacher programma's bij HydroHub en Phynix, waarbij docenten zelf hands-on ervaring opdoen.

Gap 3: Fragmentatie van aanbod (Prioriteit: HOOG)

Het derde knelpunt is de versnippering van het huidige aanbod. Er zijn inmiddels diverse initiatieven, keuzedelen, minors, cursussen, projecten, maar deze zijn nog niet ontsloten in een gericht aanbod. Voor bedrijven die medewerkers willen bijscholen of voor studenten die een stage zoeken, is het onduidelijk waar ze moeten aankloppen. Dit leidt tot inefficiëntie, gemiste kansen en suboptimale benutting van de beschikbare faciliteiten.

Probleem: Initiatieven zijn versnipperd; geen integraal overzicht voor bedrijven en studenten

Oplossing: One-stop-shop benadering met centrale coördinatie via de voorgestelde governance-structuur welke aansluit op lopende ontwikkelingen.

Gap 4: Ontbrekende systeemintegratie-competenties (Prioriteit: GEMIDDELD)

Een meer specifiek inhoudelijk knelpunt betreft het gebrek aan aandacht voor systeemintegratie. Het huidige onderwijs focust voornamelijk op individuele componenten, de elektrolyser, de compressor, de opslag, maar besteedt weinig aandacht aan de integratie van deze componenten in een werkend systeem. Juist dit keten denken wordt door werkgevers als cruciaal gezien: de kunst is niet alleen om een elektrolyser te bedienen, maar om te begrijpen hoe deze samenwerkt met energiebronnen, opslag en afnemers.

Probleem: Focus op componenten, niet op keten denken en systeemintegratie

Oplossing: Phynix als unieke locatie voor integrale ketentraining, gezien de combinatie van elektrolyser én brandstofcel in één systeem.

Gap 5: Digitale voorbereiding (Prioriteit: GEMIDDELD)

De fysieke capaciteit van de testfaciliteiten is per definitie beperkt. Niet iedereen kan tegelijk op locatie worden opgeleid. Digitale tools; e-learning, virtual reality, digital twin, kunnen het bereik vergroten door deelnemers voor te bereiden vóór ze naar de faciliteit komen, of door bepaalde leerdoelen volledig online te realiseren. Op dit moment zijn dergelijke tools nog nauwelijks beschikbaar voor de specifieke assets.

Probleem: Fysieke capaciteit is beperkt; digitale voorbereidings- en verdiepingstools ontbreken grotendeels

Oplossing: Ontwikkeling van digital twins, VR-omgevingen en e-learning modules die aansluiten bij de drie assets.

Gap 6: Certificering en erkenning (Prioriteit: LAAG)

Ten slotte is er behoefte aan formele erkenning van opgedane competenties. Op dit moment bestaat er geen landelijk erkend certificaat voor waterstofvaardigheden. Dit maakt het voor professionals lastig om hun competenties aan te tonen bij sollicitaties of aanbestedingen, en voor werkgevers om de kwaliteit van kandidaten te beoordelen. De oplossing vraagt om samenwerking met landelijke instanties en is daarmee een traject van langere adem.

Probleem: Geen landelijk erkende waterstofcertificaten voor praktijkvaardigheden

Oplossing: Samenwerking met SBB, Techniek Nederland en andere brancheorganisaties voor ontwikkeling van erkende certificering.

Samenvatting

De zes geïdentificeerde gaps vormen samen de legitimatie voor de koppeling van de testfaciliteiten aan het onderwijsecosysteem. De drie assets, HydroHub, Phynix en EmmHy, zijn bij uitstek gepositioneerd om de praktijkcomponent te leveren die nu ontbreekt (gap 1), docenten bij te scholen (gap 2), en systeemintegratietraining mogelijk te maken (gap 4). De voorgestelde governance-structuur adresseert de fragmentatie (gap 3), terwijl de digitale leeromgevingen het bereik kunnen vergroten (gap 5). De certificeringsvraag (gap 6) vraagt om een langere termijn aanpak in samenwerking met landelijke partijen.

De menukaart in de volgende sectie is expliciet ontworpen om deze gaps te adresseren. Elk product kan worden herleid tot één of meerdere van de bovenstaande knelpunten, waarmee de relevantie en urgentie van het voorgestelde aanbod wordt onderbouwd.

6. HCA concepten en producten

De centrale vraag van dit onderzoek is: *hoe kunnen de drie testfaciliteiten (HydroHub, Phynix, EmmHy) worden ingezet voor het opleiden van waterstofprofessionals?* Dit hoofdstuk beantwoordt die vraag met de introductie van vijfproductcategorieën voor de Human capital agenda en bijdrage van deze assets:



Deze sectie presenteert de concrete productcatalogus: wat bieden de assets aan, voor wie, wanneer en met welke capaciteit? De menukaart is opgebouwd rond vijf productcategorieën:

1. Stages en ervaringsplaatsen
2. Events - praktijkdagen, excursies
3. Bijscholingstrajecten — korte, modulaire programma's voor werkenden
4. Teach-the-Teacher — professionalisering van docenten
5. Digitale leeromgevingen — online tools en virtual reality

Ontwerpprincipes

Bij het uitwerken van deze producten zijn de volgende principes gehanteerd:

Dubbele inzetbaarheid: Competenties zijn zo geformuleerd dat ze ook buiten de waterstofsector waarde hebben (procesindustrie, offshore, energietransitie breed).

Modulariteit: Producten zijn opgebouwd uit korte, stapelbare eenheden die flexibel kunnen worden ingezet en opgeschaald.

Kwaliteit boven kwantiteit: Gezien de onzekere timing van de markt starten we met beperkte volumes van hoge kwaliteit, met capaciteit om op te schalen wanneer de vraag toeneemt.

Asset-specifieke inzet: Elk product is gekoppeld aan de asset die het beste past bij de doelgroep en het leerdoel (zie asset-karakterisering in *Introductie Waterstof Assets*).

Vanuit deze ontwerpprincipes komen we tot de volgende HCA-productomschrijvingen.

Stages en ervaringsplaatsen

Stages en ervaringsplaatsen vormen de meest directe verbinding tussen testfaciliteiten en onderwijs. Zij bieden studenten praktijkervaring in een authentieke werkomgeving, terwijl de faciliteiten profiteren van extra capaciteit en frisse blikken. De stage-indeling hieronder is afgestemd op de asset-karakteristieken uit §3.2: HydroHub (laagdrempelig, basis) is geschikt voor instroom; Phynix (complex, geïntegreerd) voor gevorderden; EmmHy (grootschalig, R&D) voor afstuderen en onderzoek.

SNUFFELSTAGE	MBO 2-3	1-4 weken	HydroHub, Phynix	8-12/jaar
BPV (BOL)	MBO 3-4	10-20 weken	HydroHub, Phynix	4-10/jaar
BBL-WERKPLEK	MBO 3-4	1-2 jaar (3-4 dgn/wk)	HydroHub, Phynix	4-8/jaar
HBO-STAGE	HBO jaar 3-4	20 weken	Phynix, HydroHub	4-10/jaar
AFSTUDEERSTAGE	HBO/WO	20 weken	Alle	4-10/jaar
PROMOTIETRAJECT	WO+	4 jaar	Alle	1-2/jaar

Events en experiences;

Naast structurele stages en formele bijscholingstrajecten vormen kortdurende events en experiences een essentieel onderdeel van de menukaart. Deze activiteiten, variërend van een dagdeel tot maximaal één dag, dienen verschillende doelen: kennismaking en oriëntatie voor potentiële instromers, praktijkverdieping voor studenten in opleiding, en demonstratie en inspiratie voor professionals en besluitvormers. De formats variëren per doelgroep. VO-dagen zijn gericht op enthousiasmeren en oriëntatie, praktijkdagen voor mbo/hbo bieden verdieping bij theoretische kennis, bedrijfsexcursies faciliteren kennismaking en netwerkvorming, en investeerdersdemonstraties bij Phynix tonen de operationele realiteit aan financiers en beleidsmakers.

