



Versnelling van energierenovaties in de gebouwde omgeving (MMIP 3)

Meerjarig Missiegedreven Innovatieprogramma

Versie – 19 mei 2023



Inhoudsopgave

1 Samenvatting	3
2 Inleiding	7
3 Innovatieopgave	9
4 Nederlandse Innovatie-inzet	21
5 Nederlandse innovatie-activiteiten	42
6 Samenhang op Hoofdpijnen	48
Human Capital	50
Digitalisering	51
Maatschappelijk Verantwoord Innoveren	52
Circulariteit	52
Veiligheid	53
7 Stakeholders/actoren	56
8 Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren op hoofdpijnen	57
9 Communicatie, leren en disseminatie	60
Colofon	62
Bijlage 1 Financiering	65
Bijlage 2 Randvoorwaarden/beleid	66



1 Samenvatting

Het kabinet heeft met het nationale Klimaatakkoord één centraal doel: het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen in Nederland. Voor deze opgave is kennis en innovatie nodig, welke wordt beschreven in dertien *Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's* (MMIP's). Voor u ligt MMIP 3, getiteld 'Versnelling energierenovaties in de gebouwde omgeving'. Dit MMIP draagt bij aan missie B van het Klimaatakkoord (een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050), en de tussendoelen die voor 2030 geformuleerd zijn in het coalitieakkoord.

Het hoofddoel van dit MMIP is om innovaties te ontwikkelen die woningen en utiliteitsgebouwen gereedmaken voor een CO₂-vrije warmtevoorziening¹ en die de opschaling van het aantal verduurzaamde gebouwen mogelijk maken. De uitvoering van dit programma levert waardevolle innovaties op die kunnen leiden tot verbeteringen in producten, processen of diensten.

Het MMIP geeft richting aan het missiegedreven innovatiebeleid, innovatiesubsidies van verschillende ministeries, kennisgeld van relevante kennisinstellingen en R&D investeringen vanuit de sector. Hiermee biedt het MMIP handvatten om met focus te werken aan de innovatiethema's die nodig zijn om de tussendoelen uit het Klimaatakkoord en het Beleidsprogramma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving² mogelijk te maken.

Het MMIP is geen subsidieregeling met een eigen budget. Het programma levert de producten, processen of diensten die nodig zijn voor een efficiënte uitvoering van de energietransitie in de Gebouwde Omgeving. Hierbij gaat het voornamelijk om de bouwkundige maatregelen en de integratie van installatietechniek¹ in verduurzamingsconcepten. De benodigde innovaties voor installatietechnische maatregelen wordt behandeld in MMIP4 'Duurzame warmte en koude'. Verschillende regionale, landelijke en Europese (subsidie)regelingen leveren gezamenlijk een bijdrage aan het MMIP door innovaties in een deel van de innovatieketen een stap verder te helpen.

Doelstellingen

MMIP 3 stimuleert technische, procesmatige en maatschappelijke innovaties die de energietransitie in de gebouwde omgeving kunnen versnellen. Dit moet bijdragen aan het behalen van het tempo van woningverduurzaming van 200.000 woningen per jaar vóór 2030. Daarnaast moet de een belangrijk deel (~25%) van de utiliteitsbouw verduurzaamd worden naar minimaal energielabel C voor 2030. In 2050 moeten alle woningen en utiliteitsgebouwen klimaatneutraal zijn.

¹ Voor ruimteverwarming, koeling, ventilatie en tapwater

² [Beleidsprogramma Versnelde Verduurzaming Gebouwde Omgeving](#)



De belangrijkste doelstellingen uit het Programma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving waar het MMIP aan bijdraagt zijn als volgt:

- Isoleren van 2,5 miljoen woningen met nadruk op uitsfaseren slechte labels (D, E, F en G): 1,5 miljoen koopwoningen en 1 miljoen huurwoningen worden geïsoleerd tot minimaal de Standaard voor woningisolatie;
- Uitsfaseren slechte labels in de utiliteitsbouw: Voor 2027 verduurzamen van de 15% gebouwen met slechtste energiestaat, energielabel G conform de nieuwe labelclassificatie tot minimaal energielabel C (60.000 gebouwen). Voor 2030 verduurzamen van gebouwen met energielabel F conform de nieuwe labelclassificatie tot minimaal energielabel C (60.000 gebouwen);
- Verlagen van de milieu-impact van energierenovaties tot een MPG van <0,5 door inzetten op circulaire principes als het reduceren van gebruik van schaarse- en energie-intensieve materialen en levensduurverlenging;
- Minimaal 20% van het lokale energiegebruik wordt binnen de gebouwde omgeving duurzaam opgewekt.

