

RAPPORT

INNOVATIE ANALYSE TECHNIEKSECTOR 2024

1. INLEIDING	4
1.1 Relatie met CONNECT2030	5
1.2 Leeswijzer	6
2. METHODIEK EN UPDATEPROCES	7
3. ONDERZOEKSRESULTATEN	9
3.1 Korte termijn bijscholing (0 - 1 JAAR)	10
3.2 Middellange termijn bijscholing (1 - 3 JAAR)	16
3.3 Lange termijn bijscholing (3 – 5 JAAR)	20
3.4 Vervallen onderwerpen uit 2023	22
3.5 Inzicht in veranderingen ten opzichte van 2023	22
4. TOETSING	23
5. CONCLUSIES	24
6. AANBEVELINGEN	25
7. BRONNEN	26
BIJLAGEN	27
A Methodiek analyse en ranking technologieën	27
A.1 Opzet en werking model	27
A.2 Innovatiesysteem en marktfasen	27
A.3 Type innovatie	30
A.4 Functies van het innovatiesysteem	31
A.5 Ranking oude matrix	37
A.6 Analyse bijscholingsaanbod	37
A.7 Analyse gaps bijscholingsaanbod	39
A.8 Indeling technologieën	40
Colofon	43

1. INLEIDING

Een leven lang ontwikkelen is een cruciale factor voor het actueel houden van de kennis van medewerkers in de technieksector, nu en in de toekomst. Alleen dan kan de sector opgaves die op haar afkomen naar behoren invullen. Het actueel houden van kennis en vaardigheden vereist dat bijscholing van goede kwaliteit is en aansluit bij de huidige en opkomende technologieën die toegepast worden in de gebouwde omgeving.



Afb. 1.1. Visualisatie van cruciale factoren voor het actueel houden van kennis van medewerkers in de technieksector.

In het afgelopen decennium hebben we voor diverse duurzame technieken gezien hoe proactieve en anticyclische ontwikkeling van bijscholing vakmensen ondersteunt in de ontwikkeling van vakbekwaamheid. Ook zien we dat snelle opschaling van bijscholing mede hierdoor mogelijk wordt gemaakt. Om proactief en anticyclisch te werken aan de ontwikkeling van bijscholingsaanbod is goed zicht op de nabije toekomst en het al beschikbare bijscholingsaanbod nodig. CONNECT2030 [3] onderstreept deze uitdagingen in het hoofdstuk Human Capital.

Doel van de Innovatie Analyse technieksector is inzicht geven in de huidige en opkomende technologieën, de relatie tussen technologieën en soft skills (met name de transversale¹ competenties), het huidige bijscholingsaanbod en de match tussen beiden. Het resultaat geeft inzicht in welke bijscholing nog ontbreekt en het verwachte ontwikkeltempo van opkomende technologieën en is daarmee een agenda en prioritering voor de ontwikkeling van bijscholing in de komende jaren.

Deze 2024 update van het onderzoek uit 2023 is gebaseerd op kennis van ISSO, haar netwerk en een groot aantal bronnen, te vinden in het bronnenoverzicht.

Na presentatie en bespreking in diverse validatiesessies worden de resultaattabellen voor korte en middellange termijn voorzien van een kwalitatieve duiding van de resultaten. Dit om naast de cijfermatige ranking inzicht te geven in mogelijke oplossingen voor een mismatch tussen de opkomende vraag en het bestaande bijscholingsaanbod.

¹ Transversale competenties zijn nodig om te kunnen samenwerken tussen verschillende sectoren, organisaties en/of overheden; ook wel genoemd een cross-sectorale aanpak van een multidisciplinair vraagstuk (bijvoorbeeld de energietransitie/digitalisering in de economie).



Afb. 1.2. Onderzoeksgebieden rapport

1.1 Relatie met CONNECT2030

Het rapport CONNECT2030 is verschenen in september 2022 als gezamenlijke inspanning van Techniek Nederland, TVVL, Wij Techniek en ISSO. CONNECT2030 is bedoeld:

“als leidraad en inspiratie voor onze eigen technieksector, voor politiek en overheid, onderwijs en wetenschap, klanten, opdrachtgevers en partners in sectoren zoals de gebouwde omgeving, industrie, energie, infra, mobiliteit en zorg. Het helpt ons om richting te geven aan de strategie van de technieksector en aan de communicatie over de rol en positie van de sector, de installateur en de technisch dienstverlener. Met CONNECT2030 willen we ook de bedrijven binnen onze sector inzicht geven in de ontwikkelingen die op hen afkomen en hen ertoe aanzetten om alles te overwegen en hiermee aan de slag te gaan”.

Het hoofdstuk Human Capital besteedt specifiek aandacht aan de uitdagingen in de sector met betrekking tot krapte op de arbeidsmarkt, de noodzaak voor een leven lang leren en het toenemende belang van multidisciplinaire vaardigheden en soft skills. CONNECT2030 benadrukt het belang van digitale vaardigheden voor iedereen in de sector. Binnen het programma DigiDeal Gebouwde Omgeving (DigiGO) wordt gewerkt aan een aanpak om de Gebouwde Omgeving versneld te digitaliseren. Binnen DigiGO zet DigiVaardig zich in voor de digitale vaardigheid van organisaties en vakmensen ^[5].

De manier waarop mensen leren verandert ook door de toegenomen diversiteit aan leervormen en leermiddelen. Leertrajecten worden korter, maken gebruik van meer diverse leermiddelen en zijn specifiek gericht op specifieke kennis en vaardigheden. *“Welke kwaliteiten en capaciteiten zijn nodig voor welk werk? Hoe benutten we kwaliteiten optimaal, voor maximale en efficiënte inzetbaarheid”.* Het vastleggen en erkennen van vaardigheden en eisen (vakmanschap) vindt in de toekomst plaats in persoonlijke bewijzen die medewerkers kunnen meenemen tussen werkgevers. Door verdere standaardisatie en uitwisselstandaarden kunnen deze bewijzen ook erkend worden tussen sectoren, zodat aangeleerde vaardigheden en technieken breed ingezet kunnen worden.

Vraagsturing blijft essentieel in leren, werken en innoveren. Lerende sectoren zetten doorlopend en via nieuwe wegen in op innovaties in scholing, bijscholing, ondersteuning en support. Bijvoorbeeld via instructiefilmpjes of ondersteuning met VR/AR om een nieuw klus te klaren, of om op afstand een storing te kunnen verhelpen met de eigen mensen van de klant ter plaatse.

1.2 Leeswijzer

In [hoofdstuk 2](#) van dit rapport wordt beschreven hoe het updateproces heeft plaatsgevonden.

[Hoofdstuk 3](#) geeft de onderzoeksresultaten weer, gericht op de korte, middellange en lange termijn.

[Hoofdstuk 4](#) beschrijft het validatieproces.

[Hoofdstuk 5](#) en [6](#) bevatten conclusies en aanbevelingen.

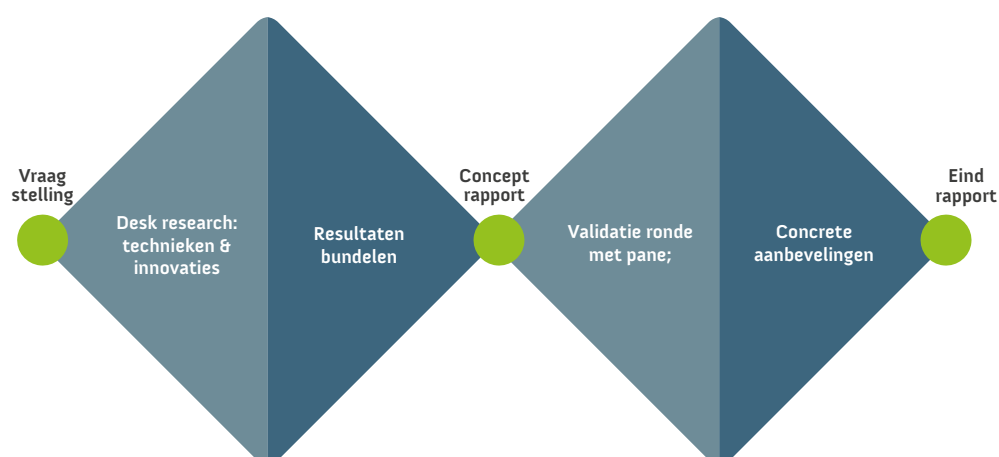
De onderliggende methodiek voor het inventariseren en analyseren wordt uitgebreid toegelicht in [bijlage A](#). Ten opzichte van vorige versies van dit onderzoek is deze beschrijving verplaatst naar een bijlage omdat deze in eerdere versies al uitgebreid aandacht heeft gekregen en nu meer als naslag gehanteerd kan worden.

In een separate Excel-spreadsheet (op aanvraag verkrijgbaar) is de methode geoperationaliseerd en is de inventarisatie en analyse uitgevoerd voor circa 150 relevante technologieën en ontwikkelingen, waarvan er uiteindelijk circa 60 zijn komen te vervallen, doordat ze inmiddels goed geregeld zijn, niet meer actueel zijn, of zijn samengevoegd met andere technologieën.

2. METHODIEK EN UPDATE-PROCES

Dit onderzoek is uitgevoerd op basis van een methodiek die uitgebreid wordt beschreven in bijlage A. Dit rapport betreft een update van het vorige onderzoek uit 2023. Onderstaand is in 5 stappen toegelicht hoe de update van het onderzoek uit 2023 naar de huidige versie 2024 heeft plaatsgevonden.

Het resultaat is gebaseerd op de inschattingen die zijn gemaakt tijdens samenstelling van de matrix. Dit betekent dat het een momentopname betreft die regelmatig (2-jaarlijks) geüpdatet moet worden om actueel te blijven. Voor een dergelijke update is het van groot belang om zo onafhankelijk mogelijk de criteria in te vullen. Dit conform de beschrijving van de criteria in bijlage A en de Excel spreadsheet. Om de eigen inschattingen te valideren zijn de resultaten besproken met experts en daarna bijgesteld (zie onderstaand stap 5).



Afb. 2.1: Visualisatie van onderzoeksproces, dit proces wordt gekenmerkt door het divergerende en convergerende karakter.

Stap 1 - Vooronderzoek

Voorafgaand aan de uitvoering van het onderzoek, is nagegaan wat de ervaringen uit de praktijk zijn geweest bij gebruik van het onderzoeksresultaat uit 2023 en heeft een interne evaluatie plaats gevonden over de werkwijze van het onderzoek in de editie van 2023. Uit dit vooronderzoek en de evaluatie bleek dat de transitie van de gebouwde omgeving sterk versnelt, verdiept en verbreedt. Zo is in de afgelopen 2 jaar duidelijk geworden dat een succesvolle energietransitie in de gebouwde omgeving alleen mogelijk is als de gebouwen goed kunnen interacteren met de omgeving (klimaat-adaptatie, smart mobility, netwerkbeheer). Ook is helder geworden dat circulariteit essentieel is voor een op de langere termijn duurzame energietransitie. Zowel voor circulariteit als voor het omgaan met tekorten op de arbeidsmarkt blijkt digitalisering van ontwerp, realisatie en instandhouding essentieel.

Stap 2 – Doorontwikkeling van het analyse-model

Op basis van de evaluatie is het model geactualiseerd met de huidige stand van zaken. De gegevens zijn aangepast in aansluiting op de programmalijnen uit het onderzoek CONNECT2030.

Stap 3 – Analyse van technologieën

Voor het verzamelen, analyseren en waarderen van de technologieën is gewerkt met de systematiek van divergeren en convergeren: eerst breed verkennen en daarna selecteren op wat relevant is.

Voor het divergerende deel van het onderzoek is een groot aantal bronnen doorgenomen en zijn deze samen met bekende relevante ontwikkelingen verwerkt in de spreadsheet (het overzicht met technologieën) als aanvulling op de resultaten van het vorige onderzoek. Dit zorgde in eerste instantie voor een toename van het aantal relevante technologieën en relevante andere kennisgebieden.

In het convergerende deel van de analyse zijn alle technologieën en kennisgebieden beoordeeld op basis van beschikbare kennis en ervaring binnen ISSO en het verzamelde bronmateriaal. Na analyse zijn diverse ontwikkelingen en technieken samengevoegd.

Stap 4 – Resultaten rangschikken

Op basis van de analyse heeft een rangschikking plaatsgevonden van de technologieën op basis van de urgentie om hier goed opleidingsaanbod bij te ontwikkelen. Hierbij is onderscheid gemaakt naar de termijn waarop voor de betreffende technologie nodig is dat er opleiding beschikbaar is. De resultaten zijn opgenomen in hoofdstuk 5.