De waarde van events gaat verder dan directe kennisoverdracht. Ze dragen bij aan werving en instroom in technische opleidingen, verrijken het curriculum van onderwijsinstellingen zonder dat deze zelf hoeven te investeren in dure apparatuur, en fungeren als ontmoetingsplaats voor het bredere waterstofecosysteem. Daarnaast versterken succesvolle events de zichtbaarheid van de assets en de positionering van Noord-Nederland als centrum voor waterstofkennis.

Gezien de onzekere timing van de markt en de beperkte operationele capaciteit hanteren we het principe van kwaliteit boven kwantiteit. We starten met beheersbare volumes en schalen op wanneer de marktvraag aantrekt en capaciteit beschikbaar is. Concreet betekent dit 10 VO-dagen en 15 tot 20 praktijkdagen per jaar bij de HydroHub, en 10 VO-dagen, 5 praktijkdagen plus 30 demonstraties bij Phynix. Bij schaarste gelden duidelijke prioriteiten: regulier onderwijs gaat voor incidentele excursies, en structurele partners gaan voor ad-hoc aanvragen.

De organisatie verloopt via de one-stop-shop. Aanvragen komen binnen bij de centrale coördinator, die de matching verzorgt met de juiste asset en datum. Gestandaardiseerde formats met vaste elementen zoals veiligheidsbriefing, rondleiding, demonstratie en evaluatie waarborgen efficiënte uitvoering en een consistent kwaliteitsniveau. Feedback van deelnemers wordt structureel verzameld en kwartaalgewijs besproken in de werkgroep.

Bijscholingstrajecten

Naast initieel onderwijs is er grote behoefte aan bijscholing voor werkenden die de transitie naar waterstof willen maken. Dit sluit aan bij de arbeidsmarktkrapte uit *Inleiding: de ontwikkeling van de waterstofeconomie in Europa en Nederland*: met 80.000 technische vacatures is omscholing van bestaand personeel minstens zo belangrijk als het opleiden van nieuwe instroom. De trajecten hieronder zijn modulair opgezet en combineren online voorbereiding met praktijk op de assets. De prioritering volgt de strategische keuzes uit *1. Inleiding fase 1 (inventarisatie)*: veiligheid eerst (breed inzetbaar, hoge zekerheid), complexere trajecten conditioneel.

Traject	Duur	Doelgroep	Prioriteit
H2 Safety Fundamentals	2 dagen	Alle technici	Hoog – breed inzetbaar
Elektrolyser Basis	3 dagen	Operators, technici	Gemiddeld
System Integration	2 weken	Engineers	Conditioneel
Offshore H2 Specialist	2 weken	Offshore professionals	Later

Teach-the-Teacher

De docentenenquête uit *2.1 Enquête resultaten* maakte duidelijk dat docenten behoefte hebben aan actuele kennis, praktijkervaring en lesmateriaal. Teach-the-teacher is daarom een strategische prioriteit: elke getrainde docent bereikt tientallen studenten per jaar, wat een hefboomeffect creëert dat cruciaal is voor opschaling wanneer de markt aantrekt. Bovendien is dit een robuuste investering: kennis over waterstof, veiligheid en systeemintegratie is ook relevant voor de bredere energietransitie die docenten in hun curriculum behandelen.

Module	Doelgroep	Frequentie	Prioriteit
H2 Fundamentals voor MBO	MBO-docenten	4x/jaar	Hoog
System Integration voor HBO	HBO-docenten	2x/jaar	Gemiddeld
Digital Tools & Data	Alle niveaus	Doorlopend	Gemiddeld

Digitale leeromgevingen

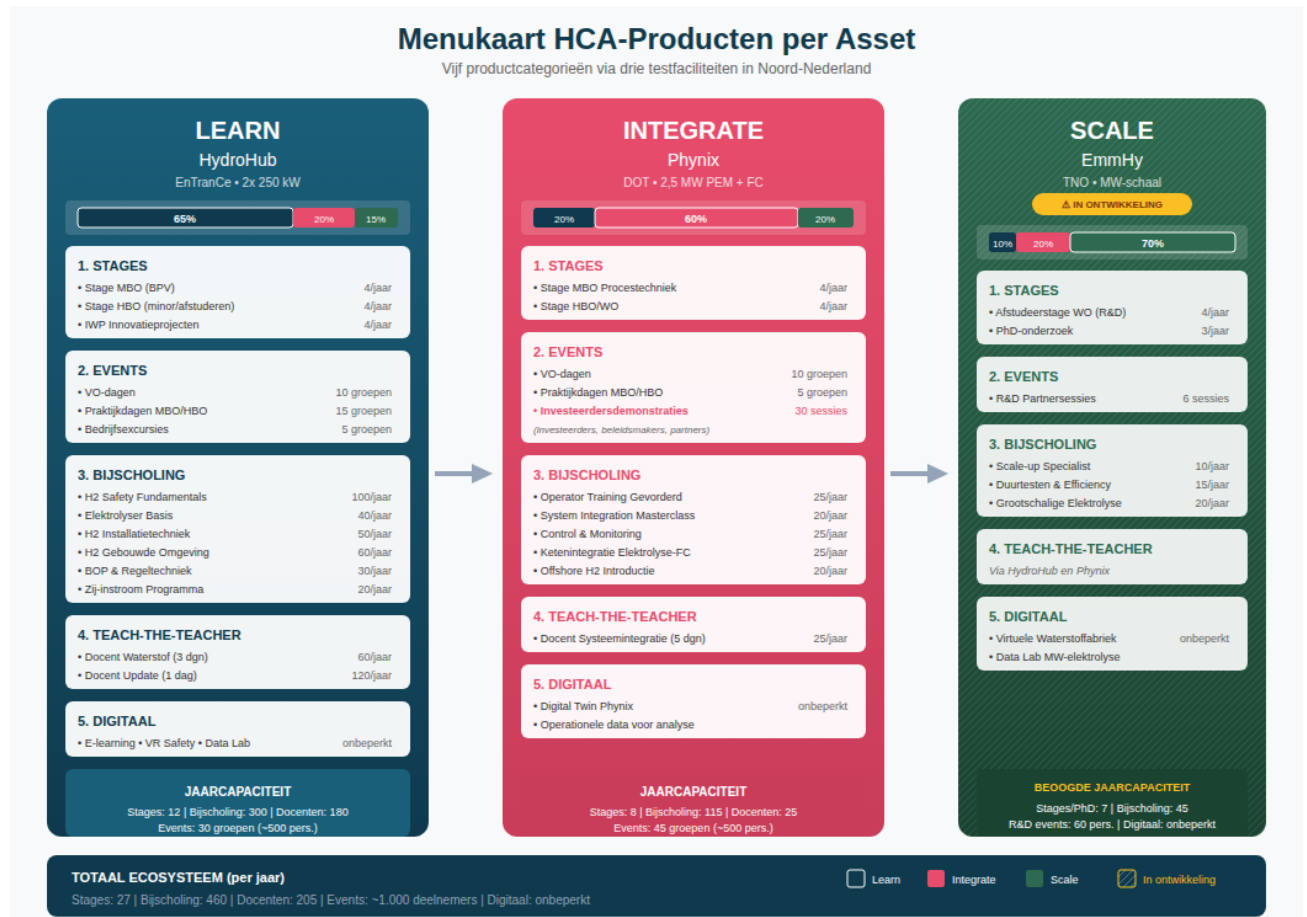
De fysieke capaciteit van testfaciliteiten is beperkt: niet elke student kan persoonlijk langskomen, en niet alle leerdoelen vereisen hands-on ervaring. Digitale tools vergroten het bereik en maken blended learning mogelijk, waarbij online voorbereiding de schaarse praktijktijd effectiever maakt. Deze tools sluiten aan bij het H2 Knowledge Hub-project en de OER-ambitie van HyAcademy (zie *5.1 Analyse: HVCE-projecten en onderwijsaanbod Noord-Nederland*).