Deelprogramma's

Er wordt vanuit verschillende routes aan deze doelstellingen gewerkt. Daarvoor zijn vier deelprogramma's geformuleerd die elk aan deze doelstellingen bijdragen. De deelprogramma's zijn:

- (1) Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten voor woningen en utiliteitsgebouwen
- (2) Industrialisatie van het verduurzamingsproces
- (3) Digitalisering van het verduurzamingsproces
- (4) Een inclusieve en aantrekkelijke energietransitie gebouwde omgeving

Er worden betaalbare en aantrekkelijke verduurzamingsconcepten ontwikkeld voor belangrijke bouwtypen (arrangementen), met een focus op gebouwen of bouwtypen die een groot deel van de CO₂-uitstoot veroorzaken. De industrialisatie en digitalisering van het productie-, (ver)bouw- en installatieproces is nodig om de gewenste uitvoeringscapaciteit te bereiken en verdere kostenreductie te realiseren. Ook moeten de technische en procesmatige innovaties aansluiten bij maatschappelijke aspecten en sociale opgaven. Met deze arrangementen, opschaling en aandacht voor de gebruiker kan een efficiencyverbetering worden bereikt, die in 2030 leidt tot lagere systeemkosten. Zo wordt verduurzamen binnen korte termijn goedkoper, makkelijker en aantrekkelijker.

In de tabel op de volgende pagina zijn de kennis- en innovatievraagstukken per deelprogramma weergegeven.



Tabel 1: Samenvatting MMIP3

Thema	Kennis- en innovatievraagstukken	Type instrumenten en projecten nodig
Deelprogramma 1 Ontwikkeling integrale verduurzamingsconcepten		
3.1.1 – Verduurzamingsconcepten voor belangrijke gebouwtypen (aanbodontwikkeling)	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwikkeling en opschaling van integrale verduurzamingsconcepten naar de eindnorm, voor 70% van de gebouwvoorraad. • Verduurzamingsconcepten voldoen minimaal aan binnenklimaatlabel C • Voor alle gebouwtypen is een technisch toepasbaar BIPV(T)-systeem beschikbaar. 	<p>Continuering van bestaande instrumenten: MOOI, DEI+, PPS, TSE GO, KIC, NWO, NWA, SMO-middelen</p> <p>Instrumenten die nodig zijn: Regelingen voor kleine projecten om nieuwe bestaande componenten te ontwikkelen naar een integraal verduurzamingsconcept (zoals het herintroduceren van de TSE GO)</p> <p>Jaarlijkse MOOI-regeling</p> <p>Integrale eindnorm voor bestaande gebouwen met duidelijke tussenstappen.</p>
3.1.2 - Verminderen milieu impact van verduurzamingsconcepten	<ul style="list-style-type: none"> • Alle ontwikkelde verduurzamingsconcepten in 2030 voldoen aan de eindnorm betreft MPG en/of MEPG-score • Financieel-juridische oplossing voor circulaire verduurzamingsconcepten beschikbaar in 2025 	<p>Continuering van bestaande instrumenten: MOOI, DEI+, PPS, TSE GO, SMO-middelen, Groeifonds</p> <p>Instrumenten die nodig zijn: Ondersteuning lagere TRL projecten.</p> <p>Accountbenadering voor innovaties met lage milieu-impact</p> <p>Strengere normering MPG en MKI</p>
Deelprogramma 2 Industrialisatie van het verduurzamingsproces		
3.2.1 – Prefabricage en robotisering (productinnovatie)	<ul style="list-style-type: none"> • Gestandaardiseerd en fabrieksmatig ontwerp- en productieproces beschikbaar voor de sector voor 40-60% van de gebouwen in 2030. • Realisering 20% kostenefficiency verhoging t.o.v. 2019 van geïndustrialiseerde bouw- en installatieprocessen in 2030. • Vergroten uitwisselbaarheid producten door standaardisatie en normalisatie 	<p>Continuering van bestaande instrumenten: MOOI, DEI+, Groeifonds</p> <p>Instrumenten die nodig zijn: Ondersteuning ontwikkeling relevante normering t.b.v. industrialisatie.</p> <p>Ondersteuning ontstaan voorspelbare continue bouwstromen.</p> <p>Regeling om investeringen in industrialisatie (fabrieken) te ondersteunen.</p>
3.2.2 – Procesinnovatie in de keten van bouwverduurzaming	<ul style="list-style-type: none"> • Logistieke afstemming door de keten geoptimaliseerd • 20-40% besparing in 2030 op initiële investeringskosten t.o.v. autonome kostenontwikkeling (peildatum: 2019) incl. kosten energiesysteem, overhead en klantbegeleiding door de gehele realisatieketen. 	<p>Continuering van bestaande instrumenten: MOOI, DEI+, PPS, TSE GO, KIC, NWO, NWA, SMO-middelen, Groeifonds</p> <p>Instrumenten die nodig zijn: Jaarlijkse MOOI-regeling</p> <p>Een nieuwe regeling die geschikt is voor opschalingsinitiatieven en waarbij een demonstratie gedaan kan worden bij meerdere soortgelijke woningen/gebouwen (eventueel op gebiedsniveau)</p>
Deelprogramma 3 Digitalisering van het verduurzamingsproces		
3.3.1 – Digitalisering van verduurzamings- en verduurzamingsprocessen	<ul style="list-style-type: none"> • Tools commercieel beschikbaar in 2027 voor digitale opnames en uitwisseling van gebouwgegevens (off-site en on-site in de gehele keten). • 20% meer conversie en 20% hogere klanttevredenheid t.o.v. 2023 van beslissingsondersteuningstools voor configuratie van verduurzamingsconcepten in 2030 	<p>Continuering van bestaande instrumenten: MOOI, DEI+, Groeifonds</p> <p>Instrumenten die nodig zijn: Toegankelijk maken van beschikbare data</p> <p>Coördinatie realisatie Digitaal woningpaspoort</p> <p>Eenduidig semantisch stelsel gebouwgegevens</p> <p>Randvoorwaarden aan door overheid ondersteunde platforms.</p>