Stap 5 – Finetuning met stakeholders

Een onderzoek van deze omvang en geldend voor zo'n groot speelveld aan stakeholders, kan niet vanuit één gezichtspunt worden opgesteld. Daarom is een aantal validatiesessies gehouden, waarvan de resultaten zijn weergegeven in hoofdstuk 4. Met deze activiteiten is niet alleen gewerkt aan het finetunen van de onderzoeksresultaten, maar ook aan het creëren van draagvlak om in de toekomst sectorbreed met de onderzoeksresultaten aan de slag te gaan.

3. ONDERZOEKSRESULTATEN

Het resultaat van dit onderzoek is een overzicht met technologieën / onderwerpen waarvoor geldt dat binnen een bepaalde termijn voldoende bijscholingsaanbod ontwikkeld moet zijn om kennisgaps in de (nabije) toekomst te voorkomen. De methode bestaat uit verschillende lagen, gefocust op de marktrijpheid, de innovatierijpheid en de beschikbaarheid van bijscholing. De verschillende aspecten uit de analyse kunnen in de bijgeleverde spreadsheet los bekeken worden door handmatig sorteringen aan te brengen. De onderzoeksresultaten zijn opgesplitst in de resultaten voor 2024 voor de korte, middellange en lange termijn en een overzicht van de veranderingen ten opzichte van het onderzoek uit 2023.

Voor dit onderzoek "Innovatie Analyse technieksector" is vooral de termijn waarop geïnvesteerd moet worden een belangrijk criterium. Door een combinatie te maken van innovatie-rijpheid, verwachte ontwikkelingssnelheid en de beschikbare bijscholing kunnen er uitspraken gedaan worden voor ontwikkeling van bijscholing op korte, middellange en lange termijn. De termijnen waarbinnen geïnvesteerd moet worden in bijscholing zijn gedefinieerd in drie categorieën:

- korte termijn van 0 tot 1 jaar;
- middellange termijn van 1 tot 3 jaar;
- lange termijn van 3 tot 5 jaar.

In onderstaande tabellen zijn de resultaten gesorteerd op basis van de thema's van CONNECT2030. Iedere technologie is voorzien van een uniek volgnummer. Hierdoor zijn ze eenvoudiger terug te vinden in Excel en ook in toekomstige updates van het onderzoek.

In een aparte tabel is voor iedere technologie een kwalitatieve beschrijving van het resultaat en de context opgenomen. Dit om verdere prioritering voor opname in jaarplannen en begrotingen te onderbouwen. Dit is een uitbreiding ten opzichte van de in 2023 opgeleverde rapportage.



Afb. 3.1. Lagen van de toegepaste Innovatie Analyse methode.

3.1 Korte termijn bijscholing (0 - 1 JAAR)

De prioritering voor de korte termijn is weergegeven in tabel 3.1. In tabel 3.2 wordt meer context gegeven voor de desbetreffende innovaties.

nr.	Techniek	Maatwerk kennis-overdracht	Bijscholing op aanvraag	Bijscholing breed beschikbaar	Deel van regulier onderwijs
Circulaire wereld					
41	Circulair/modulair installeren en bouwen (materiaalkeuze, losmaakbaarheid, remontabel bouwen, etc.)	Ja	Ja	Nee	Nee
138	Biobased ontwerpen en bouwen	Ja	Ja	Nee	Nee
152	Recycling	Ja	Gedeeltelijk	Nee	Nee
158	Refurbish	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
159	Installatie-arm ontwerpen	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
Gezond, schoon en veilig					
1	Prefab elementen (gebouwinstallaties) Prefab bouwen industrieel bouwen 3D printing	Ja	Ja	Nee	Gedeeltelijk
7	Cybersecurity (veiligheid, beveiliging en privacy)	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
51	Hemelwatersystemen voor opvangen, gebruiken en infiltreren Watermanagement	Ja	Ja	Nee	Nee
53	Groene & blauwe daken en gevels / multifunctioneel dakgebruik	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
132	Certificeren en garanderen / prestatieborging / WENG	Ja	Ja	Nee	Nee
137	Legionellapreventie in LT systemen	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
Human Capital					
16	Digitale vaardigheden van de toekomst	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
27	Transitievaardigheden en nieuwe vormen van samenwerken	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
143	Digitale hulpmiddelen in het werk: AR/VR technologie, exoskeletten	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
153	Leven lang leren	Ja	Ja	Nee	Nee
Overal en altijd energie					
9	Intelligente laadsystemen en laadinfrastructuur elektrisch vervoer en elektrificatie bouwplaats.	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
24	Wijkgerichte aanpak verduurzaming	Ja	Gedeeltelijk	Nee	Nee
58	Opslag elektriciteit/duurzame energie met conversie	Ja	Gedeeltelijk	Nee	Nee
62	Buitenzonwering passieve koeling door bouwkundige oplossingen	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee

nr.	Techniek	Maatwerk kennis-overdracht	Bijscholing op aanvraag	Bijscholing breed beschikbaar	Deel van regulier onderwijs
64	Kleinschalige collectieve warmte-/koudnetten (ontwerpen en realisatie) wijkniveau	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
66	Infraroodpanelen voor verwarming	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
71	Integrale installatieconcepten met meerdere typen opwekkers/ gebruikers en optioneel i.c.m. elektrisch vervoer ontwerpen, realiseren en beheren	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
73	Gebouwbeheer (GBS) smart & data driven	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
87	Verduurzamen monumentale bouw / erfgoed (warmbouwen, herbestemmen vastgoed, etc.)	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
88	Kookafzuiging bij ventilatiesysteem met warmteterugwinning	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
90	Energierenovaties enkelstuks / maatwerk met standaard producten	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
103	Alternatieve bronnen voor warmtepompen (riool, oppervlaktewater etc.) en LT-netten (kas, datacenter, etc.)	Ja	Ja	Nee	Nee
Toekomstbehendigheid					
28	Realiseren in de gebouwde omgeving / stad / krappe fysieke ruimte	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
30	Businessvernieuwing / business-innovatie As-a-service (AaS) concepten	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
Volwassen digitalisering					
5	Smart grids	Ja	Ja	Nee	Nee
10	Datagedreven beheer en onderhoud, met behulp van goed werkend GBS, sensortechniek en AI	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
11	Internet of Things (IoT) Digital Twin Versmelting fysieke en digitale wereld / datadriven	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
23	Toezichthoudende technologie (b.v. incontinentie sensor, valdetectie, personenalarm, etc.) Slimme monitoring	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
31	Ketenstandaard - Digitaal stelsel nieuwe standaarden in de keten	Ja	Ja	Nee	Nee
37	Kwaliteitsborging / Wet kwaliteitsborging (WKB en later EPBD III)	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee

Tabel 3.1 Prioritering korte termijn bijscholing (0 - 1 jaar)

Tabel 3.2 geeft een toelichting op de prioritering. De laatste kolom geeft de prioritering uit 2023 weer. Waarbij K/M/L staat voor korte, middellange en lange termijn. Hierdoor kan snel gezien worden of de prioriteit is toegenomen, afgenomen of gelijk gebleven. Technologieën zonder aanduiding waren niet vermeld in de vorige rapportage.

Korte termijn investering (0-1 jaar)	Context prioriteit en ontwikkelingsspanning	Kort/Middel/Lang 2023
Circulaire wereld		
41 Circulair/modulair installeren en bouwen (materiaalkeuze, losmaakbaarheid, remontabel bouwen, etc.)	Circulariteit is een belangrijke ontwikkeling en versneller. Steeds meer bedrijven stappen in om hier serieus werk van te maken. Veel benodigde methoden en technieken worden nog ontwikkeld. Zowel technisch als procesmatig.	M
138 Biobased ontwerpen en bouwen	Ook het biobased bouwen kan voor de ambities naar 2030 veel milieu- en gezondheidswinst opleveren. Het werken met deze innovatieve materialen roept nieuwe vragen op ten aanzien van verwerkbaarheid, toepassing en de combinatie met de installatietechniek. Met name op gebied van doorvoeren en bijvoorbeeld vochtproblemen of brandwerendheid.	M
152 Recycling	Recycling is een belangrijke praktijk die bijdraagt aan duurzaamheid. Dit omvat het hergebruiken van grondstoffen. De trend van recycling groeit sterk. Bijvoorbeeld beschikken elektronische producten vaak over printplaten vol waardevolle metalen. Ook producten als turbinebladen wordt onderzocht om deze beter herbruikbaar te maken.	-
158 Refurbish	Het refurbishen van producten of onderdelen van producten is een belangrijke praktijk die bijdraagt aan duurzaamheid. Dit omvat het hergebruiken van (onderdelen van) producten en indien nodig het repareren ervan voor nieuw gebruik. Daarnaast speelt op Europees gebied de 'the right to repair': het recht van consumenten om zelf elektronische apparaten te mogen repareren. De verwachting is dat, gegeven in de toenemende mondiale schaarste van grondstoffen, voor meer toepassingen dit recht zal gelden.	-
159 Installatie-arm ontwerpen	Het ontwerpen van gebouwen waarbij zo min mogelijk installatietechniek nodig is. Dit om de milieupact van installaties zo laag mogelijk te maken.	-
Gezond, schoon en veilig		
1 Prefab elementen (gebouw - installaties) Prefab bouwen industrieel bouwen 3D printing	Prefab bouwen en industrialisatie neemt sterk toe. Dit leidt tot diverse nieuwe producten, componenten en werkwijzen. Daarnaast vergt dit een verandering van werkprocessen.	M
7 Cybersecurity (veiligheid, beveiliging en privacy)	Alles is voortdurend 'online'. Vaak onderschat. Procesverandering is essentieel voor adresseren van de menselijk factor (menselijk falen). Denk aan aandacht voor standaard wachtwoorden die men vergeet aan te passen. Verplichting tot E-laadpalen updaten met cybersecurity.	K
51 Hemelwatersystemen voor opvangen, gebruiken en infiltreren Watermanagement	Onderdeel van klimaatadaptatie. De regels voor deze systemen zijn goed beschreven, leveranciers begeleiden over het algemeen bedrijven die deze systemen voor het eerst oppakken.	K
53 Groene & blauwe daken en gevels / multifunctioneel dakgebruik	Toepassing van begroeide daken en gevels, in combinatie met de functies gebruik, waterberging en energieopwekking. Functies die in de praktijk steeds vaker gecombineerd voorkomen en de nodige uitdagingen met zich meebrengen.	K

Korte termijn investering (0-1 jaar)	Context prioriteit en ontwikkelingspanning	Kort/Middel/Lang 2023
137 Legionellapreventie in LT systemen	Er is een toenemende druk om de watertemperatuur te verlagen bij duurzame energiesystemen. Er is aandacht nodig voor behoud van drinkwaterveiligheid.	-

Human Capital

16 Digitale vaardigheden van de toekomst (voorheen: digitaal bewustzijn)	Werkprocessen worden steeds digitaler, dit vraagt om vergaande digitale vaardigheden die in alle delen van de keten terugkomen. Krijgt ruim aandacht in sectoroverstijgende aanpak DigiVaardig.	K
27 Transitievaardigheden en nieuwe vormen van samenwerken	Van groot belang voor succes energietransitie. Onderschat onderwerp binnen de sector (bewustwording). De noodzakelijke veranderingen in samenwerken en organiseren worden door betrokken organisaties vooraf vaak niet herkend. Er zijn nieuwe rollen in opkomst zoals energiecoaches die werkprocessen kunnen beïnvloeden. (in vorige versie benoemd als 3SFO factor.)	K
143 Digitale hulpmiddelen in het werk: BIM, AR/VR technologie, exoskeletten	Toepassing van digitale hulpmiddelen die het werkproces begeleiden, zowel hardwarematig (VR/AR) als softwarematig (BIM). Inpassing in bedrijfsproces is van belang.	K
153 Leven lang leren in het nieuwe tijdperk	Ontwikkeling van nieuwe methoden en hulpmiddelen voor trainingen en levenslang leren (waarbij extended reality, digital twin en AI-technologieën worden geïntegreerd) om de kwaliteit en veiligheid van onderhouds- en constructie-/deconstructieprocessen te maximaliseren, en de nieuwste kennis over nieuwe materialen, technologieën en ontwerpen te integreren, evenals sociale vaardigheden.	-