- E-learning modules (Nationaal Kennisplatform)
- Digital twin Phynix
- Virtuele waterstoffabriek EmmHy
- Open Educational Resources via HyAcademy

Via nieuw te ontwikkelen projecten zoals de SIMhub zal een extra impuls aan deze digitale ontwikkelingen van de betreffende assets gegeven kunnen worden en zo de impact nationaal en internationaal vergroot kunnen worden.

6.1 Integrale menukaart

De hierboven beschreven HCA-producten kunnen per asset worden geplot en vormen daarmee een menukaart voor ervaringsgerichte leerinterventies. Door deze producten strategisch te koppelen aan onderwijsprogramma's en kennisstructuren ontstaat een route naar duurzame inbedding van de assets binnen het bredere onderwijs- en kennisecosysteem. Zo wordt zichtbaar hoe de assets niet alleen functioneel ingezet kunnen worden, maar ook structureel verankerd raken in het regionale human-capital-beleid.



6.2 Partnertypen

6.2.1 Partnertypen en rollen

De producten uit de menukaart kunnen alleen succesvol worden gerealiseerd in samenwerking met een breed netwerk van partners. Onderwijsinstellingen leveren studenten en docenten, verzorgen de formele inbedding in curricula en dragen bij aan de ontwikkeling van lesmateriaal. Industriepartners articuleren de vraag vanuit de arbeidsmarkt, stellen experts beschikbaar voor gastcolleges en nemen uiteindelijk de opgeleide professionals af. Brancheorganisaties zorgen voor kwaliteitsborging, erkenning en verbinding met landelijke structuren. De onderstaande tabellen specificeren per partnertype de concrete rollen, het gewenste contactniveau en de beoogde afspraken. Deze afspraken vormen de basis voor de formele samenwerkingsovereenkomsten die in Fase 3 worden uitgewerkt.

Onderwijsinstellingen mbo:

Partner	Rol	Omvang
Alfa-college	Keuzedeel K1049, stages, practoraatssamenwerking	4 stages/jaar, 4x teach-the-teacher
Noorderpoort	Stages procestechniek, E&I	2-4 stages/jaar
Drenthe College	Stages, samenwerking EmmHy	2-4 stages EmmHy/jaar

Onderwijsinstellingen hbo:

Partner	Rol	Omvang
Hanzehogeschool	Minor Waterstof, afstudeerprojecten, IWP	4-8 stages/jaar, curriculumontwikkeling
NHL Stenden	Stages, projectonderwijs	2-4 stages/jaar

Onderwijsinstellingen wo:

Partner	Rol	Omvang
RUG	PhD-trajecten, masterspecialisaties	2-3 PhD-posities, afstudeerstages
TU Delft	Specialistische samenwerking	Project-basis

Industrie:

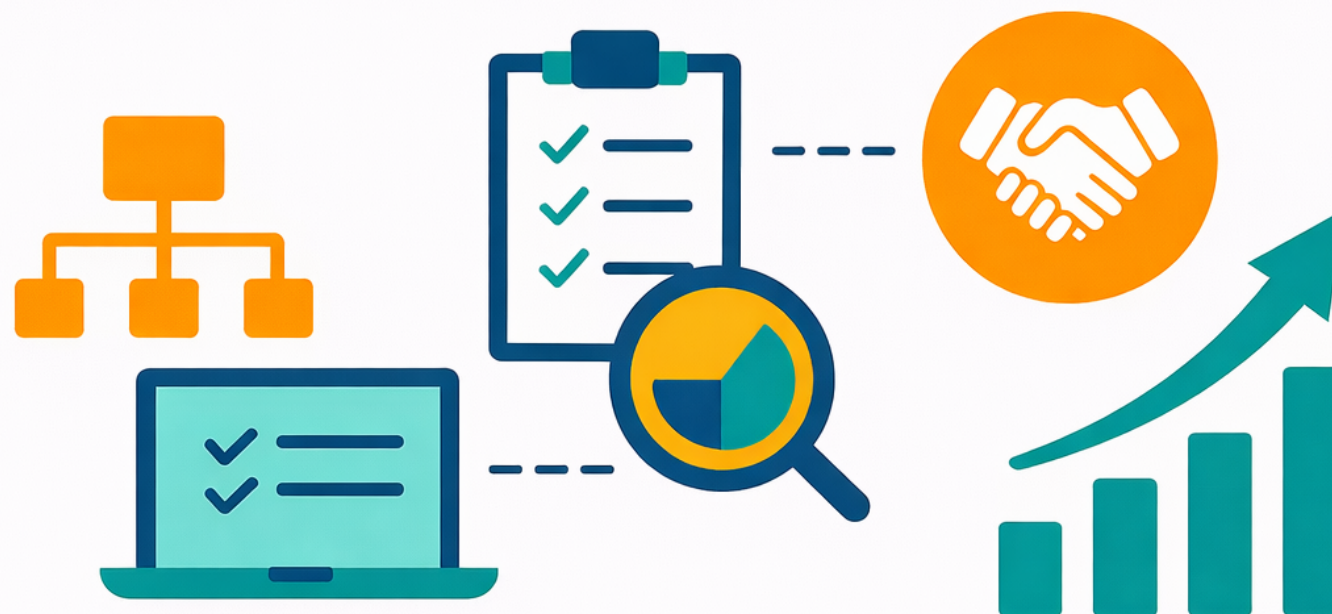
Partner	Rol	Betrokkenheid
Shell	Vraagarticulatie, gastcolleges, stageplekken	Adviseur + afnemer
Eneco	Testprogramma's, medefinanciering	Partner
Gasunie	Infrastructuurkennis, gastcolleges	Kennispartner
RWE	Vraagarticulatie grote projecten	Adviseur
Resato	Praktijkopdrachten, stages	Partner

Brancheorganisaties:

Partner	Rol	Betrokkenheid
Techniek Nederland	Kwalificatiestructuur, branche-erkenning	Validatie opleidingen
Wij Techniek	Arbeidsmarktanalyse, werving	Communicatie, matching
NL Hydrogen	Nationale afstemming, lobby	Positionering
SBB	Stage-erkenning, BPV-registratie	Formele erkenning

FASE 3 – UITWERKING

Ontwikkelen van mogelijke governance- en organisatiemodellen, inclusief een implementatieplan voor duurzame samenwerking en opschaling.



7. Inleiding fase 3 (uitwerking)

De verdere professionalisering en duurzame verankering van het programma vraagt om een solide organisatorische, financiële en strategische basis. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste randvoorwaarden uitgewerkt die nodig zijn om het programma toekomstbestendig te maken en optimaal te laten aansluiten bij zowel nationale als internationale ontwikkelingen. We beschrijven hoe het financieringsmodel wordt opgebouwd, op welke wijze formele samenwerkingsrelaties worden vastgelegd (governance), en hoe de juridische en organisatorische structuur wordt ingericht. Daarnaast wordt de koppeling met onderzoek en promotietrajecten toegelicht, evenals de internationale positionering binnen relevante Europese netwerken. Samen vormen deze elementen het fundament voor een robuuste uitvoering, groei en langdurige impact van het programma.