Deelprogramma 3 Digitalisering van het verduurzamingsproces (vervolg)		
3.3.2 – Monitoring, slimme aansturing en meetprojecten	<ul style="list-style-type: none"> Validatie en verbeteren verduurzamingsconcepten door gebruik van data Nieuwe generatie GBS- en HEMS-systemen commercieel beschikbaar in 2030 Voorkomen van piekbelasting van de elektriciteitsinfrastructuur 	<p>Continuering van bestaande instrumenten: MOOI, DEI+, PPS, TSE GO, KIC, NWO, NWA, SMO-middelen, Groeifonds</p> <p>Instrumenten die nodig zijn: Gerichte regeling waar monitoringsprojecten gebruik van kunnen maken</p> <p>Instrument om randvoorwaardelijk onderzoek te doen: TNO en de GTI's zouden weer aanbod gedreven onderzoek moeten kunnen doen binnen de Missies</p> <p>Stimulering van dynamische energiecontracten om flexibilisering van HVAC-installaties te stimuleren, in het bijzonder voor de utiliteitsbouw</p>
Deelprogramma 4 Een inclusieve en gedragen energietransitie gebouwde omgeving		
3.4.1 – Op maat aansluiten bij eigenaren en gebruikers	<ul style="list-style-type: none"> In 2028 zijn er meerdere processen geïmplementeerd voor het Nationaal Isolatie Programma, waaruit verbouwstromen zijn ontstaan die tot stand zijn gekomen met participatie van eigenaren en gebruikers. 	<p>Continuering van bestaande instrumenten: MOOI, TSE GO, PPS, Groeifonds</p> <p>Instrumenten die nodig zijn: Jaarlijkse MOOI-regeling</p> <p>Procesondersteuningsregeling voor gebouweigenaren</p> <p>Regeling die geschikt is voor sociaal-maatschappelijke onderzoeken</p>
3.4.2 – Een integrale verduurzamingsaanpak via klantreis, wijkreis of op gebiedsniveau	<ul style="list-style-type: none"> Meerdere dienstverleners bieden een gestroomlijnde klantreis voor woning- en gebouweigenaren, met 20% meer conversie en 20% hogere klanttevredenheid t.o.v. 2023, waarbij individuele en collectieve routes op elkaar zijn afgestemd. Gestroomlijnde transitie voor alle schakels in de keten Nieuwe vormen van eigenaarschap en financiering ontwikkeld 	<p>Continuering van bestaande instrumenten: MOOI, DEI+, PPS, TSE GO, KIC, NWO, NWA, SMO-middelen, Groeifonds, PAW</p> <p>Instrumenten die nodig zijn: Ondersteuning gemeentes bij ontwikkelen verduurzamingsaanpak.</p> <p>Procesondersteuningsregeling voor kansrijke aanpakken voor seriematige verduurzaming van gebouwen.</p> <p>Een nieuwe innovatieregeling die geschikt is voor opschalingsinitiatieven en waarbij een demonstratie gedaan kan worden bij meerdere soortgelijke gebouwen.</p> <p>Instrument om randvoorwaardelijk onderzoek te doen: TNO en de GTI's zouden weer aanbod gedreven onderzoek moeten kunnen doen binnen de Missies</p>



2 Inleiding

Totstandkoming MMIP 3

Het kabinet heeft met het nationale Klimaatakkoord en het Coalitieakkoord een centraal doel: het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen in Nederland. Als onderdeel van het Klimaatakkoord is een Integrale Kennis en Innovatieagenda opgesteld (IKIA), waarin beschreven is welke kennis en innovatie nodig is om de doelen in het klimaatakkoord mogelijk te maken. De IKIA formuleert vijf missies en daaronder dertien *Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's* (MMIP's). De MMIP's geven focus en richting aan de kennis- en innovatievraagstukken.

Dit document betreft het derde MMIP, getiteld '*Versnelling energierenovaties in de gebouwde omgeving*', dat onderdeel is van de missie B Gebouwde Omgeving. Dit innovatieprogramma is in 2019 tot stand gekomen onder verantwoordelijkheid van TKI Urban Energy, met medewerking van een breed scala aan personen en organisaties vanuit het bedrijfsleven, kennisinstellingen, de overheid en verschillende brancheverenigingen (zie colofon). In 2020 en 2021 is het programma op bepaalde punten aangescherpt en in 2022 is het programma volledig geactualiseerd, mede op basis van feedback vanuit het Programma Advies College, signalen uit de markt, voortgang in lopende innovatieprojecten en voortschrijdend inzicht (zie colofon). Als vertrekpunt voor het opstellen van dit innovatieprogramma, is een analyse gemaakt van de huidige stand van zaken en het huidige innovatiesysteem (het maatschappelijk, ruimtelijk, financieel en institutioneel speelveld). Beide analyses zijn in de bijlage toegevoegd (bijlage 1 en 2).