Overal en altijd energie

9 Intelligente laadsystemen en laadinfrastructuur elektrisch vervoer en elektrificatie bouwplaats.	De impact van Elektrisch Vervoer (EV) neemt sterk toe. Dit vraagt grootschalige aanpassingen aan en digitalisering van het elektriciteitsnetwerk. Deze markt is volop in ontwikkeling en er verschijnen in hoog tempo nieuwe innovaties of grote versnellingen door standaardisatie van innovaties. Moet in samenhang worden bekeken met bijvoorbeeld elektrificatie op de bouwplaats, dat ook sterk toeneemt. Mede door stikstofproblematiek.	M
24 Wijkgerichte aanpak verduurzaming	Wijkgerichte aanpak in verduurzaming gebouwen en gasloos maken van wijken. Zie ook nr. 71. <i>Integrale installatieconcepten</i> .	-
58 Opslag elektriciteit/duurzame energie met conversie	Om problemen met te hoge gelijktijdigheid van zowel vraag als aanbod te voorkomen zijn opslag van elektriciteit en conversie naar een andere energievorm oplossingen. Hier wordt veel wetenschappelijk en toegepast praktijkonderzoek naar verricht. In hoog tempo komen nieuwe vormen en experimenten beschikbaar. Conversie naar waterstof (en weer terug) kent nog grote rendementsverliezen.	M
62 Buitenzonwering passieve koeling door bouwkundige oplossingen	Vaak onderschat, kennis buiten de sector en in niche markten aanwezig, kleine inspanning wat betreft bijscholing. De kennis kan eenvoudig worden gemobiliseerd en ontsloten.	K
64 Kleinschalige collectieve warmte-/koudnetten (ontwerpen en realisatie) wijkniveau	Kleinschalige warmtenetten voor 4-500 gebruikers. Kennisbasis voor MBO4 en HBO of hoger ligt er al met huidige kennis. (ISSO 72, 73, 39, 80) Specifieke warmtenetkennis mist in het sectorbeeld, deze is wel aanwezig in andere sectoren. Bijvoorbeeld via stichting BLEI (gas en elektra). Voor succesvolle realisatie en beheer van rest- en collectieve duurzame warmtenetten komen veel 'losse ontwikkelingen' bij elkaar.	K

Korte termijn investering (0-1 jaar)	Context prioriteit en ontwikkelingspanning	Kort/Middel/ Lang 2023
66 Infraroodpanelen voor verwarming	Elektrische infraroodverwarming is in opkomst, mede door de gestegen energieprijzen. Soms als alternatief voor centrale verwarming met water gevoede systemen. Toepassing kan mits rekening wordt gehouden met diverse randvoorwaarden.	K
71 Integrale installatieconcepten met meerdere typen opwekkers/ gebruikers en optioneel i.c.m. elektrisch vervoer ontwerpen, realiseren en beheren	Aandacht voor integratie van gebouw en de omgeving van het gebouw. Zoals elektrisch vervoer of het 'vergroenen' of 'klimaatadaptief maken' van een wijk. Binnen de proefwijken van de wijk aanpak zie je dit steeds vaker. In een steeds groter aantal projecten wordt hiermee geëxperimenteerd. Hierbij wordt veel geleerd op basis van monitoringsresultaten.	K
73 Gebouwbeheer (GBS) smart & data driven	Neemt in belang toe, o.a. door de Smart Readiness Indicator en toegenomen belang van en aandacht voor cybersecurity. Diverse partijen investeren in bi-directionele aansturing van gebouwen via het GBS-systeem. Data wordt hier als grondstof gebruikt om de prestaties van het gebouw en de prestaties van de energievoorziening (bijvoorbeeld in de wijk) te optimaliseren. Bijscholing hiervoor is als maatwerk beschikbaar. TVVL cursus 'Prestatiemonitoring HVAC installaties'	K
87 Verduurzamen monumentale bouw / erfgoed	Snel groeiende nichemarkt (rond 20% van de gebouwen). Met name het vinden van een balans tussen verduurzamingsmaatregelen en behoud van erfgoedwaarde is van groot belang. Hierover is veel nieuwe ervaringskennis beschikbaar die nog niet breed verspreid en in gebruik is.	K
88 Kookafzuiging bij ventilatiesysteem met warmteterugwinning	Door optimaliseren van de luchtdichting van groot belang. Vanuit de praktische wetenschap is er voldoende ontwerp- en praktijkkennis over deze vorm van kookafzuiging beschikbaar, deze is nog niet goed verwerkt in de ventilatierichtlijnen en cursussen.	K
90 Energierenovaties enkelstuks / maatwerk met standaard producten	Door verdere digitalisering wordt het mogelijk om energetische renovaties zowel te industrialiseren als te individualiseren. Diverse onderzoeksprojecten en koplopers zijn op dit gebied actief. Sluit aan bij maatwerkadvies - komt in versnelling door hoge energieprijzen.	K
103 Alternatieve bronnen voor warmtepompen (riool, oppervlaktewater etc.) en LT-netten (kas, datacenter, etc.)	Veld is in ontwikkeling, kennis en regels zijn beschikbaar. (ISSO 39, 80, 81). Speelt vooral in grote maatwerk projecten waar LT warmte beschikbaar is, niet standaard. In dat opzicht geen prioriteit voor de massa.	K
Toekomstbehendigheid		
28 Realiseren in de gebouwde omgeving / stad / krappe fysieke ruimte	Logistieke expertise beschikbaar in andere sectoren. Het wordt door aangescherpte mileuzones steeds relevanter om deze te benutten. Daarnaast is er veel ervaring opgedaan met het optoppen van gebouwen en multifunctioneel dakgebruik.	-
30 Businessvernieuwing / businessinnovatie As-a-service (AaS) concepten	Veel kennis beschikbaar buiten de sector, van groot belang voor succes energietransitie. Goede voorbeelden in de sector beschikbaar. Lighting as a Service - etc.	K
Volwassen digitalisering		
5 Smart grids	Door de E-infrastructuur smart te maken is automatische energiehandel tussen lokale vraag en lokaal aanbod mogelijk. Hierbij kan zowel worden geregeld op weersafhankelijkheid, gebouw gebruikspatronen als gebouw- en installatietechnische condities. Hiermee kan ook netcongestie worden beïnvloed c.q. beperkt. Relatie met 9. Intelligente laadsystemen, 73. Gebouwbeheer.	K

Korte termijn investering (0-1 jaar)	Context prioriteit en ontwikkelingspanning	Kort/Middel/Lang 2023
10 Datagedreven beheer en onderhoud, met behulp van goed werkend GBS, sensortechniek en AI	Zeer belangrijk in het kader van verduurzamen utiliteit en circulariteit (voorkomen voortijdige vervanging). Als basis is goed op orde hebben duurzaam beheer en onderhoud nodig. Datagedreven werken draagt bij aan conditiegericht onderhoud.	-
11 Internet of Things (IoT) Digital Twin Versmelting fysieke en digitale wereld / datadriven	Voortschrijdende versmelting van fysieke en digitale wereld, koppeling van fysieke producten aan data en internet tbv uitlezen data, monitoring, aansturing. Raakt aan nr. 7 Cybersecurity.	K
23 Toezichhoudende technologie Slimme monitoring	De aandacht hiervoor is over het algemeen versnipperd. Delen passen bij GBS-training, delen bij smart grids, delen bij cybersecurity etc. Technische bijscholing voor specifieke merken en typen is vrij goed beschikbaar. Voor (zorg)woningen redelijk goed ontwikkeld (leveranciers), in utiliteit nog versnipperd.	K
31 Ketenstandaard - Digitaal stelsel nieuwe standaarden in de keten	Om data als grondstof te benutten is effectieve uitwisseling van data conform open en gesloten afspraken nodig. Deze afspraken worden vastgelegd in een digitaal stelsel. Uitwerking vindt plaats onder andere in de Digideal Gebouwde Omgeving. Werken conform deze afspraken en standaarden wordt van groot belang. Programma DigiVaardig werkt aan de benodigde digitale vaardigheden. Uitwerking en implementatie MKGO is onderdeel.	K
37 Kwaliteitsborging / Wet kwaliteitsborging Wkb	Hoge prioriteit, omvangrijk vraagstuk, vraagt naast technische veranderingen om procesmatige veranderingen. Relevant bij start Omgevingswet 2024. Haakt ook aan bij implementatie van Model Kwaliteitsborging MKGO. Inmiddels zijn er diverse Wkb protocollen beschikbaar.	K
157 Veilige integratie AI	De voortdurende vooruitgang op het gebied van digitalisering en in het bijzonder op het gebied van kunstmatige intelligentie maakt de weg vrij voor nieuwe toepassingen in de bouwsector. Samen met automatisering en robotica vertegenwoordigen ze een enorme kans op aanzienlijke prestatieverbeteringen (op het gebied van milieu, economie en menselijke veiligheid) voor de bouwsector, van ontwerp tot productie en constructie op locatie - maar dit potentieel moet nog worden benut en gerealiseerd. Belangrijk zijn de benaderingen om kunstmatige intelligentie veilig te integreren in technologieën, gebouwbeheersystemen en optimalisatieplatforms, zodat deze op de meest energie-efficiënte manier aansluiten bij het gedrag van de bewoners	-

Tabel 3.2 Context korte termijn bijscholing (0 - 1 jaar)

3.2 Middellange termijn bijscholing (1 - 3 JAAR)

De prioritering voor de middellange termijn is weergegeven in tabel 3.3. In tabel 3.4 wordt meer context gegeven voor de desbetreffende innovaties.

nr.	Techniek	Maatwerk kennis-overdracht	Bijscholing op aanvraag	Bijscholing breed beschikbaar	Deel van regulier onderwijs
Circulaire wereld					
6	Materialenpaspoorten	Ja	Ja	Nee	Nee
33	Urban mining de-installeren, beoordelen, hergebruiken Materialen oogsten en keuren	Ja	Gedeeltelijk	Nee	Nee
Gezond schoon en veilig					
46	Luchtverwarming, verduurzaming van	Ja	Nee	Nee	Nee
54	Grijswatersystemen o.a. Upfall-Shower, Hydraloop	Ja	Ja	Nee	Nee
56	Waterbesparend closet (< 4 liter)	Ja	Gedeeltelijk	Nee	Nee
148	Actieve koeling van drinkwater koudtapwater circulatiesystemen	ja	Gedeeltelijk	nee	Nee
Overal en altijd energie					
34	Financiering en businesscase voor integrale energiesystemen met aandacht voor baten en lasten voor iedereen / Total Cost of Ownership	Ja	Ja	Nee	Gedeeltelijk
57	Opslag elektriciteit zonder conversie Thuisaccu, buurtaccu	Ja	Gedeeltelijk	Nee	Nee
59	Warmtebatterijen (gebouwniveau)	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
60	Warmtebatterijen (wijk, straat, blok), in combinatie met warmtepompen, zonnecollectoren e.d	Ja	Gedeeltelijk	Ja	Nee
65	Phase change materials (PCM)	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
77	Warmteterugwinning uit rioolwater riothermie	Ja	Ja	Nee	Gedeeltelijk
91	Energierenovaties serie/industrieel	Ja	Gedeeltelijk	Nee	Nee
95	Gelijkstroom / DC (wijk/grid-niveau)	Ja	Gedeeltelijk	Nee	Nee
106	Biogasinstallatie	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
112	Pelletkachels/-ketels	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
116	Koeling, adiabatisch Dauwpuntkoeling	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
Toekomstbehendigheid					
32	Plannen en ontwerpen in de gebouwde omgeving, krappe fysieke ruimte, ruimtelijke ordening met extra oog op klimaatadaptatie.	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee

nr.	Techniek	Maatwerk kennis-overdracht	Bijscholing op aanvraag	Bijscholing breed beschikbaar	Deel van regulier onderwijs
36	Innovatieve contracten met aandacht voor circulariteit en andere duurzame parameters, KPI-gerichte contracten	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk
131	Adaptief bouwen / installeren, flexibel bouwen	Ja	Ja	Nee	Nee
134	Waarderen vastgoed o.b.v. duurzaamheidslabels/kenmerken EU taxonomie	Ja	Ja	Nee	Nee

Tabel 3.3 Prioritering middellange termijn bijscholing (1 - 3 jaar)

Tabel 3.4 geeft een toelichting op de prioritering. De laatste kolom geeft de prioritering uit 2023 weer. Waarbij K/M/L staat voor korte, middellange en lange termijn. Hierdoor kan snel gezien worden of de prioriteit is toegenomen, afgenomen of gelijk gebleven. Technologieën zonder aanduiding waren niet vermeld in de vorige rapportage.