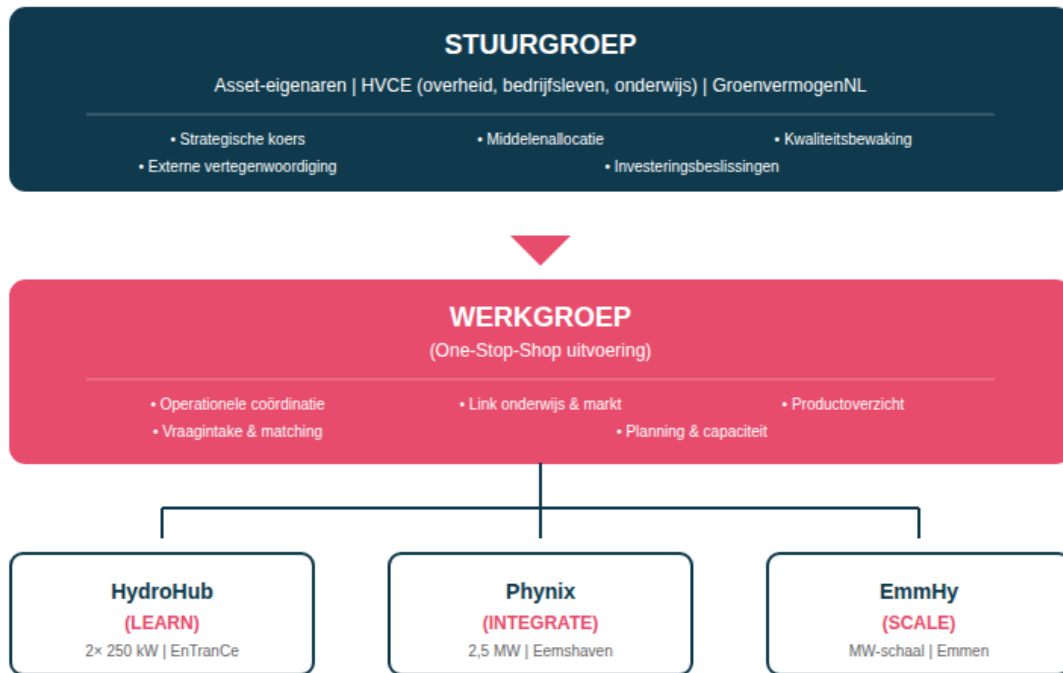
7.1 Integrale financieringsstrategie

De resultaten uit Fase 1 en Fase 2 laten zien dat een integrale aanpak van de assets en de bijbehorende HCA-activiteiten de meeste waarde zal kunnen creëren voor de ontwikkeling van de nationale en regionale waterstofeconomie. Om de gezamenlijke waarde van de drie assets daadwerkelijk te verzilveren, is daarom een stabiele en meerjarige financieringsbasis wenselijk. De analyse laat zien dat de kracht van het learning-ecosysteem juist ligt in de continuïteit van samenwerking, de doorontwikkeling van faciliteiten en het duurzaam opbouwen van expertise. Korte projectcycli of versnipperde financieringsstromen ondermijnen deze opgave: zij beperken de mogelijkheid om doorlopende leerlijnen te ontwikkelen, om onderwijs en onderzoek structureel te verbinden en om de assets als één samenhangend geheel te laten functioneren. Een langjarige, programmatische financiering van de drie assets, waarbij zowel exploitatie als doorontwikkeling worden geborgd, stelt partners in staat om strategisch te investeren in skillsontwikkeling, om de benodigde capaciteit en deskundigheid op te bouwen en om flexibel in te spelen op de snel veranderende eisen van de energietransitie en de waterstofsector. Een structurele financieringsbasis maakt het bovendien mogelijk om de assets duurzaam in te zetten als regionale én nationale infrastructuur voor talentontwikkeling, innovatie en praktijkgericht onderzoek.

7.2 Governance-structuur

De beoogde ontwikkeling van een one-stop-shop-benadering waarin de assets als een integraal geheel kunnen worden aangeboden en ingebed in de human-capital-infrastructuur vraagt om een heldere governance en bijbehorende samenwerkingsafspraken. Deze governance vullen we aan met duidelijke afstemmingslijnen met de regionale liaisons, het kennisdeelteam en de CoPE van TNO, zodat de inhoudelijke ontwikkeling, kennisdeling en operationele uitvoering structureel op elkaar aansluiten.

HVCE is in Noord-Nederland het overkoepelende samenwerkingsverband, tot op heden vastgelegd in een flexibele projectstructuur. Hoewel er initiatieven zijn om dit in een set van entiteiten verder te formaliseren, is dat op het moment van schrijven nog niet het geval. Daarom is het voorstel om onder de stuurgroep een dedicated werkgroep op te stellen dat deze one-stop-shop benadering tot uitvoer kan brengen.



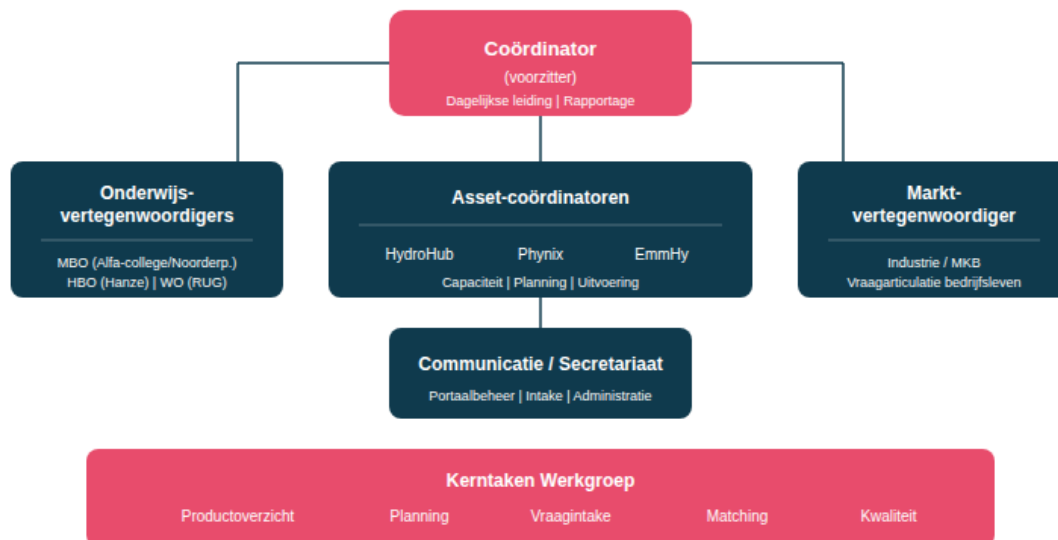
Vaststellen strategische richting en prioriteiten - Goedkeuren jaarplan en begroting - Besluiten over capaciteitsallocatie en nieuwe producten - Bewaken kwaliteit en voortgang - Externe vertegenwoordiging en acquisitie - Besluitvorming over opschaling - externe positionering
Vergaderfrequentie: Kwartaal

Samenstelling Stuurgroep



De werkgroep is verantwoordelijk voor de dagelijkse coördinatie en uitvoering van de one-stop-shop.

Samenstelling Werkgroep (One-Stop-Shop uitvoering)



De werkgroep bestaat uit onderstaande rollen. Hierbij wordt uitgegaan van het feit dat de beschreven inzet wordt gedekt uit bestaande programma's dan wel de specifieke asset financiering.