De meest voorname wijzigingen in 2022 zijn:

- Doelstellingen van het MMIP zijn bijgesteld naar het coalitieakkoord
- Nieuwe hoofdstukindeling
- Het deelprogramma over industrialisatie en digitalisering is gesplitst in twee deelprogramma's
- (Naams)wijziging deelprogramma 4: "Een inclusieve en gedragen energietransitie gebouwde omgeving" in plaats van "Aansluiten bij gebouwgebruikers en – eigenaren".
- Drie nieuwe subthema's: 1) "Verminderen milieu impact van verduurzamingsconcepten", 2) "Monitoring, slimme aansturing en meetprojecten", 3) "Een integrale verduurzamingsaanpak op gebiedsniveau"



Versnelling energierenovaties in de gebouwde omgeving (MMIP 3)

Het doel van MMIP 3 is om innovaties te bevorderen die gebouwen gereedmaken voor een CO₂-vrije warmtevoorziening³ en de opschaling van het aantal verduurzaamde gebouwen te versnellen. In dit MMIP beschrijven wij de benodigde doorontwikkeling van schaalbare verduurzamingsoplossingen, die nodig zijn om de benodigde versnelling van de verduurzaming van de gebouwde omgeving te realiseren. Zonder deze versnelling zal de markt zich niet kunnen ontwikkelen en ook een belemmering vormen voor het slagen van andere MMIP's in de gebouwde omgeving (MMIP 4 – Duurzame warmte en koude en MMIP 5 – Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving).

Er wordt vanuit verschillende routes aan deze doelstellingen gewerkt. Daarvoor zijn vier deelprogramma's geformuleerd die elk aan deze drie doelstellingen bijdragen. De deelprogramma's zijn:

- (1) Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten voor woningen en utiliteitsgebouwen
- (2) Industrialisatie van het verduurzamingsproces
- (3) Digitalisering van het verduurzamingsproces
- (4) Een inclusieve en gedragen energietransitie gebouwde omgeving

Er worden betaalbare en aantrekkelijke verduurzamingsconcepten ontwikkeld voor belangrijke gebouwtypen (arrangementen), met een focus op gebouwen of gebouwtypen die een groot deel van de CO₂-uitstoot veroorzaken. De industrialisatie en digitalisering van het productie-, (ver)bouw- en installatieproces is nodig om de gewenste uitvoeringscapaciteit te bereiken en verdere kostenreductie te realiseren. Ook moeten de technische en procesmatige innovaties aansluiten bij de latente behoeften van eigenaren en gebruikers. Uiteindelijk besluiten zij immers om over te gaan tot een renovatie. Met deze arrangementen, opschaling en aandacht voor de gebruiker kan een efficiencyverbetering worden bereikt, die in 2030 leidt tot lagere systeemkosten (afhankelijk van het soort renovatiepakket). Zo is renoveren binnen korte tijd goedkoper, makkelijker en aantrekkelijker.

³ Voor ruimteverwarming en tapwater



3 Innovatieopgave

Innovatiebehoefte Klimaat- en Coalitieakkoord

MMIP 3 stimuleert technische, procesmatige en maatschappelijke innovaties die de energietransitie in de gebouwde omgeving kunnen versnellen. Dit moet bijdragen aan het behalen van het tempo van woningverduurzaming van 200.000 woningen per jaar vóór 2030. Voor utiliteitsgebouwen komt er een eindnorm voor de energieprestatie waar gebouwen aan moeten voldoen. Na 2030 moeten de doelstellingen nog verder aangescherpt worden zodat in 2050 alle woningen en utiliteitsgebouwen duurzaam worden verwarmd.

Het doel om jaarlijks 12.6 Mton CO₂ te reduceren in 2030 wordt volgens het huidige tempo (incl. voorgenomen maatregelen) niet gehaald⁴. Door het ontbreken van duidelijke monitoring is minder duidelijk of Nederland ook op schema ligt voor het behalen van de doelstellingen in 2050. Gezien de resultaten van de Klimaat en Energieverkenning (KEV) is een substantiële versnelling nodig om de 2030 en 2050 doelen te bereiken.

Volgens onderzoek van IPSOS worden er jaarlijks 2,2 miljoen verduurzamingsmaatregelen uitgevoerd. Dit betreffen maatregelen zoals het toepassen van dubbelglas, spouwmuurisolatie, etc. Bij 378.000 gebouwen worden twee of meer maatregelen toegepast⁵. In de Klimaat en Energieverkenning wordt geduïd dat dit voornamelijk reguliere woningverbetering betreft en dat dit maar in beperkte mate vanuit verduurzaming wordt ingegeven. Uit het WoonOnderzoek uit 2018⁶ blijkt dat in 2018 220.000 woningen zijn gerenoveerd naar een label van B of beter. De analyse in het kader van de contingentenaanpak van TNO laat zien dat dit aantal in 2019 op 275.000 ligt⁷. Het is echter onduidelijk of de aanpassingen die aan deze woningen zijn gedaan ook spijtvrij zijn, of dat zij bijdragen aan het aardgasvrij maken van deze woningen richting 2050. Het aantal bestaande woningen dat van het gas af zijn gehaald ligt op enkele duizenden. De verwachting is dat 100.000 bestaande woningen aardgasvrij gemaakt zijn in 2030³.