Middellange termijn investering (1 - 3 jaar)	Context prioriteit en ontwikkelinspanning	Kort/Middel/Lang 2023
Circulaire wereld		
6 Materialenpaspoorten	Groeit snel door aandacht circulaire economie. BIM modellen maken toepassing mogelijk. Digitaal gebouwmodel Digital Twin Zonder digitalisering zijn een correct materialenpaspoort en goede materialbanking niet mogelijk.	M
33 Urban mining de-installeren, beoordelen, hergebruiken Materialen oogsten en keuren	Het zorgvuldig ontmantelen van gebouwen met als doel zoveel mogelijk materialen hergebruiken of recyclen. De gebouwde omgeving kan gezien worden als een grote hoeveelheid resources. Er is al veel kennis beschikbaar, ook wordt er veel gepioneerd in samenhang met o.a. het materialen paspoort. Circular Skills (Leren voor Morgen) en BusGoCircular verkennen het benodigde vakmanschap.	M
Gezond, schoon en veilig		
46 Luchtverwarming, verduurzaming van	Een deel van de woonhuizen uit de jaren 1970-1980 hebben luchtverwarming. Welke concepten zijn beschikbaar voor verduurzaming. Wellicht geen grote markt, wel relevant.	M
54 Grijswatersystemen	Grijswater systemen zijn over het algemeen een nichemarkt. Het lokaal zuiveren en hergebruiken van afvalwater van douche etc. is niet zonder risico's. Wetgeving is zeer strikt qua toepassingsmogelijkheden.	M
56 Waterbesparend closet (< 4 liter)	Zeer waterbesparende closets zijn in NL niet toegestaan omdat de werking hiervan i.c.m. rioleringsstelsel onvoldoende bewezen is. Dit onderwerp wordt naar verwachting door watertekorten weer meer actueel.	M
148 Actieve koeling van drinkwater koudtapwater circulatiesystemen	Koud houden van drinkwater, met name in gebouwen waar dit lastig te realiseren is. Er is een TVVL studie gepubliceerd in 2023. Nut en noodzaak worden betwist.	M

Middellange termijn investering (1 - 3 jaar)	Context prioriteit en ontwikkelingsspanning	Kort/Middel/Lang 2023
Overal en altijd energie		
34 Financiering en businesscase voor integrale energiesystemen / Total Cost of Ownership	Om tot geïntegreerde systemen en oplossingen te komen in de energietransitie is aandacht voor de levensduur kosten steeds belangrijker, en ook de bekostiging van deze systemen in de uitwerking van businesscases.	M
57 Opslag elektriciteit zonder conversie Thuisaccu, buurtaccu	Er zijn geen wetten / normen op dit vlak (heel vrijblijvend). Is nu nog een niche markt. Mogelijk versnelling bij afbouw salderingsregeling -> kan snel urgent worden als energiebedrijven hun contracten gaan aanpassen. Bijvoorbeeld in de nieuwe dynamische tariefcontracten en in contracten waarin per maand wordt gesaldeerd.	L
58 Opslag elektriciteit / duurzame energie met conversie	Om problemen met te hoge gelijktijdigheid van zowel vraag als aanbod te voorkomen zijn opslag van elektriciteit en conversie naar een andere energievorm oplossingen. Hier wordt veel wetenschappelijk en toegepast praktijkonderzoek naar verricht. In hoog tempo komen nieuwe vormen en experimenten beschikbaar. Conversie naar waterstof (en weer terug) kent nog grote rendementsverliezen.	M
59 Warmtebatterijen (gebouwniveau)	Opslag in water, zoutoplossingen, PCM's. (in bodem en in vaste materialen valt hier niet onder) Om de kloof in tijd tussen beschikbaarheid van duurzame energie en de vraag naar duurzame energie te overbruggen wordt volop gepilot met warmtebatterijen. Dit zowel voor korte opslag (voor warmtapwaterbereiding) als voor seizoensopslag.	M
60 Warmtebatterijen (wijk, straat, blok), in combinatie met warmtepompen, zonnecollectoren e.d.	Hocosto (hot cold storage) is een voorbeeld van opslag van warmte bijv. als capaciteit stroomnet te klein is. Zit in ontwikkelingsfase met diverse proefprojecten. In samenhang met andere technieken. Kan ook gebruikt worden om bron in balans te brengen. Combinatie met PVT systeem.	L
65 Phase change materials (PCM)	De toepassing van PCM (materialen met faseovergang) ten behoeve van de klimatisering van gebouwen. PCM kan op diverse manieren worden toegepast, bijvoorbeeld in klimaatplafonds. PCM heeft een grote buffercapaciteit.	M
77 Warmteterugwinning uit rioolwater riothermie	Afvalwater kan gebruikt worden om warmte uit terug te winnen. Dit kan op het niveau van één woning of gebouw, of op het niveau van een straat. De laagwaardige warmte kan gebruikt worden als bron voor bijvoorbeeld een warmtepomp. Meest interessant is grootschaligere (wijk)toepassing	M
91 Energierenovaties serie/ industrieel	Opschaling van industriële aanpakken is van groot belang. Pioniers en koplopers hebben inmiddels diverse succesvolle stappen gezet. Verwachting is dat steeds meer grootbedrijven en een aantal middenbedrijven hierop zullen instappen.	M
95 Gelijkstroom / DC (wijk/ gridniveau)	Een van de oplossingen om verzwaring van de E-infrastructuur te voorkomen is overschakelen naar DC-grids op straat en/of wijkniveau. Op dit gebied vinden er steeds vaker experimenten en pilots plaats.	M
106 Biogasinstallatie	Een zich ontwikkelende techniek die op wijkniveau steeds vaker wordt toegepast. Dit voor het realiseren van een duurzame gasvoorziening. Expertise kan worden ingekocht. Biogas uit vergisting van reststromen. Is wel een nichemarkt, omdat niet overal reststromen beschikbaar zijn.	M

Middellange termijn investering (1 - 3 jaar)	Context prioriteit en ontwikkelinspanning	Kort/Middel/Lang 2023
112 Pelletkachels/-ketels	Warmteopwekking op basis van verbranding van pellets (biomassa uit hout). Heeft een stabiele kleine markt, geen groei verwacht omdat het niet duurzaam is (alhoewel de meningen daarover uiteen lopen).	M
116 Koeling, adiabatisch Dauwpuntkoeling	Dauwpuntkoeling is een koeltechniek die weinig stroom verbruikt en vriendelijk is voor het milieu. Deze koeltechniek maakt gebruik van water om de lucht te koelen door middel van verdamping. Verdamping kan direct of indirect plaatsvinden.	M
Toekomstbehendigheid		
32 Plannen en ontwerpen in de gebouwde omgeving, krappe fysieke ruimte, ruimtelijke ordening met extra oog op klimaatadaptatie.	De interactie tussen gebouw en omgeving wordt zeker in binnenstedelijke gebieden steeds belangrijker. Zowel gezien logistieke vraagstukken als klimaatadaptatie en 'smart cities'	M
36 Innovatieve contracten met aandacht voor circulariteit en andere duurzame parameters, KPI-gerichte contracten	Door de trend om te vragen om bepaalde kwaliteiten en prestaties veranderen contractvormen. Inmiddels is er veel ervaring opgedaan in projecten en zijn organisaties door schade en schande wijs geworden. Veel van deze kennis is echter exclusief in gebruik binnen die organisaties en/of bekend bij enkele personen. Zaak is om deze ervaring om te zetten in branche brede 'lessons learned'.	M
131 Adaptief bouwen / installeren, flexibel bouwen	Het adaptief vermogen bepaalt de mate van aanpasbaarheid van een gebouw tijdens de levensduur, bijvoorbeeld naar nieuwe functies. Maakt ook deel uit van het thema circulariteit (herbestemmen in plaats van nieuw bouwen)	M
134 Waarderen vastgoed o.b.v. duurzaamheidslabels EU taxonomie	Vooraf voor investeerders en overheden maken steeds vaker gebruik van duurzaamheidslabels / keurmerken. Deze vormen voor de installatiesector steeds vaker een hefboom om tot andere (lees betere) oplossingen te komen.	M

Tabel 3.4 Context middellange termijn bijscholing (1 - 3 jaar)

3.3 Lange termijn bijscholing (3 – 5 JAAR)

De prioritering voor de korte termijn is weergegeven in tabel 3.5. In tabel 3.6 wordt meer context gegeven voor de desbetreffende innovaties.

nr.	Techniek	Maatwerk kennis-overdracht	Bijscholing op aanvraag	Bijscholing breed beschikbaar	Deel van regulier onderwijs
Gezond, schoon en veilig					
25	Robotisering op de bouwplaats	Gedeeltelijk	Nee	Nee	Nee
52	Waterzuiveringsinstallaties en rioleringsystemen op wijkniveau	Ja	Ja	Nee	Nee
139	Afvangen en opslaan van CO ₂	Nee	Nee	Nee	Nee
Overal en altijd energie					
22	LiFi	Gedeeltelijk	Nee	Nee	Nee
63	Gelijkstroom / DC (gebouw-niveau)	Ja	Ja	Nee	Nee
108	Waterstof - energieopslag (brandstofcel) en elektriciteits-opwekking	Ja	Ja	Nee	Gedeeltelijk
115	Warmtepomp, Thermo-akoestische	Ja	Nee	Nee	Nee
120	Elektrische CV-ketels inductie CV-ketel	Ja	Nee	Nee	Nee
121	Geothermie aardwarmte	Ja	Ja	Gedeeltelijk	Nee
122	Waterstof - verwarming	Ja	Gedeeltelijk		Nee
128	Urban windturbines	Ja	Ja	Nee	Gedeeltelijk
146	Lange termijn opslag van warmte (tot en met 90 graden)	Nee	Nee	Nee	Nee
147	Alternatieve vormen van warmtewinning/warmtebronnen (alternatieve bodemplussen etc.)	Ja	Nee	Nee	Nee

Tabel 3.5 Prioritering lange termijn bijscholing (3 - 5 jaar)

Tabel 3.6 geeft een toelichting op de prioritering. De laatste kolom geeft de prioritering uit 2023 weer. Waarbij K/M/L staat voor korte, middellange en lange termijn. Hierdoor kan snel gezien worden of de prioriteit is toegenomen, afgenomen of gelijk gebleven. Technologieën zonder aanduiding waren niet vermeld in de vorige rapportage.

Lange termijn investering (3-5 jaar)	Context prioriteit en ontwikkelingspanning	Kort/Middel/Lang 2023
Gezond, schoon en veilig		
25 Robotisering op de bouwplaats	Overnemen van mensenwerk door robots, zoals metselrobot, automatische graafmachine of drones t.b.v. maatvoering. Kans bestaat dat dit onderwerp in versnelling komt door de steeds verder oplopen-de tekorten op de arbeidsmarkt. Met name exo-skeletten en tools voor digitaal inmeten zullen dan veel sneller worden aangeschaft.	L
52 Waterzuiveringsinstallaties en rioleringsystemen op wijkniveau	Het zuiveren van afvalwater op wijkniveau en biogasinstallatie voor verwarming van woningen. Nu nog alleen in experimenten, kleinschalig. Hangt samen met 106. Biogas.	L
139 Afvangen en opslaan van CO ₂	Techniek waarbij CO ₂ ondergronds wordt opgeslagen, bijvoorbeeld in lege gasvelden. Partijen die hierin actief zijn vallen buiten de scope van dit onderzoek (industriële, energiebedrijven)	L
Overal en altijd energie		
22 LiFi	Wifi met licht ipv radiosignalen	L
63 Gelijktijdig / DC (gebouwniveau)	Steeds meer kennis beschikbaar. Goede ontsluiting basiskennis ontbreekt/kan beter. In gebouw eerder lange termijn, want markt is er niet rijp voor door gebrek aan producten.	L
108 Waterstof - energieopslag (brandstofcel) en elektriciteitsopwekking	Waterstof lijkt veelbelovend voor toepassingen waar hoge temperatuur een vereiste blijft (industriële processen), in LT toepassingen zoals verwarming minder geschikt. hoort ook bij nr. 58 (energie opslag met conversie). Daarnaast is er onvoldoende op een duurzame manier gemaakte waterstof beschikbaar voor gebruik in de gebouwde omgeving. Verwachting is dat waterstof rond 2030 meer toegepast kan worden in de gebouwde omgeving.	L
115 Warmtepomp, Thermo-akoestische	Een thermo-akoestische warmtepomp levert warmte of koude op basis van staande geluidsgolven. De producten zijn nog in de prototype fase. Anno 2023 lijkt deze techniek nog niet grootschalig door te gaan breken.	L
120 Elektrische CV-ketels inductie CV-ketel	Past niet in Bouwbesluit als hoofdverwarming. Lage investering. Bijv. voor opvangen pieken in opwekking van eigen zonnestroom. . Wordt behoorlijk vaak toegepast op verzoek van bewoners zelf; die dan meestal ook zelf de installatie regelen.	L
121 Geothermie aardwarmte	Hele grote projecten, gedeeltelijk in onderzoekstrajecten. Kan een van de alternatieven zijn voor gasloze wijk. Gaat om diepe aardwarmte (dieper dan WKO of VBWW)	L
122 Waterstof - verwarming	Waterstof als brandstof voor verwarmingstoestellen, vaak als alternatief voor aardgas genoemd. Geen grootschalige toepassing verwacht voor gebouwverwarming. Eerste eindtermen zijn ontwikkeld (TNL). Zie nr. 108.	M
128 Urban windturbines	Kleinere windturbines in stedelijk gebied voor lokale energie-opwekking	L
146 Lange termijn opslag van warmte (tot en met 90 graden)	In proefprojecten, ontheffing nodig	L
147 Alternatieve vormen van warmtewinning/warmtebronnen (alternatieve bodemlussen etc.)	Warmtebron met alternatieve vorm (korf etc.) ook i.v.m. weerstand tegen VBWW (diepterestrictie) Bijvoorbeeld provincie NB legt beperkingen op qua diepte VBWW.	L

Tabel 3.6 Context lange termijn bijscholing (3 - 5 jaar)

3.4 Vervallen onderwerpen uit 2023

In de periode van 2023 naar 2024 zijn geen onderwerpen uit de ranking verdwenen. Wel is een aantal nieuwe onderwerpen geïntroduceerd en opgeschoven in termijn.