Functie	Invulling	Tijdsbesteding
Coördinator (voorzitter)	Dedicated functionaris – uitvoeringsorganisatie (H2 K&I)	0,6-0,8 fte
Onderwijsvertegenwoordiger mbo	Alfa-college / Noorderpoort / DcTerra	0,1 fte
Onderwijsvertegenwoordiger hbo	Hanze	0,1 fte
Onderwijsvertegenwoordiger wo	RUG	0,1 fte
Marktvertegenwoordiger	Industrie / MKB	0,1 fte
Asset-coördinator HydroHub	Entrance	0,2 fte
Asset-coördinator Phynix	DOT	0,2 fte
Asset-coördinator EmmHy	TNO	0,2 fte
Communicatie/secretariaat -	HVCE - uitvoeringsorganisatie (H2 K&I)	0,2 fte

Totaal indicatief: 1,8-2,0 fte

Vergaderfrequentie: Maandelijks operationeel, wekelijks coördinatie

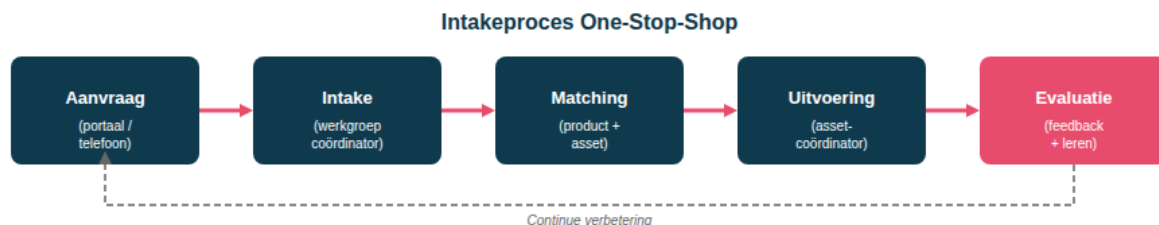
De werkgroep kan hiermee integraal zorgdragen voor een strakke uitvoering van de verschillende HCA producten. Daarbij wordt naar de markt toe een intakeproces aangehouden om daarmee zorg te dragen voor heldere communicatie en constante iteratief verbeterproces. Daarbij wordt een direct concreet commitment gevraagd van en door:

- **Onderwijsinstellingen committeren zich aan:** - Structurele inbedding van waterstofmodules in curriculum - Beschikbaar stellen van docenten voor teach-the-teacher - Werving en voorbereiding van studenten voor stages - Mede-ontwikkeling van lesmateriaal
- **Asset-eigenaren committeren zich aan:** - Beschikbaar stellen van faciliteiten volgens afgesproken capaciteit - Begeleiding van stagiairs en cursisten - Onderhoud en actualisering van trainingsmateriaal - Participatie in werkgroep en afstemming
- **Industriepartners committeren zich aan:** - Input op competentiebehoeften (vraagarticulatie) - Beschikbaar stellen van experts voor gastcolleges - Afname van opgeleide professionals - Waar mogelijk: medefinanciering of sponsoring

7.3 Operationele processen

Intakeproces (5 stappen):

1. **Aanvraag** — Aanvrager dient verzoek in via portaal of contactpersoon
2. **Intake** — Werkgroep beoordeelt: past dit bij een bestaand product? Is er capaciteit?
3. **Matching** — Koppeling aan product en asset, afspraken over data en begeleiding
4. **Uitvoering** — Asset-coördinator verzorgt praktische organisatie
5. **Evaluatie** — Na afloop: evaluatie door deelnemer en begeleider



Doorlooptijd intake: maximaal 2 weken voor standaardproducten

Capaciteitsprioritering:

Prioriteit	Type activiteit	Toelichting
1 (hoogst)	Regulier onderwijs (stages, minors)	Structurele onderwijsverplichtingen
2	Teach-the-teacher	Hefboomeffect op bereik
3	Bedrijfscursussen HVCE-partners	Partnerverplichtingen
4 (laagst)	Ad-hoc excursies en demonstraties	Flexibel inplanbaar

CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

One-stop solution voor leren, werken & onderzoeken in Noord-Nederland en daarbuiten



- Complementariteit & ketensamenhang versterken
- Nationale opschaling & duurzame borging

8. Conclusie & Aanbevelingen

Dit hoofdstuk bundelt de belangrijkste conclusies en aanbevelingen die voortkomen uit de drie uitgevoerde fasen van het onderzoek en de daarin verzamelde inzichten. Op basis van de inventarisatie, analyse en uitwerking ontstaat een helder beeld van hoe de drie assets gezamenlijk kunnen bijdragen aan een toekomstbestendig onderwijs- en kennisecosysteem. Uit de bevindingen blijkt dat het integraal en complementair inzetten van de drie assets essentieel is voor het realiseren van één samenhangend learning-ecosysteem. Door de assets niet als afzonderlijke voorzieningen te benaderen, maar als onderling verbonden bouwstenen, ontstaat een contextrijke, toegankelijke en toekomstbestendige one-stop solution voor leren, werken en onderzoeken in de regio. Hoewel elke asset zijn eigen eigenaarschap, identiteit en doelstellingen behoudt, levert iedere asset vanuit die positie een unieke bijdrage aan het geheel. De meerwaarde ontstaat juist in de gezamenlijke organisatie van de samenwerking: de assets versterken elkaar, overlap wordt voorkomen en nieuwe onderwijs- en onderzoeksmogelijkheden worden mogelijk die afzonderlijk niet tot stand zouden komen.

Toegevoegde waarde per asset

De gezamenlijke waarde van de drie assets helder en toegankelijk te maken, wordt het gebruik van een menukaartstructuur sterk geadviseerd, met daarin de weergaven per asset aan haar unieke bijdrage aan het learning-ecosysteem. Deze menukaart geeft inzicht in wat elke asset onderscheidend maakt, welke onderwijs en onderzoeksmogelijkheden vanuit de betreffende faciliteit kunnen worden gefaciliteerd en hoe deze zich verhouden tot de andere assets binnen het ecosysteem. Door expliciet te maken waar complementariteit ontstaat, hoe ketensamenhang en doorlopende leerlijnen worden versterkt en op welke wijze gedeeld gebruik mogelijk is, wordt zichtbaar hoe de assets elkaar wederzijds versterken.

De menukaart maakt daarmee duidelijk dat de kracht niet alleen ligt in de afzonderlijke voorzieningen, maar vooral in de manier waarop zij samen een rijk, praktijkgericht en efficiënt inzetbaar geheel vormen. Door deze samenhang expliciet te structureren, ontstaat een helder instrument voor onderwijsinstellingen, bedrijven en overheden om doelgericht combinaties van assets in te zetten voor skills ontwikkeling, praktijkna-bij onderzoek en innovatie. Het advies is dan ook om deze menukaart als strategisch hulpmiddel te blijven gebruiken en verder te verfijnen, zodat de gezamenlijke waarde van het ecosysteem blijvend zichtbaar, toegankelijk en inzetbaar blijft voor alle partners.

Nationale opschaling

De kennis, ervaring en bewezen werkwijzen die binnen de drie assets zijn ontwikkeld, vormen een sterke basis voor nationale opschaling. De energietransitie en de landelijke ambities voor waterstofproductie, zowel op het gebied van infrastructuur alsook toepassingen (zoals verwoord in het Nationaal Waterstof Programma) vragen om een versnelling die alleen haalbaar is wanneer regionale innovaties worden opgeschaald naar landelijk niveau. Door de ontwikkelde leermodellen, praktijkervaringen en samenwerkingsstructuren van de assets breder beschikbaar te maken, kan Nederland sneller beschikken over een toekomstbestendige talentpijplijn, uniforme kwaliteitsstandaarden en een gedeeld kennisfundament. Dit rapport adviseert daarom om de drie assets strategisch te positioneren als landelijke proeftuinen en kennisdragers, zodat hun inzichten kunnen worden benut voor het realiseren van de nationale doelstellingen. Hiermee ontstaat een schaalbaar model dat niet alleen regionale impact vergroot, maar tevens bijdraagt aan een robuuste, landelijk georganiseerde Human Capital-aanpak voor de waterstofeconomie.