De belangrijkste doelstellingen uit het coalitieakkoord waar het MMIP aan bijdraagt zijn als volgt:

- Isoleren van 2,5 miljoen woningen met nadruk op uitsfaseren slechte labels (E, F en G):
 - o 1,5 miljoen koopwoningen.
 - o 1 miljoen huurwoningen worden geïsoleerd naar de Standaard voor woningisolatie.
- Uitsfaseren slechte labels in de utiliteitsbouw:
 - o Voor 2027 verduurzamen van de 15% gebouwen met de slechtste energieprestatie, energielabel G conform de nieuwe labelclassificatie tot minimaal energielabel C (60.000 gebouwen).
 - o Voor 2030 verduurzamen van gebouwen met energielabel F conform de nieuwe labelclassificatie tot minimaal energielabel C (60.000 gebouwen).

⁴ [Klimaat- en Energieverkenning 2022 \(pbl.nl\)](#)

⁵ [SYSWOW Woningvoorraad](#)

⁶ [Ruimte voor wonen: de resultaten van het Woononderzoek Nederland 2018](#)

⁷ [Energietransitie gebouwde omgeving kan sneller en goedkoper \(tno.nl\)](#)



Subdoelen:

Om de innovaties in producten, processen en diensten te realiseren, kan het hoofddoel worden uitgesplitst in zes subdoelen, die tijdens de uitvoering van het programma centraal staan:

Verduurzaming

- Het is belangrijk om betere verduurzamingsconcepten (met een lagere warmtevraag) en ondersteunende diensten (zoals een klantreis) te ontwikkelen, beter aansluiten op de wensen en mogelijkheden van gebouw eigenaren en -gebruikers, met als doel de CO₂ besparingsdoelstellingen voor de gebouwde omgeving te realiseren.

Milieu impact materialen

- Bij het verduurzamen van onze woningvoorraad moeten we ook rekening houden met de milieu-impact van de gebruikte materialen. Door te verduurzamen halen we de CO₂-uitstoot voor de productie van het verduurzamingsconcept naar voren, hiermee teren we in op het beschikbare CO₂ budget voor de gebouwde omgeving. Deze CO₂-uitstoot moet gedurende de levensduur van het gebouw worden goedge maakt. Hiertoe dient de milieu-impact van de gebruikte materialen te worden gereduceerd, bijvoorbeeld door gebruik te maken van biobased materialen of door circulaire principes toe te passen. In 2050 is de doelstelling om een volledige circulaire economie te hebben.

Gezond Binnenklimaat

- Energetische en ecologische verduurzaming moeten hand in hand gaan met het realiseren van een gezond binnenklimaat. Het is daarbij van belang dat renovatieconcepten en gebouwwontwerpen voldoen aan prestatie criteria om een gezond binnenklimaat te borgen.

Klimaatadaptatie

- We zien de gevolgen van klimaatverandering inmiddels om ons heen. Dit manifesteert zich in Nederland met name door droogte, wateroverlast en hogere temperaturen in de zomer. In het ontwerp van verduurzamingsconcepten dient hier rekening mee te worden gehouden. Zo biedt de verduurzaming van gebouwen mogelijkheden voor het realiseren van waterberging en kan oververhitting in de zomer bijvoorbeeld worden voorkomen door de toepassing van zonwering, groene daken en slimme ventilatie in combinatie met isolatie. In de ontwikkeling van verduurzamingsconcepten dient rekening te worden gehouden met de gevolgen van een veranderend klimaat.

Schaalbaarheid

- Voor een efficiënte uitvoering is het belangrijk dat oplossingen de potentie van schaalbaarheid hebben, zodat de kosten en de bouw- of installatietijd worden gereduceerd. Ook optimale uitvoering op de bouwplaats is van belang, omdat een soepele uitvoering zorgt dat het aantal renovaties sneller kan worden opgeschaald.



Kosten

- Het doel is om energierenovaties tegen acceptabele kosten uit te voeren. De initiële investeringskosten moeten opwegen tegen de cumulatieve verlaging van energiekosten, zodat de investering grotendeels betaald kan worden uit de verlaagde energierekening. Het doel is om de renovatiekosten in 2030 met 20-40% te hebben gereduceerd ten opzichte van 2019⁸.

Maatschappelijke ontwikkelingen

- Deze doelstelling richt zich op de maatschappelijke aspecten en sociaal draagvlak van verduurzaming. Hierin vallen aspecten die te maken hebben samenwerkingsverbanden in de bouwsector, (circulaire) verdienmodellen en de vraag hoe minder tastbare aspecten zoals gezondheid tastbaar te maken.