3.5 Inzicht in veranderingen ten opzichte van 2023

In de update van 2024 is een aantal nieuwe inzichten gevonden. Enkele onderwerpen zijn 'nieuwe binnenkomers' in de prioritering, waaronder:

- Recycling
- Leven lang leren in het nieuwe tijdperk
- Ketensamenwerking
- (Zonnestroom) boiler
- Veilige AI-integratie

Enkele onderwerpen zijn sinds 2023 gestegen naar de hoogste prioriteit (0-1 jaar):

- Circulair/modulair installeren en bouwen (materiaalkeuze, losmaakbaarheid, remontabel bouwen, etc.)
- Opslag elektriciteit/duurzame energie met conversie
- Biobased ontwerpen en bouwen

4. TOETSING

De toetsing heeft plaatsgevonden binnen de volgende beleidscommissies van Techniek Nederland:

Beleidscommissie	Onderwerp
Innovatie	Toekomstbehendigheid
Energie en duurzaamheid	Overal en altijd energie & Gezond, schoon en veilig
Circulariteit en duurzaamheid	Circulaire wereld
Digitalisering	Volwassen digitalisering
Ontwikkeling / Scholing & Onderwijs / Arbeidsmarkt (OSA)	Toekomstbehendigheid & Human Capital

Tabel 4.1 Beleidscommissies Techniek Nederland en toetstingsonderwerpen

5. CONCLUSIES

Het doel van dit onderzoek is het inzicht geven in de huidige en opkomende technologieën, de relatie tussen technologieën en soft skills, het huidige bijscholingsaanbod en de match tussen de voorgaande punten. Het resultaat is een compleet overzicht van het verwachte ontwikkeltempo van opkomende technologieën en welke bijscholing nodig is. Dit leidt tot een agenda en prioritering voor ontwikkeling van bijscholing, met aangescherpte programmering op de middellange en lange termijn, in het thema 'Duurzame energietechnologie' voor de periode van 2024 tot 2029.

Met deze 2024 update, van het in 2023 uitgevoerde onderzoek, is inzichtelijk gemaakt voor welke technologieën en vaardigheden de ontwikkeling of herziening van cursusmateriaal prioriteit heeft. Zowel voor de korte, middellange als lange termijn.

6. AANBEVELINGEN

Om de matrix up-to-date te houden, adviseren wij om tweejaarlijks de matrix door te nemen op ontwikkelingen en vervolgens de prioritering van bijscholingsontwikkeling. Houd hierbij rekening dat vooral overheidsagenda's en initiatieven voor sterke veranderingen in het beeld kunnen zorgen. Daarnaast is het nuttig om aanpalende sectoren mee te nemen in een toekomstige update, denk hierbij aan netbeheerders, de IT-sector, warmtebedrijven, etc. Dit omdat in de praktijk de samenleving steeds meer verbonden wordt aan de techniek. Zo kan het bereik en het draagvlak van het onderzoek uitgebreid worden.

Voor verdere toetsing en updates raden wij aan om bij de volgende update de prioritering door middel van expertmeetings en met inzet van bijvoorbeeld een digitaal platform uit te voeren. Dit levert direct een hoge en vrij betrouwbare respons (respondenten kunnen allemaal tegelijk het resultaat zien van een stemming). Ook kunnen betrokkenen direct om toelichting vragen of toelichting geven. Dit komt zowel de efficiëntie als de interactie ten goede.

7. BRONNEN

De bronnen in dit overzicht zijn gebruikt bij het inventariseren van technologieën in de convergentiefase in stap 3 van het updateproces (zie paragraaf 2.1) en de toelichting op de technologieën in de tabellen in hoofdstuk 3.

- [1] Analyserapport kennisinfrastructuur Circulariteit
- [2] ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ROBOTISERING EN INDUSTRIALISATIE: de technieksector in 2030
- [3] [CONNECT2030 – het belang van toekomstbehendigheid voor Nederland en de technieksector](#)
- [4] De Ingenieur, diverse nummers
- [5] GAP analyse: Competentie- en Opleidingsnoden bij (Toekomstige) Vakmensen in de Energietransitie
- [6] <http://digigo.nu>
- [7] <https://bgdd.nl/wat-we-bedenken/industrieel-bouwen>
- [8] <https://brains4buildings.org>
- [9] <https://knowledge-hub.circle-lab.com/frameworks/9/173?n=Service-business-models>
- [10] <https://tvvl.nl/cursus/leadengineer-gebouwautomatisering-en-beheer-2023-2024/>
- [11] <https://tvvl.nl/cursus/systeemarchitect-gebouwautomatisering-en-beheer-2023-2024>
- [12] <https://www.ballast-nedam.nl/nieuwsoverzicht/2022/robots-in-de-bouw-hoe-zit-dat>
- [13] Nieuwsbrief TU Delft 4 okt 2022
- [14] Rabobank: Circulair bouwen is het Nieuwe Normaal
- [15] Samenvatting Programmaplan DigiVaardig (versie 0.83 02/2023)
- [16] Strategic Research & Innovation Agenda 2024-2030
- [17] Technisch Weekblad, diverse nummers
- [18] TKI Urban Energy Kennisdossiers <https://topsectorenergie.nl/nl/kennisbank/>

BIJLAGEN

A Methodiek analyse en ranking technologieën

Onderstaand is een uitgebreide toelichting opgenomen waarin de opbouw van het model is beschreven.

A.1 Opzet en werking model

Om inzicht te krijgen in hoe de huidige en verwachte technologieën in de markt staan is een ranking gemaakt. Deze ranking bepaalt voor welke technologieën en kennisgebieden ontwikkeling van opleidingsmateriaal het meest relevant is, op welke termijn en in welke vorm. De ranking is gebaseerd op een aantal criteria, onderverdeeld in innovatiesystemen en marktfasen, type innovaties, functies van het innovatiesysteem en criteria op basis van risico's.

Naast de criteria voor de ranking zijn de technologieën en kennisgebieden ook beoordeeld op de beschikbaarheid van opleidingsmateriaal op dit moment. Dit vormt de nulmeting van het beschikbare opleidingsaanbod. Samen met het benodigde opleidingsmateriaal geeft dit aan welk opleidingsmateriaal op genoemde termijn beschikbaar moet zijn. De analyse op benodigd opleidingsaanbod wordt toegelicht in paragraaf 2.2.6.

De gebruikte criteria worden in de volgende paragrafen toegelicht. Bij het opstellen van de criteria is, waar relevant, gebruik gemaakt van een 5-puntsschaal met 'gaten'. Dit omdat het inschalen van de actuele situatie geen exacte wetenschap is. Door met 'gaten' te werken wordt het eenvoudiger mogelijk om de innovaties goed te plaatsen.

Score	Uitleg	Voorbeeld
1	Product toepassing vereist geen aanpassing.	Nieuw type CV-ketel, nieuw type benzineauto
2		
3	Product toepassing vraagt om kleine tot middelgrote aanpassingen.	Gebouwbeheersysteem, hybride auto
4		
5	Product is nieuw en niet vergelijkbaar met bestaande producten op de markt.	Brandstofcel, Elektrische auto

Tabel A.1 Scores 2 en 4 zijn 'gaten' voor als de innovatie lastig geplaatst kan worden.

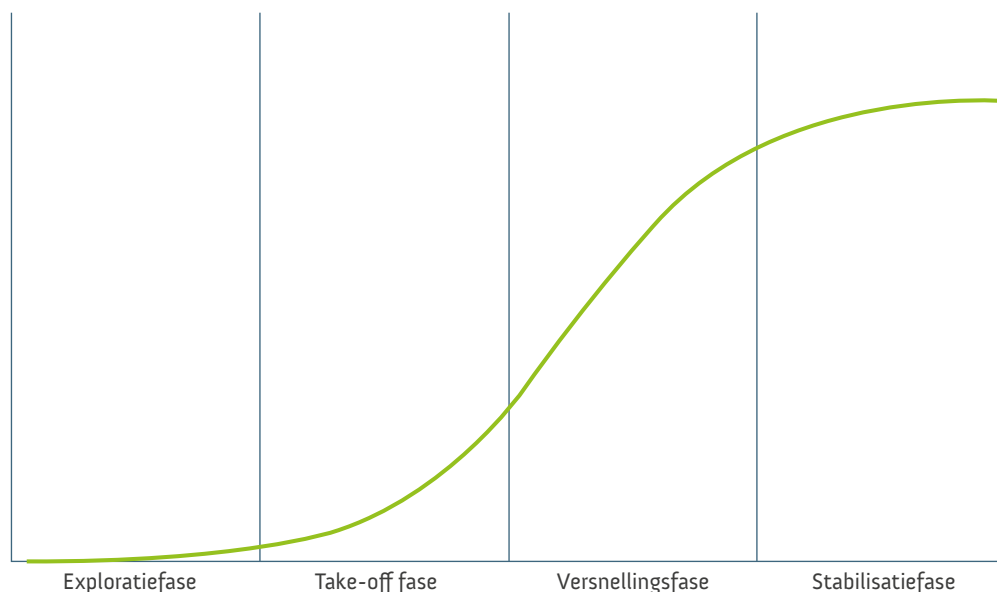
De hieronder uitgewerkte criteria zijn in dezelfde volgorde opgenomen in de spreadsheet.

A.2 Innovatiesysteem en marktfasen

Deze paragraaf beschrijft de gebruikte methode om de ontwikkeling van het innovatiesysteem en de marktfasen te beschrijven aan de hand van de marktpenetratie. Hierbij wordt gekeken vanuit marktverzadiging en welke groepen in de markt inmiddels zijn bereikt met de innovatie.

Het innovatiesysteem

De ontwikkeling van het innovatiesysteem wordt gebruikt als de maatstaf voor hoe ver een product is ontwikkeld en hoe deze in de markt staat: de marktpenetratie. De marktpenetratie is de weerspiegeling van het percentage van de beschikbare markt die het betreffende product gebruikt, zie de blauwe lijn in afbeelding A.1. Dit criterium is sterk gerelateerd aan het innovatiesysteem. De benaming van de ontwikkelfasen van een innovatiesysteem zijn doorgaans gekoppeld aan de marktpenetratie, zo ook in afbeelding A.1.



Afb. A.1 Grafische weergave van het innovatiesysteem op basis van de marktverzadiging

Onderstaand is een korte toelichting gegeven op de verschillende fasen.

- Exploratiefase** In de eerste fase van het ontstaan van een innovatiesysteem wordt gezocht naar nieuwe oplossingen, er kan een product zijn maar dit is nog niet volledig uitontwikkeld.