Aanvullend wordt geadviseerd om te verkennen of het geïntegreerde one-stop-shop ecosysteem ook formeel kan worden opgenomen binnen een nationale waarderings- of erkenningsstructuur. Een dergelijke positionering versterkt de legitimiteit en zichtbaarheid van het ecosysteem, biedt een kader voor kwaliteitsborging en maakt het eenvoudiger om landelijke partners en middelen te verbinden. Door tijdig te onderzoeken welke nationale programma's, erkenningsroutes of beleidskaders hierbij aansluiten, kan het ecosysteem zich ontwikkelen tot een erkende landelijke infrastructuur voor leren, werken en onderzoeken binnen de waterstofketen. Dit ondersteunt niet alleen de opschaling, maar borgt tevens de duurzame inzetbaarheid en strategische waarde van het model op nationaal niveau.

Langjarige financiering en structurele borging

Om de gezamenlijke waarde van de drie assets daadwerkelijk te verzilveren, is een stabiele en meerjarige financieringsbasis noodzakelijk. De analyse laat zien dat de kracht van het learning-ecosysteem juist ligt in de continuïteit van samenwerking, de doorontwikkeling van faciliteiten en het duurzaam opbouwen van expertise. Korte projectcycli of versnipperde financieringsstromen ondermijnen deze opgave: zij beperken de mogelijkheid om doorlopende leerlijnen te ontwikkelen, om onderwijs en onderzoek structureel te verbinden en om de assets als één samenhangend geheel te laten functioneren.

Daarom adviseert dit rapport om te streven naar een langjarige, programmatische financiering van de drie assets, waarbij zowel exploitatie als doorontwikkeling worden geborgd. Dit stelt de partners in staat om strategisch te investeren in skills-ontwikkeling, om de benodigde capaciteit en deskundigheid op te bouwen en om flexibel in te spelen op de snel veranderende eisen van de energietransitie en de waterstofsector. Een structurele financieringsbasis maakt het bovendien mogelijk om de assets duurzaam in te zetten als regionale én nationale infrastructuur voor talentontwikkeling, innovatie en praktijkgericht onderzoek.

Langjarige financiering is daarmee geen randvoorwaarde, maar een essentiële bouwsteen voor het realiseren van een toekomstbestendig, schaalbaar en impactvol learning-ecosysteem dat aansluit op de nationale ambities voor waterstof en de bredere energietransitie.

Visie en onderzoek

In de huidige analyse ligt de nadruk vooral op de onderwijsfunctie van de assets. Hoewel dit een logische eerste stap is, doet het geen recht aan de substantiële onderzoeks- en innovatiecapaciteit die elke asset kan bieden. Voor de vervolgfase wordt daarom sterk geadviseerd om de onderzoek dimensie expliciet en volwaardig te positioneren binnen de gezamenlijke scope. Dit omvat het zichtbaar maken van de vormen van praktijkgericht, toegepast en experimenteel onderzoek per asset, het beschrijven van de onderlinge versterking tussen deze onderzoeksfuncties en het integreren van onderzoek als gelijkwaardige pijler naast onderwijs en skillsontwikkeling. Door onderzoek structureel mee te nemen, ontstaat een rijker en completer ecosysteem dat niet alleen opleidt, maar ook innoveert, test, valideert en kennis genereert voor de sector.

9. Bijlagen

9.1 Methodiek

Deze bijlage bevat de volledige toelichting op de onderzoeks- en adviesopdracht zoals samengevat in het voorwoord. Het project kent drie fasen, elk met bijbehorende activiteiten en deliverables.

Fase 1 – Inventarisatie (Q4 2025)

- Inventarisatie van beschikbare en benodigde kennis en skills binnen HydroHub, Phynix en EmmHy.
- Interviews met stakeholders in het ecosysteem.
- Inventarisatie van bestaande skills-matrixen en hun meerwaarde voor de Human Capital Agenda (HCA).
- Inventarisatie van regionale ontwikkelingen op het gebied van digital twins, virtuele tools, kennisdisseminatie en demonstraties.

Deliverable: een overzicht van relevante skills voor (offshore) waterstofproductie en energieopslag, inclusief een beschrijving van algemene mogelijkheden en een verdieping in opties zoals digital twins, virtuele tools, kennisdeling en demonstraties.

Fase 2 – Analyse (Q1 2026)

- Analyse van mogelijke koppelingen met modulair onderwijsaanbod (Make Hydrogen Work, curricula, HVCE-HCA) en concepten voor stages, bijscholing en digitale leeromgevingen.
- Verbinding leggen met bestaande HVCE-partners (onderwijs, mkb, kennisinstellingen) rondom testprogramma's en bijbehorende samenwerkingsafspraken.
- Analyse van het mogelijke gebruik van het HVCE-platform voor kennisdeling, matchmaking en internationale positionering.

Deliverable: een overzicht van potentiële samenwerkingsafspraken met opleidingsinstituten rond bijscholingstrajecten, stages, teaching-the-teacher modules en kennisdeling (waaronder het digitale kennisplatform).

Fase 3 – Uitwerking (Q1 2026)

- Uitwerking van mogelijke governance- en organisatiemodellen.
- Positionering van de testfaciliteiten als formeel open-access onderdeel binnen HVCE.
- Opstellen van een blueprint voor nationale opschaling en mogelijke internationale verbindingen.
- Opstellen van een implementatieplan.
- Opstellen van een kostenraming en mogelijke dekkingsopties.
- Eindrapportage inclusief vervolgstappen en plan van aanpak.

Deliverable: een beschrijving van één of meerdere samenwerkingsmodellen, inclusief kostenraming, dekkingsopties en een gedragen implementatieplan voor vervolgstappen.

9.1.1 Onderzoeksaanpak

Om tot een volledig beeld te komen is kwalitatief onderzoek uitgevoerd. Dit bestond uit semigestructureerde interviews met vertegenwoordigers van de drie assets en drie vertegenwoordigers van onderwijsinstellingen (lector, practor, professor). De interviewleidraad was gebaseerd op drie conceptuele pijlers:

- Human Capital: competenties, vaardigheden en tekorten in human capital.
- Knowledge Capital: kenniscreatie en kennisoverdracht.
- Business Capital: organisatorische en economische waarde.

De vragen zijn per doelgroep aangepast (asset owners versus onderwijsvertegenwoordigers) om relevantie en diepgang te waarborgen. De lijst met geïnterviewden is opgenomen in paragraaf 11.2; de interviewleiden in paragraaf 11.3.

Daarnaast is deskresearch uitgevoerd en zijn twee bedrijven geïnterviewd die actief zijn in de markt voor groene waterstof. Omdat dit een relatief nieuwe markt betreft, boden deze gesprekken waardevolle inzichten in de vaardigheden die in de toekomst van talent worden verwacht.

Tijdens een bezoek aan Phynix in december 2025 is aanvullend een enquête afgenomen onder 13 docenten (70% mbo, 30% hbo) met een focus op technische vakken. De enquête bevatte stellingen en open vragen over de rol van de assets in het ondersteunen van onderwijs rond groene-waterstofvaardigheden. Hoewel deze enquête niet in de oorspronkelijke onderzoeksopzet was opgenomen, bleken de resultaten zeer relevant. Een samenvatting hiervan is opgenomen aan het begin van hoofdstuk 5.

9.1.2 Methodisch kader: LEARN–INTEGRATE–SCALE

Naast het theoretische fundament is gewerkt met een gefaseerde methodische aanpak. Om de Human Capital Agenda van HVCE doelgericht te versterken met inzet van de drie assets, is een werkwijze nodig die ruimte biedt voor experiment, toetsing en structurele verankering. Het LEARN–INTEGRATE–SCALE-model vormt hiervoor het centrale kader.