Realiseerbaarheid

- Het verduurzamen van alle bestaande woningen en gebouwen is een enorme opgave. De doelstelling van dit MMIP is om innovaties te ondersteunen die de opgave operationeel haalbaar maken.

Verbinding met andere MMIP's binnen de missie

- Het in onderlinge samenhang uitvoeren van de MMIP's die vallen onder de Missie een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050. Hierbij gaat het voor MMIP 3 om de inpassing van hernieuwbare energieproductie in gebouwen, de samenhang tussen de beschikbare warmtebronnen en het gebruik daarvan in gebouwen en het voorkomen van overbelasting van de elektriciteitsinfrastructuur.

Onderstaand worden eerst analyses gegeven van de nationale en internationale stand van zaken. Vervolgens worden de benodigde innovatieonderwerpen bepaald op basis van deze analyses.

Nationale stand van zaken

Er is veel aandacht in de samenleving voor het verduurzamen van de gebouwde omgeving, maar Nederland ligt nog niet op koers om de genoemde doelstellingen te behalen. Nederland is met de Wijk aanpak aan de slag gegaan om van het aardgas af te gaan. En mede door de energiecrisis neemt het aantal verduurzamingsmaatregelen door Nederlandse woningeigenaren toe. Er worden nu al **jaarlijks bijna twee miljoen (enkelvoudige) verduurzamingsmaatregelen bij woningen** getroffen, waarvan zo'n 1,3 miljoen isolatiemaatregelen (Energiemonitor Gebouwde Omgeving, 2021). Voor utiliteitsgebouwen worden jaarlijks in 14% van de gebouwen één of meerdere energiebesparende maatregelen getroffen. **Toch leidt dit (vooral nog) niet tot de gewenste CO₂-besparingen.** Volgens de KEV 2021 ligt de denkbare emissiereductie in 2030 tussen de 0,5 tot 1,7 megaton in de gebouwde omgeving bij het beleid zoals bekend in 2021. Daarnaast worden op dit moment nog onvoldoende woningen en gebouwen van het aardgas afgehaald en zijn er nog veel woningen en gebouwen met E-, F- en G-labels. Er zijn weliswaar ruim 1,4 miljoen woningen die aardgasloos zijn, maar daarvan betreft slechts 1,3% renovatiewoningen. Bovendien hebben 2,6 miljoen woningen een slechter energielabel dan het gewenste energielabel C. Naar schatting

⁸ Gecorrigeerd voor de autonome kostenontwikkeling



moeten 65.000 kantoren per 1 januari 2023 voldoen aan de label-C-verplichting, terwijl medio 2022 pas zo'n 26.000 kantoren een label C of beter hebben.

Individuele maatregelen hebben dus te weinig effect op het totale energiegebruik van een woning. **Een ingrijpender en samenhangende aanpak van woningen is nodig om het gewenste effect te realiseren.** Dit neemt niet weg dat een woning wel in stappen verduurzaamd kan worden. **Een integrale benadering is eveneens essentieel om gezonde, comfortabele, woningen en gebouwen te realiseren om in te wonen, werken en leven.** Innovatiebeleid moet meer sturen op gezondheids- en comfortprestaties om de kwaliteit van woningen en gebouwen te verbeteren en niet alleen sec naar energieprestaties kijken. Verder is de Wijkaanpak een lastige opgave gebleken, die veel sociaal-maatschappelijke impact teweegbrengt en waarbij processen met bewoners ingewikkelder zijn en trager verlopen dan vooraf verwacht. **Met name deze gebiedsgerichte aanpak vraagt nog om financiële, sociale en juridische innovaties.** We zien bij energiecoöperaties en bij gemeentes een tekort aan procesgeld en procesondersteuning om de energietransitie in de gebouwde omgeving te begeleiden. Er is vaak geld beschikbaar voor de uitvoering van fysieke maatregelen, maar te weinig procesgeld en -ondersteuning.

Innovatieprogramma's en – regelingen moeten zich niet alleen richten op de ontwikkeling van nieuwe technologieën, maar ook op **sociale aspecten en procesinnovatie bij aanbieders van verduurzamingsoplossingen.** Het wordt namelijk steeds duidelijker dat de energietransitie in de gebouwde omgeving niet zozeer een technologische, maar een sociaal-maatschappelijke uitdaging is. Tegelijkertijd is het verduurzamingsaanbod nog steeds in sterke mate productgedreven in plaats van prestatie c.q. effect gedreven. Veel bedrijven moeten dus een slag maken. Actuele vragen voor hen zijn: Hoe ondersteun ik de klant in het beslissingsproces? Hoe neem ik onzekerheden weg? Hoe zorg ik dat mijn product-dienstcombinatie aansluit op de wensen en behoeftes van mijn klant? Hoe kan ik rekening houden met de financiële situatie van mijn klant? Nieuwe subsidieprogramma's moeten ook de ontwikkeling van nieuwe processen ondersteunen.