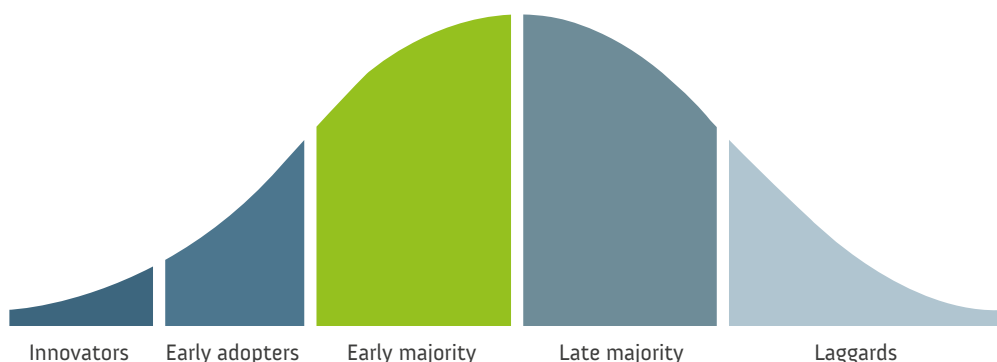
- Take-off fase** In de take-off fase is duidelijk geworden welke conceptproducten kansrijk zijn. Ook begint duidelijk te worden welke van die producten het meest succesvol is. Dit is het product dat door het merendeel van de bedrijven wordt overgenomen. Dit betekent nog niet dat het product volledig af is. Er zullen in deze fase nog afstemmingen plaatsvinden met de markt om te komen tot het definitieve product. Deze fase tekent zich met de start van de verkoop van een product. Het product gaat de competitie aan met bestaande producten.

- Versnellingsfase** Tijdens de versnellingsfase wordt het product als ware door het grote publiek gevonden. Hier vindt een zodanig snelle groei plaats, dat het een onomkeerbaar proces wordt. De nieuwe technologie is goed ingebed geraakt in de samenleving; er is veel afstemming ontstaan tussen wensen in de samenleving, institutionele structuren en de houding van bedrijven enerzijds en de nieuwe technologie anderzijds. De producten komen in een versnelling van verkoop terecht en het marktaandeel groeit snel.

- Stabilisatiefase** In deze laatste fase heeft het product zijn markt verzadigd, er worden weinig tot geen vernieuwde versies van het product meer in de markt gezet. De innovatie bereikt in deze fase het maximaal haalbare marktaandeel en wordt nu gezien als oude technologie. Het innovatie-systeem is niet meer sterk gericht op verbeteren van de innovatie en mag misschien geen innovatiesysteem meer genoemd worden. Een 'productie- en consumptiesysteem' is er nu een betere aanduiding voor.

Groepen in de marktpenetratie

Marktverzadiging is een maat voor de marktpenetratie en gaat over de relatie tussen de beschikbare markt voor een product en hoe het product op het moment in de markt staat. In afbeelding A.1 is dit gerelateerd aan de ontwikkeling van de innovatie en het systeem. In afbeelding A.2 is de marktpenetratie gerelateerd aan verschillende categorieën kopers of gebruikers, die ieder hun eigen kenmerken hebben. Het oppervlak van de grafiek in afbeelding A.2 staat voor het percentage aan kopers of gebruikers (actoren) wat zich in deze categorie bevindt.



Afb. A.2 Grafische weergave van de marktpenetratie, met oppervlakte van de fasen als percentage

Onderstaand is een korte toelichting gegeven op de verschillende categorieën.

- Innovators (2,5%)** Een kleine groep mensen met visie en verbeelding. Zij steken vaak veel energie, tijd en creativiteit in het zoeken en uitproberen van nieuwe ideeën of spullen en praten daar graag over.
- Early adopters (13,5%)** Mensen die steeds op zoek zijn naar nieuwe ideeën en spullen om daarmee hun voordeel te doen. Zij worden graag gezien als voortrekkers. Ze praten graag over hun vernieuwingen en zijn daarom goede verkondigers van de boodschap van de innovatie..
- Early majority (34%)** Praktisch ingestelde mensen die met mate vernieuwingen omarmen; ze staan open voor iets nieuws, maar dit moet duidelijk voordeel bieden. Meerderheden zijn kostenbewust en houden niet van risico's. Ze hebben een voorkeur voor standaardartikelen met een goede garantie.
- Late majority (34%)** Meer behoudend ingestelde pragmatici die er geen zin in hebben uit de boot te vallen en om die reden de algemene mode en gevestigde praktijken volgen. Ze zijn kostenbewust en terughoudend met het nemen van risico's
- Laggards (16%)** Blijven zich verzetten tegen nieuwe ideeën of spullen omdat ze daarin te veel risico zien. De laggards zijn vaak gevoelig voor kritiek.

A.3 Type innovatie

Nieuwe producten stellen vaak nieuwe eisen aan de gebruikers. Het kan zijn dat het product een simpele upgrade is van een al bestaand product, maar het kan ook een compleet nieuw product zijn. In deze paragraaf wordt toegelicht welke categorieën van innovaties onderscheiden worden en wat hierbij de criteria zijn.

De gebruikte indelingen van de innovaties zijn:

- Incrementeel versus radicaal
- Modulair versus systeeminnovatie

Algemeen kan gesteld worden dat bij radicale en systeeminnovaties ingrijpende aanpassingen in de markt nodig zijn voordat ze gebruikt kunnen worden. Bij modulaire en incrementele innovaties zijn deze aanpassingen minimaal: als de innovatie op de markt is, kan de markt deze gelijk gaan gebruiken

Incrementele versus radicale innovatie

Dit criterium geeft de mate aan waarin kennis en vaardigheden van organisaties moeten worden aangepast om de nieuwe technologie te kunnen produceren of toe te passen. In sommige gevallen zal die vereiste aanpassing minimaal zijn; we spreken dan van incrementele innovaties. In andere gevallen zal deze aanpassing juist groot moeten zijn; we spreken dan van radicale innovaties.

In het geval van radicale innovaties kunnen bestaande kennis en vaardigheden in één keer irrelevant worden, denk aan de opkomst en marktpenetratie van de elektrische auto die kennis van onderhoud van brandstofmotoren (op termijn) overbodig maakt. Radicale innovaties berusten op nieuwe wetenschappelijke of technische inzichten. Omdat dit voor veel bestaande bedrijven erg lastig is, bieden radicale innovaties dan ook vaak kansen voor nieuwe bedrijven. Radicale innovaties leiden niet alleen tot nieuwe producten; soms leiden ze door radicaal andere productiemethoden tot een verlaging van de productiekosten van technologie. We spreken dan van een procesinnovatie. Om technologieën te waarderen in deze indeling wordt tabel A.2 gebruikt.

Score	Uitleg	Voorbeeld
1	Producttoepassing vereist geen aanpassing.	Nieuw type CV-ketel, nieuw type benzineauto
2	Producten die niet goed bij 1, maar ook niet bij 3 passen	
3	Product toepassing vraagt om kleine tot middelgrote aanpassingen.	Gebouwbeheersysteem, hybride auto
4	Producten die niet goed bij 3, maar ook niet bij 5 passen	
5	Product is nieuw en niet vergelijkbaar met bestaande producten op de markt.	Brandstofcel, Elektrische auto

Tabel A.2 Mogelijke scores op het criterium incrementele-/radicale innovatie

Modulaire-/systeem innovatie

Deze categorie gaat over de reikwijdte van de vernieuwing van de innovatie: verandert er een component, verandert het systeem of verandert zelfs de infrastructuur waarbinnen de technologie wordt toegepast?

Dit criteria heeft betrekking op de mate waarin aanpassingen nodig zijn in de sociaal-economische of technische context waarin de nieuwe technologie als het ware ingebed wordt. Bestaande technologieën zijn ingebed in een breed kader van regelgeving, fabrikanten, leveranciers, betrokken partijen,

gewoonten, infrastructurele organisatie et cetera. Als de noodzakelijke aanpassing in de sociaal-economische en/of technische context van de innovatie minimaal is, spreken we van modulaire innovatie. Is deze daarentegen groot, dan hebben we te maken met een systeeminnovatie. Bijvoorbeeld de warmtepomp: er is regelgeving nodig mbt geluidoverlast en de elektrische infrastructuur moet verzaamd worden om voldoende vermogen te kunnen leveren.

Bij een modulaire innovatie gaat het om slechts enkele partijen die met een verandering te maken krijgen als gevolg van de innovatie; de rest van de sociaaleconomische en technische context kan onveranderd blijven. Bij een systeeminnovatie vraagt de innovatie veel veranderingen van een groot aantal partijen, meestal ook nog tegelijkertijd.

Een mooi voorbeeld van een systeeminnovatie in de bouwsector is het bouwen van huizen op basis van hout, de zogenaamde houtskeletbouw. Deze vorm van huizen bouwen vraagt veranderingen in alle denkbare schakels van de bouwsector, van architecten, materiaalleveranciers, bouwkundigen en bouwvakker tot aannemers. We zien dan ook dat deze vorm van huizen bouwen nauwelijks wordt aangeboden door gevestigde bedrijven, bedrijven die vooral kennis en ervaring hebben met bakstenen stapelen en betongieten. Het zijn specialistische bedrijven, met andere netwerken, die deze bouwvorm aanbieden. Om technologieën te waarderen wordt de indeling uit tabel A.3 gebruikt.

Score	Uitleg	Voorbeeld
1	Partijen hoeven zich niet of nauwelijks aan te passen	Hoog isolerend glas
2	Innovaties die niet goed bij 1, maar ook niet bij 3 passen	
3	Een deel van de partijen moet zich aanpassen	Warmtepomp, Decentrale balansventilatie
4	Innovaties die niet goed bij 3, maar ook niet bij 5 passen	
5	De meeste partijen die te maken hebben met het systeem moeten zich aanpassen	Houtskeletbouw, Nul op de Meter renovaties

Tabel A.3 Mogelijke scores op het criterium Modulaire-/systeem innovatie

A.4 Functies van het innovatiesysteem

Lundvall, een van de grondleggers van het innovatiesysteemdenken zegt het als volgt: “De belangrijkste hulpbron in de moderne economie is kennis, en leren is daarin het belangrijkste proces”. De criteria om de impact van ‘leren en kennis’ voor nieuwe technieken goed in kaart te brengen worden hieronder toegelicht. Voor deze criteria is gebruik gemaakt van uitgebreid onderzoek dat is gedaan naar de functies van het innovatiesysteem (Suurs, R. en Hekkert, M). Deze functies zijn onderstaand beschreven:

1. Ondernemersactiviteiten
2. Kennisontwikkeling
3. Kennisverspreiding
4. Richting geven aan het zoekproces
5. Markt creëren
6. Bronnen voor innovatie
7. Doorbreken van weerstand



Afb. A.3 Weergave van ‘functies van het innovatiesysteem’



Afb. A.4 Het boek ‘De innovatiemotor’

A.4.1 Ondernemersactiviteiten

De ondernemersactiviteiten die binnen het innovatiesysteemdenken belangrijk zijn, bestaan uit: experimenteren door ondernemers, met eerste commerciële projecten, demonstratieprojecten, en activiteiten voor portfolio-uitbreiding met de innovatie.

De rol van de ondernemers is het transformeren van het potentieel van nieuwe kennis, netwerken en markten in concrete acties om nieuwe bedrijfskansen te genereren en daar vervolgens financieel beter van te worden. De klassieke rol van de ondernemer is dus dat deze kennis vertaalt in economische kansen en, uiteindelijk, in succesvol toegepaste innovaties.

Ondernemers en hun activiteiten zijn onmisbaar bij het overwinnen van de fundamentele onzekerheden van beginnende technologieën. Deze onzekerheden komen soms voort uit een gebrek aan informatie maar soms ook uit de onmogelijkheid om alle consequenties van de toepassing van de technologie te overzien. Vaak bestaat er een gebrek aan aansluiting tussen de nieuwe technologie en de sociaal-technische omgeving waarin deze moet worden toegepast. Dit maakt de ontwikkeling van opkomende technologieën onvoorspelbaar, hoewel zij in de loop van de tijd proefondervindelijk kunnen worden aangepast aan de omgeving en omgekeerd. Door te experimenteren wordt er meer kennis opgedaan over het functioneren van de technologie onder verschillende omstandigheden. Zo kunnen reacties van consumenten, overheid, toeleveranciers en concurrenten worden geëvalueerd. Door te experimenteren met nieuwe technologie vinden dus veel leerprocessen plaats.

Om de aanwezigheid van de ondernemersactiviteit te waarderen wordt gebruik gemaakt van de scores in tabel A.4. Het aantal (pilot-)projecten en experimenten vormt hier het criterium.

Score	Uitleg
1	Slechts enkele bedrijven experimenteren met het product/de technologie.
2	
3	Een groeiende groep bedrijven draaien pilots of experimenten voor het product/de technologie.
4	
5	Er worden veel pilots of experimenten voor het product/de technologie gestart.