LEARN-fase

In deze fase worden trends, technologieën, competenties en samenwerkingsvormen verkend. Via analyses, gesprekken en kleinschalige experimenten ontstaat inzicht in wat werkt en waarom. Aannames worden getoetst met stakeholders, wat leidt tot gedeelde inzichten en eerste werkende principes.

INTEGRATE-fase

De inzichten uit de LEARN-fase worden structureel ingebed in organisaties en ecosystemen. Succesvolle concepten worden vertaald naar processen, opleidingen, governance-structuren en infrastructuur. Standaarden en kwaliteitskaders worden ontwikkeld om samenwerking en professionalisering te ondersteunen.

SCALE-fase

In deze fase worden geïntegreerde oplossingen opgeschaald naar nieuwe doelgroepen, regio's of sectoren. Capaciteit, infrastructuur en governance groeien mee, terwijl monitoring en continue verbetering de kwaliteit borgen. Dit leidt tot een duurzaam en zelfvoorzienend ecosysteem met regionale en nationale impact.

9.2 Overzicht HVCE projecten

Human Capital Agenda – Waterstof Ecosysteem Noord-Nederland

Het HVCE-projectportfolio omvat zestien complementaire projecten, georganiseerd in zes strategische pijlers. Gezamenlijk bestrijken ze het volledige spectrum van fundamenteel onderzoek tot leven lang ontwikkelen, en van regionaal MBO-niveau tot internationale PhD-netwerken. De totale ambitie bedraagt € 280M aan geïnvesteerd vermogen in de waterstof human capital agenda.

Kennisontwikkeling

Pijlerbudget: € 20M

GroenvermogenNL onderzoekswerkpakketten <i>Nationaal groeifondsprogramma voor groene waterstof</i>	
Financiering	Nationaal Groeifonds
Budget	€ 20M (kennispijler)
Looptijd	2022–2030
Projectleiding	GroenvermogenNL / TNO
Kerdoelen	Opbouwen van de nationale kennisbasis voor groene waterstof; fundamenteel en toegepast onderzoek naar elektrolyse, opslag en transport; versterken van de kennispositie van Nederland in de internationale waterstofeconomie
Toepassing op assets	Onderzoeksresultaten kunnen worden vertaald naar praktijkmodules bij HydroHub, Phynix en EmmHy. Nieuwe inzichten in elektrolyse en opslagtechnologie kunnen worden doorvertaald naar het curriculum van de trainingsprogramma's op de assets.
Partners	TNO, NWO, universiteiten, kennisinstellingen
Key deliverables	Onderzoeksprogramma's, kennisagenda, wetenschappelijke publicaties

Agendering en sociaal-economische aspecten

Pijlerbudget: € 20M

HyLearn <i>Responsief leerecosysteem voor de waterstofarbeidsmarkt</i>	
Financiering	GroenvermogenNL (Groeifonds)
Looptijd	2024–2028
Projectleiding	Hanzehogeschool Groningen
Kerdoelen	Reactievermogen van bedrijven vergroten op werkorganisatie en HRM-strategieën; inzicht in hoe leren versneld wordt door technologische en procesinnovatie; ontwerp van naadloos en chirurgisch leerproces met slimme leerinterventies; leergemeenschappen die bijdragen aan een responsiever ecosysteem en kortere time-to-job
Toepassing op assets	De assets kunnen fungeren als proeftuinen waar leerinterventies worden getest en verfijnd. Bij HydroHub kunnen instroom-experimenten worden uitgevoerd, bij Phynix kan de effectiviteit van integrale ketentrainingen worden gemeten, en bij EmmHy kunnen R&D-leergemeenschappen worden opgezet.
Partners	Hanzehogeschool, RUG, New Energy Coalition, bedrijfspartners

Key deliverables	Arbeidsmarktstrategiemodel, leerinterventie-toolkit, leergemeenschapsmethodiek, time-to-job monitor
-------------------------	---

HyDelta 3

Toegepast onderzoeksprogramma waterstofinfrastructuur

Financiering	TKI Nieuw Gas
Looptijd	2024–2027
Projectleiding	HyDelta-consortium
Kerdoelen	Toegepast onderzoek naar waterstoftransport en -distributie; veiligheidsstandaarden en regelgeving ontwikkelen; technische haalbaarheid van waterstof in bestaande gasinfrastructuur; sociaal-economische impact waterstoftransitie in kaart brengen
Toepassing op assets	Veiligheidsstandaarden en technische protocollen uit HyDelta 3 kunnen worden geïntegreerd in de veiligheidstrainingen bij Phynix en EmmHy. De ontwikkelde normen voor waterstoftransport kunnen worden vertaald naar praktijkoefeningen bij HydroHub.
Partners	Netbeheerders, kennisinstellingen, overheid
Key deliverables	Technische standaarden, veiligheidsprotocollen, beleidsadviezen, kennisdossiers

Internationalisering

Pijlerbudget: € 10M

H2CoVE – Hydrogen Centres of Vocational Excellence

Europees expertisecentrum voor waterstof in het beroepsonderwijs

Financiering	Erasmus+ (Centres of Vocational Excellence)
Looptijd	2024–2028
Projectleiding	Coördinatie NL: NEC/ DC-Terra
Kerdoelen	150 MBO-docenten trainen in waterstoftechnologie; 1.000 medewerkers voorzien van upskilling-trajecten; Europese curricula en kwalificatiestandaarden ontwikkelen; teach-the-teacher netwerk opbouwen
Toepassing op assets	Teach-the-teacher programma's kunnen worden uitgevoerd bij HydroHub en Phynix, waar docenten hands-on ervaring opdoen. De Europese curricula kunnen worden getoetst en doorontwikkeld aan de hand van de asset-praktijk. Buitenlandse docenten en studenten kunnen de assets bezoeken als onderdeel van het Europese uitwisselingsprogramma.
Partners	12 Europese landen, waaronder Duitsland, Spanje, Noorwegen, Italië
Key deliverables	Teach-the-teacher toolkit, geharmoniseerde MBO-curricula, Europees CoVE-netwerk

European Hydrogen Academy (HyAcademy)

Academisch netwerk voor waterstofonderwijs en -onderzoek

Financiering	EU Horizon Europe
Looptijd	2024–2028
Projectleiding	Europees consortium (NL: RUG)
Kerdoelen	Netwerk van 100+ universiteiten opbouwen; 5 internationale trainingslabs inrichten; Open Educational Resources (OER) ontwikkelen; internationale uitwisseling van onderzoekers en studenten
Toepassing op assets	EmmHy en Phynix kunnen worden ingezet als internationale trainingslabs voor WO- en PhD-studenten. Open Educational Resources kunnen worden ontwikkeld op basis van casussen en data van de assets. Internationale onderzoekers kunnen bij EmmHy onderzoeksperiodes doorlopen.
Key deliverables	Open courseware platform, uitwisselingsprotocollen, trainingslabs-netwerk

GreenSkillsforH2

Europese skills-strategie voor de waterstofeconomie

Financiering	Erasmus+ COVE
Looptijd	2022–2026
Projectleiding	Europees consortium
Kerdoelen	Europese waterstof skills-strategie ontwikkelen; beroepsprofielen voor waterstoffuncties definiëren; micro-credentials en certificeringsstandaarden opstellen; aansluiting op EU-beleid (REPowerEU, Green Deal Skills)
Toepassing op assets	De ontwikkelde beroepsprofielen en micro-credentials kunnen worden toegepast als certificeringskader bij de assets. Deelnemers aan trainingen bij HydroHub en Phynix kunnen op termijn Europees erkende micro-credentials behalen op basis van de GreenSkillsforH2-standaarden.
Key deliverables	European Hydrogen Skills Strategy, beroepsprofielencatalogus, micro-credential framework

Phaethon

Coördinatie- en ondersteuningsactie voor waterstofvaardigheden

Financiering	EU Horizon CSA (Coordination & Support Action)
Looptijd	2024–2027
Projectleiding	Europees consortium
Kerdoelen	Coördinatie van Europese waterstof-skills initiatieven; beleidsaanbevelingen voor EU-lidstaten; roadmap voor waterstofvaardigheden in Europa; afstemming tussen nationale en Europese programma's
Toepassing op assets	De Europese beleidsaanbevelingen kunnen worden vertaald naar het opleidingsaanbod bij de assets. De assets kunnen worden gepositioneerd als regionale showcase binnen de Europese skills-roadmap, wat hun zichtbaarheid en internationale aantrekkingskracht kan vergroten.