Qua technologische innovatie zijn in de afgelopen jaren verschillende geïndustrialiseerde verduurzamingsconcepten voor grondgebonden woningen ontwikkeld. Er zijn verschillende fabrieken opgezet waarin prefab bouwdelen worden ontwikkeld. Nederland loopt hierin voorop en vanuit het buitenland wordt met veel interesse gekeken naar de Nederlandse ontwikkelingen op dit gebied. Met name in de nieuwbouw stijgt het gebruik van geïndustrialiseerd bouwen. Ook de capaciteit van fabrieken die zijn neergezet voor de productie van verduurzamingsconcepten wordt voornamelijk ingezet voor de nieuwbouwoopgave. **De opschaling van de toepassing van industriële verduurzamingsconcepten blijft achter.** De komende jaren verdient dit extra aandacht. Ook voor de uitvoering van verduurzamingsconcepten die onderdeel zijn van een stapsgewijze aanpak is een geoptimaliseerd en geïndustrialiseerd proces nodig om de benodigde versnelling te realiseren. Voor zowel integrale als enkelvoudige verduurzamingsconcepten moet aandacht blijven in innovatieregelingen en -programma's.

Er zouden aanvullende eisen gesteld moeten worden aan nieuw te ontwikkelen verduurzamingsconcepten op het gebied van **milieu-impact.** De bouwproductie heeft hier een grote invloed. Er moeten eisen gesteld worden dat nieuwe verduurzamingsconcepten substantieel lagere MPG- of MKI-scores hebben dan de huidige state of the art van de markt. Er is meer aandacht nodig voor het circulair



maken van verduurzamingsprocessen waardoor de CO₂ footprint van renovaties afneemt en het opschalen van het aardgasvrij maken van woningen. Binnen de huidige innovatieprojecten blijkt hier nauwelijks aandacht voor te zijn. Dit moet integraal onderdeel worden van alle inspanningen, omdat anders de doelstelling om in 2050 volledig circulair te zijn voor de gebouwde omgeving niet gehaald gaat worden.

De doelen voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving zijn in het coalitieakkoord en Fit for 55 verhoogd. Deze schaa sprong kan alleen wanneer de opgave, zo veel als mogelijk, wordt georganiseerd in **uniforme, voorspelbare en continue bouwstromen**. Dit maakt versnelling en het efficiënt inzetten van mensen, middelen en materiaal mogelijk. Er moet aandacht zijn voor het **anders organiseren van inkoopprocessen**, zodat er daadwerkelijk 'treintjes' van verduurzamingsmaatregelen ontstaan die efficiënt uitgevoerd kunnen worden. Op hun beurt moeten aanbieders worden uitgedaagd verduurzamingsconcepten te ontwikkelen voor deze 'treintjes'. In de huursector is deze ontwikkeling verder dan in de koopsector en voor utiliteitsgebouwen. Voor de koopsector zou meer ingezet moeten worden op buurtinitiatieven en de ondersteuning daarvan. Intermediairs die ondersteuning bieden zouden geen onnodig extra tussenstation moeten zijn, maar moeten juist helpen om schakels in de keten over te slaan om margestapeling te voorkomen. Hiervoor is het bijvoorbeeld nodig dat zij garant kunnen staan voor prestaties. Voor utiliteitsgebouwen mogen incrementele innovaties met korte termijnpact meer toegang krijgen tot innovatiesubsidies en ondersteuning.

Op het gebied van digitalisering zijn extra inspanningen nodig. Met de opkomst van o.a. het digitaal stelsel Gebouwde Omgeving, het Landelijk Digitaal Platform en de Renovatieverkenner wordt hier reeds aan gewerkt. Daarnaast zijn verschillende (commerciële) partijen bezig met het verzamelen en ontsluiten van gegevens over de gebouwde omgeving. Intermediaire organisatie en aanbieders bouwen eigen platforms om hun processen te ondersteunen. Extra inspanningen zijn nodig om deze ontwikkelingen op elkaar af te stemmen en om via datastandaarden verschillende platforms met elkaar te kunnen verbinden en data uitwisseling mogelijk te maken. Daarnaast moet de bouwketen (inclusief de eindgebruikers) worden gestimuleerd om deze platforms te integreren in hun processen. Zonder inspanningen op dit vlak **ontstaat een wirwar aan digitale platforms** die de gebruikers eerder in verwarring brengt dan voor opschaling zorgt. Innovatiesubsidies moeten vragen om een hardere onderbouwing van productiviteitswinsten door digitalisering.

Eén van de grote knelpunten voor de energietransitie in het algemeen en de gebouwde omgeving in het bijzonder is de **bepaalde beschikbaarheid van voldoende gekwalificeerd personeel**. Verschillende oplossingsrichtingen bieden hiervoor verlichting: 1) **Verhogen van de arbeidsproductiviteit door industrialisatie en digitalisatie**, 2) Geschikt maken van taken voor lager opgeleid personeel door **standaardisatie** (minder maatwerk) en het opdelen van werk in specifieke stappen en 3) Het ontsluiten van arbeidspotentieel bij kleine bouwpartijen door **bouwlogistiek te ontzorgen door middel van digitalisering**.