Tabel A.4 Mogelijke scores voor de aanwezigheid van de functie Ondernemersactiviteiten

A.4.2 Kennisontwikkeling

Kennisontwikkeling gebeurt via studies, laboratoriumexperimenten, pilots, communities of practice en leren in de praktijk

De belangrijkste vormen van leren zijn zoekend leren en ervaringsleren ('learning-by-searching' en 'learning-by-doing'). Zoekend leren is vooral het kennisontwikkelingsproces dat plaatsvindt aan universiteiten en onderzoekslaboratoria van bedrijven en onderzoeksinstellingen. Het betreft zuiver wetenschappelijk onderzoek en toepassingsgericht onderzoek: Research and Development (R&D). Ervaringsleren is een ander proces. Het gaat hier om leren in de praktijk. Door met de technologie te werken, die te gebruiken dan wel te observeren in de praktijk, wordt kennis vergaard die niet in de laboratoria wordt gegenereerd. Bij ervaringsleren is de gebruiker van de innovatie van groot belang. Deze gebruiker wordt direct geconfronteerd met de plus- en minpunten van de innovatie. Technologieontwikkelaars dienen dan ook te leren van de ervaringen van de gebruiker om de innovatie te verbeteren zodat volgende generaties van de innovatie minder gebreken vertonen en beter zijn afgestemd op de wensen van de gebruiker.

Kennisontwikkeling is verbonden met het scheppen van variëteit in het innovatiesysteem: bij een krachtige kennisontwikkeling komen steeds meer keuzemogelijkheden beschikbaar, zowel in termen van technologieën als van mogelijke toepassingen. Deze variatie is goed om te ontdekken welk ontwerp van een nieuwe technologie wel en welk ontwerp niet geschikt is voor verdere ontwikkeling. Oneindig veel variatie is daarentegen problematisch, omdat verdere ontwikkeling middelen vergen en middelen niet in oneindige mate aanwezig zijn. Na een periode van variatie is dan ook selectie nodig.

Om aan te geven hoe dicht op de praktijk de kennisontwikkeling plaats vindt, wordt gebruik gemaakt van de scores in tabel A.5.

Score	Uitleg
1	Kennisontwikkeling vindt vooral plaats aan universiteiten en onderzoekslaboratoria van bedrijven en onderzoeksinstellingen.
2	
3	Steeds meer bedrijven zetten de technologie in om te leren in de praktijk. De variatie van toepassingsmogelijkheden groeit.
4	
5	Een grote groep bedrijven zet de technologie in om te leren in de praktijk.

Tabel A.5 Kennisontwikkeling score

A.4.3 Kennisverspreiding

Kennisdifusie is de kennisuitwisseling in netwerken.

De kenmerkende organisatiestructuur van een technologisch innovatiesysteem is een netwerk. Het is het geheel van partijen dat gezamenlijk werkt aan de ontwikkeling van nieuwe technologie. Via kennisuitwisseling worden de leerprocessen zoals hierboven beschreven versneld en tot een hoger niveau gebracht. Het grote belang van kennisuitwisseling heeft dan ook geleid tot een apart begrip: interactief leren.

In een innovatiesysteem vindt innovatie alleen plaats als deelnemers met verschillende achtergronden met elkaar in contact treden. Gebruiksleren is een speciale vorm van interactief leren, waarbij het leren plaatsvindt door het uitwisselen van kennis tussen producenten en gebruikers van nieuwe technologie (dit wordt ook wel her-uitvinding genoemd).

Naast geld zijn er voldoende goede mensen nodig om een innovatietraject verder te brengen. Een innovatieve economie is dan ook alleen maar mogelijk met een goed functionerend onderwijsstelsel. Aangezien opleidingen afhankelijk zijn van kennis is de functie 'kennisontwikkeling' van direct belang voor een goede invulling van deze functie. Waar voor een land het gemiddelde opleidingsniveau van groot belang is, is voor een specifiek innovatietraject van belang dat er specialisten op alle opleidingsniveaus aanwezig zijn die baanbrekend (praktijk) onderzoek en (praktische) implementatie kunnen verrichten. Als een innovatietraject sterk afwijkt van bestaande onderzoeklijnen en curricula dan is deze vaak lastig te agenderen en te financieren.

Score	Uitleg
1	Er is weinig tot geen kennis beschikbaar.
2	
3	Kennis is beperkt beschikbaar voor zelfstudie en opleidingen. Producenten en gebruikers leren steeds vaker van elkaar.
4	
5	Kennis is breed beschikbaar, zowel zelfstudie als opleidingen. Ervaringen van gebruikers worden door producenten actief benut voor verbetering.

Tabel A.6 Kennisdifфуsie/kennisverspreiding score

A.4.4 Richting geven aan het zoekproces

Aan het zoekproces wordt richting gegeven door het ‘managen’ van verwachtingen, beloften en beleidsdoelen en de resultaten uit de overige functies.

Als een bekende gevestigde partij duidelijk maakt toekomst te zien in de nieuwe technologie en dat onderbouwt met de aankondiging van een aanzienlijke investering, dan wordt de nieuwe technologie direct gezien als een geloofwaardiger alternatief.

Ook overheden kunnen bijdragen aan richting geven. Dit kan op een generieke manier door bijvoorbeeld het formuleren van klimaatdoelstellingen. Hiermee komt een breed scala aan energiezuinige of duurzame energie-innovaties in een gunstig daglicht te staan. Doelstellingen kunnen specifiek geformuleerd worden, zoals een duurzame energiedoelstelling of een technologie-specifieke doelstelling. Hoe meer het duidelijk wordt dat de overheid echt serieus is in het behalen van de gestelde doelen, hoe beter de marktkansen voor de nieuwe technologie worden ingeschat, en hoe sterker dit bijdraagt aan het richtinggevende proces.

Het verloop van een maatschappelijke discussie rond nieuwe technologie is heel bepalend voor een positieve vorm of negatieve vorm van richting geven.

Score	Uitleg
1	Er wordt bijna geen richting gegeven aan het zoekproces.
2	
3	Zowel bedrijven als overheden geven aan dat de innovatie een positieve bijdrage aan de economie of de maatschappij kan geven.
4	
5	De maatschappelijke discussie aangejaagd door bedrijven en overheden levert een positieve bijdrage aan acceptatie van de innovatie

Tabel A.7 Richting geven aan het zoekproces score

N.B. In deze versie van de analyse is dit criterium vanwege de grote mate van subjectiviteit en onzekerheid niet meegenomen in de ranking. Wel valt op dat dit criterium regelmatig innovaties belemmert of sterk versnelt. Bijvoorbeeld door het wel of niet aanpassen van wet- en regelgeving.

A.4.5 Marktvorming

Creëren van markten, bijvoorbeeld door marktstimuleringsbeleid en belastingvrijstellingen.

In het algemeen kunnen baanbrekende innovaties de concurrentie met bestaande technologieën niet aan. Om baanbrekende innovaties te stimuleren is het daarom noodzakelijk om kunstmatig (niche) markten te creëren. Dit bijvoorbeeld door subsidies, campagnes en belastingvrijstelling.

Score	Uitleg
1	Er wordt niet op marktvorming gestuurd.
2	
3	Er wordt beperkt op marktvorming gestuurd.
4	
5	Er wordt actief op marktvorming gestuurd.

Tabel A.8 Marktvorming score

A.4.6 Mobiliseren van middelen / Bronnen voor innovatie

Mobiliseren van middelen, bijvoorbeeld in de vorm van subsidies, venture capital, uren, kennis of investeringen.

Deze functie heeft betrekking op de toewijzing van financiële en personele hulpmiddelen. Voor de ontwikkeling van een innovatiesysteem is het ter beschikking komen van zulke hulpmiddelen een absolute voorwaarde. Een opkomend innovatiesysteem kan zich niet ontwikkelen zonder geld, apparatuur en gekwalificeerde vakmensen.

Hier komen grote onzekerheden ten aanzien van het slagen van de technologie samen met een enorme behoefte aan kapitaal. Dit is dan doorgaans ook een erg moeilijke fase in het innovatietraject. Door de spanning tussen een grote investeringsbehoefte en nog weinig zicht op de slaagkans wordt deze fase wel eens aangeduid als de 'vallei des doods'. Hier sneuvelt een groot aandeel van alle innovatietrajecten. Als we de vallei des doods projecteren op de fasen in de opbouw van een innovatiesysteem dan bevindt deze zich rond het begin van de take-off fase en rond het moment waarop de early majority gaat aanhaken

Score	Uitleg
1	Er wordt bijna niet geïnvesteerd in de nieuwe techniek.
2	
3	Er wordt door een groeiende groep bedrijven in de nieuwe techniek geïnvesteerd.
4	
5	Er wordt volop geïnvesteerd in de nieuwe techniek.

Tabel A.9 Mobiliseren van middelen score

A.4.7 Ondersteuning door belangengroepen, doorbreken van weerstand

Creëren van legitimiteit door middel van onder andere lobbyactiviteiten en adviezen.

De opkomst van een technologie leidt veelal tot weerstand van belanghebbenden bij bestaande technologieën. Om het innovatiesysteem verder te ontwikkelen moet tegenspel worden geboden aan deze weerstand. Dit kan gebeuren door druk uit te oefenen ter verandering van de bestaande institutionele structuur, door het voeren van politieke lobby's en het geven van adviezen ten behoeve van de opkomende technologie.

Score	Uitleg
1	Er is bijna geen ondersteuning van belangengroepen.
2	
3	Er wordt door een groeiende groep activisten gelobbyd voor het product.
4	
5	Er wordt actief gelobbyd voor het product.

Tabel A.10 Ondersteuning door belangengroepen score weergave

A.5 Ranking oude matrix

In de editie 2018 van dit onderzoek is gebruik gemaakt van andere ranking-criteria dan in het onderzoek van 2020 en 2023. De nu gebruikte matrix dekt de vraag naar inzicht in opleidingen en markt-positionering beter. Enkele punten uit de eerder gebruikte matrix zijn ook opgenomen in de huidige matrix. Deze worden hieronder uitgelegd.

Problemen in de praktijk

Of het toepassen van het product in de praktijk met enige regelmaat misgaat. Voor sommige producten is er te weinig kennis en/of kunnen beschikbaar om ze goed toe te kunnen passen. Dit leidt in de praktijk tot slecht of niet functionerende installaties of componenten. Deze problemen kunnen verschillende oorzaken hebben, denk aan een slechte kennisontwikkeling, geen kennisdiffusie, een te snel groeiende markt of geen ondernemersactiviteiten.

Score	Uitleg	Voorbeeld
1	Er zijn bijna geen problemen in de praktijk.	
2		
3	Er komen regelmatig problemen voor.	Lage temperatuurverwarming.
4		
5	Er zijn vaak problemen in de praktijk.	Warmtepompsystemen.

Tabel A.11 Problemen in de praktijk score

Impact op de gezondheid

Kan de techniek bij het niet goed toepassen gevolgen hebben voor de gezondheid? En in welke mate?

Score	Uitleg	Voorbeeld
1	Er zijn geen gezondheidsgevolgen bij foute toepassing.	Zonnewarmte.
2		
3	De gezondheidsgevolgen bij het niet goed toepassen van de techniek zijn matig.	Lage temperatuurverwarming.
4		
5	De gezondheidsgevolgen bij het niet goed toepassen van de techniek zijn ernstig tot zeer ernstig.	Ventilatie, rookgasafvoer.

Tabel A.12 Impact op de gezondheid score

A.6 Analyse bijscholingsaanbod

Het bijscholingsaanbod is voor vier beschikbaarheidsniveaus voorzien van een ranking. De ranking geeft weer in welke mate de bijscholing van de betreffende technologie op dat niveau beschikbaar is. Elk criterium heeft als antwoord ja, nee of gedeeltelijk, waar gedeeltelijk kan betekenen dat de kennis over de techniek buiten de installatietechniek ligt of dat er maar klein aantal aanbieders zijn. Onderstaand volgt eerst een omschrijving van de niveaus, daarna volgt de tabel met de keuzeopties voor de ranking.

Maatwerk kennisoverdracht

Op dit niveau van bijscholingsaanbod is er geen breed toegankelijke bijscholing beschikbaar, wel maatwerk kennisoverdracht door experts/pioniers. Er is (zeer) weinig en vaak lastig vindbaar aanbod beschikbaar. Het kan lastig zijn om goede en slechte kwaliteit in de bijscholingspraktijk van elkaar te onderscheiden. Dit kan voor problemen zorgen in de verdere ontwikkeling en het in gebruik nemen van een technologie. De ervaringsdeskundigen of experts bieden meestal hun kennis aan vanuit enthousiasme, als lobby of in de vorm van consultancy.