Key deliverables	EU skills roadmap, beleidsaanbevelingen, coördinatie-instrumenten
-------------------------	---

Green SKHy

Grensoverschrijdende samenwerking waterstofvaardigheden

Financiering	Interreg
Looptijd	2024–2027
Projectleiding	Grensoverschrijdend consortium (NL-DE)
Kerdoelen	Grensoverschrijdende uitwisseling van studenten en docenten; gezamenlijke opleidingsmodules NL-DE ontwikkelen; arbeidsmarktmobiliteit in de grensregio bevorderen; kennisdeling tussen regionale waterstofclusters
Toepassing op assets	De assets kunnen worden opengesteld voor Duitse studenten en docenten uit de grensregio. Gezamenlijke NL-DE opleidingsmodules kunnen worden ontwikkeld en getest bij HydroHub (basisniveau) en Phynix (gevoerd). Dit kan de assets positioneren als grensoverschrijdende leerlocaties.
Key deliverables	Grensoverschrijdende leermodules, uitwisselingsprogramma, samenwerkingsagenda

THERESA

EU Marie Skłodowska-Curie onderzoeksnetwerk waterstof

Financiering	EU MSCA (Marie Skłodowska-Curie Actions)
Looptijd	2024–2028
Projectleiding	Europees universitair consortium
Kerdoelen	Promovendi opleiden binnen een Europees waterstofnetwerk; internationale onderzoeksmobiliteit faciliteren; interdisciplinaire waterstofexpertise opbouwen; academische kennisbasis versterken
Toepassing op assets	MSCA-promovendi kunnen onderzoeksperiodes doorlopen bij EmmHy en Phynix. De assets kunnen hen toegang bieden tot operationele waterstofinstallaties voor hun onderzoek. Dit kan de academische kennisbasis rond de assets versterken en internationale zichtbaarheid genereren.
Key deliverables	Promotieonderzoeken, wetenschappelijke publicaties, internationaal onderzoeksnetwerk

Integrale campus samenwerking en test- en opleidingsfaciliteiten

Pijlerbudget: € 16,8M

H2 Knowledge & Innovation Hub <i>Fysieke en organisatorische ruggengraat van de waterstofcampus</i>	
Financiering	JTF Campusregeling
Budget	€ 16,8M
Looptijd	2023–2027
Projectleiding	RUG
Kerdoelen	Fysieke test- en opleidingsfaciliteiten realiseren; campusorganisatie en governance opzetten; platform voor kennisdeling tussen onderwijs, onderzoek en bedrijfsleven; regionale kennisinfrastructuur verankeren
Toepassing op assets	Dit project kan de campusinfrastructuur realiseren waarbinnen HydroHub, Phynix en EmmHy als geïntegreerd leerplatform kunnen functioneren. De governance-structuur (one-stop-shop) kan worden ingericht zodat onderwijs, onderzoek en bedrijfsleven via één loket toegang krijgen tot de drie assets.
Partners	HVCE-partners, gemeente Emmen, provincie Drenthe, onderwijsinstellingen, bedrijfsleven
Key deliverables	Campusgovernance-model, faciliteitenplan, samenwerkingsovereenkomsten

Opleidingontwikkeling, tooling en promotie

Pijlerbudget: € 10M

Waterstof Werkt – H2 Train & Learn Hub <i>Het fundament voor waterstofscholing in Noord-Nederland</i>	
Financiering	JTF + NPG
Budget	€ 10 miljoen
Looptijd	2022–2027
Projectleiding	New Energy Coalition
Kerdoelen	1.000+ deskundigen opleiden via modulaire leerpaden; 200 MBO-stages realiseren; 80 HBO-traineeships in waterstoftechnologie; leergemeenschappen opzetten rond waterstofthema's
Toepassing op assets	Stages en leergemeenschappen kunnen worden gerealiseerd bij HydroHub (instroom MBO), Phynix (verdieping HBO) en EmmHy (onderzoek WO). Het project kan de eerste cohorten studenten leveren die de assets als leerwerk omgeving gebruiken en daarmee de bezettingsgraad op gang brengen.
Partners	Noorderpoort, Alfa-college, Hanzehogeschool, NHL Stenden, RUG, bedrijfspartners
Key deliverables	Modulaire leerlijnen MBO/HBO, stageplaatsnetwerk, leergemeenschapsmodel

Greenwise Campus Emmen H₂

Faciliteiten en opleidingen op de waterstofcampus Emmen

Financiering	Faciliteiten en opleidingen (regionaal)
Looptijd	2023–2027
Projectleiding	Greenwise Campus / HVCE
Kerdoelen	Opleidingsfaciliteiten ontwikkelen op de campus Emmen; praktijkleeromgevingen inrichten bij waterstof-assets; samenwerking onderwijs-bedrijfsleven op campusniveau faciliteren; promotie van waterstofberoepen in de regio
Toepassing op assets	Er kunnen aanvullende opleidingsfaciliteiten worden gerealiseerd op de campus, direct naast HydroHub en Phynix. Denk aan leslokalen, simulatieruimtes en veiligheidsopleidingsruimtes die het praktijkleren bij de assets ondersteunen. Het project kan ook de promotie van waterstofberoepen bij jongeren in de regio verzorgen.
Key deliverables	Opleidingsfaciliteiten, praktijkleeromgevingen, promotiemateriaal

Leven lang ontwikkel aanbod

Pijlerbudget: € 5,5M

Energie Transitie Noord Werkt – LLO Katalysator

Leven lang ontwikkelen voor de energietransitie

Financiering	Groefonds (LLO Katalysator)
Looptijd	2024–2028
Projectleiding	Regionaal consortium Noord-Nederland
Kerdoelen	Modulair bij- en omscholingsaanbod voor werkenden in de energietransitie; om- en bijscholingstrajecten voor zij-instromers; samenwerking tussen onderwijs en arbeidsmarkt versterken;
Toepassing op assets	N.v.t.
Key deliverables	Scholingsmodules, bij-/omscholingstrajecten, samenwerkingsmodel onderwijs-arbeidsmarkt

KETEN – Keten Academies LLO Katalysator

Ketengerichte bij- en omscholing in de waterstofketen

Financiering	Groeifonds (LLO Katalysator)
Looptijd	2024–2028
Projectleiding	Ketenpartners / New Energy Coalition
Kerdoelen	Ketengerichte scholingsprogramma's ontwikkelen; samenwerking tussen bedrijven in de waterstofketen voor gezamenlijke scholing; praktijkgericht leren in de volledige waterstofketen (productie-opslag-transport-toepassing); verbinding leggen tussen sectorale academies
Toepassing op assets	De drie assets kunnen na het project worden ingezet als schakels in een ketenbreed scholingsprogramma: HydroHub voor productie, Phynix voor systeemintegratie en toepassing, EmmHy voor opschaling. Deelnemers kunnen een ketenleerpad doorlopen dat alle drie de assets verbindt.
Key deliverables	Ketenacademie-model, sectorale scholingsprogramma's, ketenleerlijnen