Bijscholing op aanvraag

Op dit niveau van bijscholingsaanbod is er bijscholing beschikbaar op aanvraag en als maatwerk. De bijscholing wordt vaak gegeven door enthousiaste early adopters, bij projecten betrokken experts of 'adviesbureaus'. Dit zijn over het algemeen de zogenaamde 'first followers'. De bijscholing is vaak beschikbaar tegen adviesvergoeding en/of als marketing.

Bijscholing wordt in deze fase ook wel georganiseerd als 'versneller' van markt-adaptatie, bijvoorbeeld trainingen over de Energie Prestatie Vergoeding of de nZEB-tool (met open inschrijving/als onderdeel van een congres of seminar).

Bij onderwerpen die door technologie-aanbieders belangrijk worden gevonden ontstaan in deze fase vaak korte basiscursussen (halve dag-sessies/eind middag of begin avond sessies). Proactieve branches stellen in deze fase ook eindtermen voor bijscholing, toetsing van bijscholing en cursusmateriaal op. Dit om snel kwalitatief goed aanbod en erkenning te organiseren. In het regulier onderwijs wordt de ontwikkeling door enthousiaste en bevlogen docenten opgepakt. Dit vaak als onderdeel van een projectweek.

Eén of enkele aanbieders van bijscholing spelen actief in op dit onderwerp.

Bijscholing breed beschikbaar

Bijscholing is breed beschikbaar, zowel als open inschrijving als in-company maatwerk. De bijscholing wordt meestal verzorgd door partijen die eerst early adopter waren.

Bij onderwerpen die een groter marktaandeel hebben/krijgen wordt veel gewerkt met train-de-trainer en met inhuur van freelancers. De concurrentie neemt toe en de kosten voor het inhuren van trainers neemt af. Werken met erkende vakmensen gaat steeds vaker voordelen opleveren in aanbestedingen en offerte-trajecten. Er zijn meerdere tot veel aanbieders met vergelijkbaar en concurrerend aanbod. Ook scholen bieden trainingen aan voor bijscholing.

In deze fase worden in het regulier onderwijs de nieuwe technieken benut in bijvoorbeeld keuzedelen, zodat leerlingen er bewust voor kunnen kiezen (verdieping/verbreding). Uitgevers voor het onderwijs beginnen thema-katernen uit te brengen..

Bijscholing deel van regulier onderwijs

Bijscholing is breed beschikbaar. Via kwalificatie dossiers wordt de bijscholing ingebed in het regulier onderwijs. Er is door de mainstream aanbieders van bijscholing een stevige concurrentie op prijs.

Keuzeopties ranking

Voor de ranking is bewust gekozen voor een beperkt aantal keuzeopties. Deze staan in tabel A.13

Optie	Binnen
Ja	Op dit niveau is bijscholing breed beschikbaar en goed toegankelijk.
Nee	Op dit niveau is bijscholing niet beschikbaar.
Gedeeltelijk	Op dit niveau is bijscholing beschikbaar toegankelijk, maar onvoldoende.
N.v.t.	Voor deze technologie is dit bijscholing op dit niveau niet relevant.

Tabel A.13 Keuzeopties ranking beschikbaarheid bijscholing

A.7 Analyse gaps bijscholingsaanbod

De beschikbare technologieën zijn in beeld gebracht met de analyse criteria voor het ranken van innovaties, zoals beschreven in hoofdstuk A.2. Het beschikbare bijscholingsaanbod is in beeld gebracht met de analyse-criteria uit hoofdstuk A.7.

De gaps in het bijscholingsaanbod gerelateerd aan de ranking technische innovaties kunnen inzichtelijk gemaakt worden op basis van een gecombineerde analyse. Bij deze analyse is de urgentie vanuit de innovatie-analyse gecombineerd met de mate van beschikbaarheid van bijscholing.

Hierbij is gekozen voor een combinatie van de fase van het innovatiesysteem, de mate van kennisdiffusie en de beschikbaarheid van het bijscholingsaanbod. Onderstaande tabel toont de relatie tussen de drie.

Fase innovatiesysteem	Bijscholing breed beschikbaar	Kennisdiffusie	Benodigde investering in bijscholing
Versnelling of stabilisatie	Nee	≤3	Korte termijn
Take-off	Nee	≤3	Middellange termijn
Exploratie	Nee	≤3	Lange termijn

Tabel A.14 Relatie tussen criteria voor bepaling van investeringstermijn

Deze criteria bepalen gezamenlijk binnen welke termijn investering nodig is om het kennisniveau op peil te krijgen. Neem als voorbeeld luchtdicht bouwen, deze techniek zit in de versnellingsfase van het innovatiesysteem, bijscholing is niet breed beschikbaar en de kennisdiffusie zit op niveau 3. Voor deze techniek is het belangrijk dat er binnen korte termijn kennis beschikbaar komt. Gebeurt dit niet dan wordt de techniek uiteindelijk te vaak toegepast zonder de benodigde kennis in huis te hebben, met alle gevolgen van dien.

De termijnen zijn gebaseerd op basis van de ervaring die is opgedaan in de eerdere uitvoeringen van dit onderzoek. Onderstaande tabel A.15 laat de termijnen zien, gekoppeld aan de termijn waarop geïnvesteerd moet worden.

Benodigde investering in bijscholing:	Binnen
Korte termijn	0 - 1 jaar
Middellange termijn	1 - 2 jaar
Lange termijn	2 - 5 jaar

Tabel A.15 Termijnen en binnen welke termijn geïnvesteerd moet worden

Naast de bovengenoemde criteria zijn er ook nog een aantal andere manieren toegepast om onderscheid te kunnen maken tussen de technieken in dezelfde termijn. Deze manieren zijn als filters toegevoegd aan het Excel-bestand.

Een eerste manier is nagaan of een techniek snel opkomend is. Als een techniek bijvoorbeeld snel opkomend is dan zal deze techniek hoger op de prioriteitenlijst staan dan een techniek die dat niet is. De criteria hiervoor zijn opgenomen in tabel A.16.

Een techniek is snel opkomend als:		
Marktvorming	>3	Het tempo van marktvorming hoog ligt
Mobiliseren van middelen	>3	Er goed wordt geïnvesteerd in de ontwikkeling
Ondersteuning door belangengroepen	>3	De lobby/het maatschappelijke draagvlak groeit

Tabel A.16 Criteria voor technieken om snel opkomend te zijn

Een tweede manier om extra onderscheid te kunnen maken tussen de technieken is of bijscholing over het algemeen van groter belang is. Tabel A.17 laat zien aan de hand van welke criteria deze conclusie wordt getrokken.

Bijscholing is van groter belang als:		
Incrementeel/radicaal	>3	Er sprake is van een radicale innovatie, hiervoor is meer kennis en kunde nodig
Modulair/systeem	>3	Er sprake is van een systeem innovatie, hiervoor is meer kennis en kunde nodig
Problemen in de praktijk	>3	Er sprake is van een radicale innovatie, hiervoor is er kennis en kunde tekort'

Tabel A.17 Criteria voor technieken waarbij bijscholing van groter belang is

A.8 Indeling technologieën

Bij deze vierde versie van het onderzoek bleek dat het aantal technologieën dat in de analyse is betrokken, flink is toegenomen. Om in de ranking makkelijker te kunnen filteren en zoeken is daarom een indeling aangebracht. Deze indeling biedt de mogelijkheid om te zoeken aan de hand van de volgende kenmerken: bouwtype, CONNECT2030 en toepassing. Deze zijn in de spreadsheet aan het begin van de regel opgenomen, direct na de omschrijving van de technologie. In de analyse op gaps in het bijscholingsaanbod spelen deze verder geen rol.

In het kenmerk bouwtype kan worden gezocht op de categorieën W, U en W/U. Deze afkortingen staan voor woningbouw, utiliteitsbouw en woning- & utiliteitsbouw.

De thema's uit CONNECT2030 zijn toegevoegd en vervangen de programmalijnen uit CONNECT2025.

Naast het overkoepelende thema **'TOEKOMSTBESTENDIGHEID'** zijn er vijf thema's geïdentificeerd die de grootste impact hebben op de technieksector en haar rol binnen Nederland, op weg naar 2030.

- **'OVERAL EN ALTIJD ENERGIE'** – Over de enorme opgave, de doordachte inzet van alle opties en het belang van regie en samenwerking.
- **'GEZOND, SCHOON EN VEILIG'** – Over balanceren binnen grenzen, beter maken en beter organiseren en het collectieve besef van verandering.
- **'CIRCULAIRE WERELD'** – Over de grenzen aan groei en over de kansen achter deze ingrijpende uitdagingen.
- **'VOLWASSEN DIGITALISERING'** – Over digitalisering over, de volgende versnelling en over meedoen of achterblijven.
- **'HUMAN CAPITAL'** – Over ongekende krapte, echt anders boeien en binden van professionals, en over nieuwe krachten.

We stellen dat TOEKOMSTBESTENDIGHEID een ventrale rol speelt in de mindset voor CONNECT2030. Het vormt het overkoepelende thema dat overheden, organisaties en bedrijven helpt om zich voor te bereiden op de onzekerheid die complexe systemen (en met elkaar vervlochten uitdagingen) van nature hebben. Het gaat over een attitude die weergeeft dat de toekomst niet precies voorspeld kan worden, maar dat je er als organisatie wel op kan voorbereiden dat het anders is dan vandaag. Naast het bouwtype en de thema's van CONNECT2030 is er ook het kenmerk toepassing toegevoegd als filterkenmerk. Het kenmerk 'toepassing' kent de categorieën als beschreven in onderstaande tabel (elke toepassing is een cluster).

Toepassing	Uitleg
Energietransitie	Het overgaan van fossiele brandstof naar duurzame energiebronnen, met alle aspecten daar omheen. Denk hierbij niet alleen aan de energie opwekkers maar ook aan algehele verduurzaming van een woning/gebouw.
Energieopslag	(Duurzame) Opslag van energie, bijvoorbeeld warmtebatterijen of waterstofopslag.
Gezond binnen	Alles wat te maken heeft met binnenmilieu, zoals ventilatie, fijnstof en luchtdicht bouwen.
Innovaties in energieopwekking	Nieuwe technieken in de energieopwekking, zoals waterstofverwarming en adiabatische koeling.
Innovaties in energiedistributie	Nieuwe technieken in de energiedistributie, zoals bijvoorbeeld collectieve koudnetten en intelligente laadsystemen.
Klimaatadaptatie	Alle mogelijkheden om veranderingen in het klimaat (te veel of te weinig neerslag, extreem klimaat, temperatuureilanden, etc.) op te vangen, zoals groene gevels, blauwe daken en hemel-/grijswatersystemen.
Industrialisatie en prefabricage	De vernieuwing van het productieproces binnen de installatietechniek, denk hierbij aan loze leidingen in nieuwbouw of aan serie energierenovaties.
Digitalisering (gebouw)	Automatisering en monitoring van gebouwen en installaties, denk hierbij aan sensorregelingen van verlichting en het monitoren van installaties.
Digitalisering (proces)	Digitale inrichting van (werk)processen, zoals het werken met een VR-bril of digitale tools (apps op de bouwplaats).
Circulariteit	Het beperken en hergebruiken van grondstoffen, denk hierbij aan adaptief bouwen/installeren of het materialenpaspoort.

Tabel A.18 Toepassingsgebieden voor snelle filtering van resultaten op diverse thema's

Colofon

© ISSO, CONNECT, januari 2025

Dit kennisproduct is opgesteld en gecontroleerd conform de procedures uit ISO 19650. Deze norm voorziet in verschillende momenten en vormen van validatie die de vastgelegde kennis ondergaat tijdens het ontwikkelproces.

De realisatie en validatie van dit rapport werd verzorgd door:

Rapporteur(s)	Berend Koudstaal Dennis van der Kooij Siepan Khalil	ISSO ISSO ISSO
Leesgroep (validatiesessies)	Beleidscommissie Innovatie Beleidscommissie Energie en duurzaamheid Beleidscommissie Circulariteit en duurzaamheid Beleidscommissie Digitalisering Beleidscommissie Ontwikkeling / Scholing & Beleidscommissie Onderwijs / Arbeidsmarkt (OSA)	Techniek Nederland Techniek Nederland Techniek Nederland Techniek Nederland Techniek Nederland
Redactie en vrijgave voor publicatie	Marco Hofman	ISSO

De Innovatie Analyse technieksector 2024 is uitgevoerd door ISSO in opdracht van Wij Techniek. Dit is gedaan in nauwe afstemming met Techniek Nederland en TVVL.

De bij dit onderzoek behorende Excel-spreadsheet is op aanvraag verkrijgbaar via b.koudstaal@isso.nl.



WWW.STARTMETCONNECT.NL