Daarnaast zijn de **stijgende prijzen en beschikbaarheid van grondstoffen en materialen** een groeiend punt van zorg. Uit TNO onderzoek blijkt dat de richtwaarde van het MMIP van 30% productiviteitsverbetering door de industriële aanpak eerder een ondergrens is en kan veel hoger zijn. Daarnaast kan de prettige werkomgeving en het minder fysieke en specialistische karakter ervoor zorgen dat er meer arbeidskrachten beschikbaar zijn.



Wil Nederland haar klimaatdoelstellingen voor 2050 halen dan is het zaak om ruim voor 2030 de opschaling op gang te hebben. **Een belangrijk aandachtspunt hierbij is de materialen transitie.** Die moet ervoor zorgen dat de benodigde materialen een zo klein mogelijke milieu-impact hebben. Een groot deel van de oplossingen moet op zo kort mogelijke termijn beschikbaar zijn, zodat ze snel toegepast kunnen worden. Na 2030 zou de focus moeten liggen op de optimalisatie van producten en processen. Daarnaast kan dan een groter gedeelte van de inspanning worden gericht op de additionele opgaves zoals **klimaatadaptatie, biodiversiteit en oververhitting.**

Verschillen tussen deelsectoren

De grootste uitdaging voor de energietransitie in de gebouwde omgeving ligt in het opschalen van de verduurzaming van particuliere woningen. Particuliere woningeigenaren zijn de lastigste doelgroep wegens het grote aantal en diversiteit en de (veelal) beperkte financiële middelen/ bereidheid tot investeren. Gelukkig komen er steeds meer oplossingen voor deze doelgroep. We moeten partijen die actief zijn in de particuliere markt uitdagen **oplossingen te ontwikkelen die particulieren verleidt hun woning verregaand te verduurzamen.** Hiervoor is vooral nodig dat woningverduurzamers meer maatregelen in hun pakket opnemen en deze beter op elkaar afstemmen en dat zij een langdurige klantrelatie opbouwen van waaruit ze als partner de woningeigenaar helpen met de stapsgewijze verduurzaming van hun woning. **Ook het leveren van een kwalitatief goede oplossing is hierbij essentieel.** Waar de focus voorheen veelal lag op zonnepanelen en warmtepompen is de afgelopen jaren de aandacht voor isoleren toegenomen. We zien hierbij dat ventilatie en warmteafgifte nog onderbelicht worden bij het verduurzamen van woningen. **Energiearmoede is** een groeiend punt van zorg. Volgens TNO onderzoek (peildatum maart 2022) hebben zo'n 700.000 gezinnen nu of in de nabije toekomst te maken met energiearmoede. Dit gegeven vraagt om extra aandacht voor de **betaalbaarheid en financierbaarheid** van verduurzamingsmaatregelen.

Voor woningcorporaties zijn in voldoende mate innovatieve technische oplossingen beschikbaar. Er zou meer nadruk moeten liggen op versnelling van de toepassing van de beschikbare verduurzamingsconcepten. Hierbij moet ook aandacht zijn voor de samenwerkingsrelatie tussen de woningcorporatie, hun strategische partners en hun toeleveranciers.

Het aantal partijen dat verregaande verduurzamingsconcepten aanbiedt voor gestapelde woningen (appartementencomplexen, portiek- en galerijflats) is beperkt, terwijl juist dit type woningen zich leent voor een geïndustrialiseerde verduurzamingsaanpak. Een specifieke uitdaging die vaak optreedt is het gebrek aan kanalen binnen en tussen de woningen voor ventilatie, kookafzuiging, warmte en elektriciteit. **Met name appartementencomplexen zijn uitdagend omdat deze vaak een complexe eigendomsstructuur kennen via een VvE.** Deze doelgroep verdient extra aandacht in innovatieprojecten.

Er is onvoldoende aandacht voor de verduurzaming van utiliteitsgebouwen. Dit terwijl de utiliteitsbouw is verantwoordelijk voor 40% van het energiegebruik van de gebouwde omgeving, vrijwel evenveel dus als woningen, met ongeveer 10% van het aantal panden en dus een grote potentie heeft. Anders dan woningen is in veel segmenten van de utiliteitsbouw de warmtevraag niet dominant. Om het energieverbruik te verlagen dient daarom **niet alleen naar de schil of het energielabel** gekeken te worden, maar naar het totale energiegebruik, inclusief apparatuur en proces. Grote slagen kunnen juist met innovaties op dat vlak gemaakt worden. **Meer data en inzicht in de utiliteitsbouw** en de grote



energieverbruiksposten binnen de sector en binnen gebouwen zal helpen om deze versnelling tot stand te brengen.

Institutionele beleggers worden door pensioenfondsen al gedwongen om het totale energiegebruik jaarlijks te verlagen. Maatschappelijke sectoren werken vanuit het Klimaatakkoord aan portefeuille- en sectorale routekaarten waar maatregelen gepland en de ontwikkeling van het totale energiegebruik gemonitord worden. Door te **sturen op het totale energiegebruik** ontstaat de vrijheid om de meest (kosten)effectieve maatregelen te kiezen en innovaties de ruimte te geven. Een les is dat een eerste en kosteneffectieve besparing gevonden kan worden in de **slimme regeling van de vaak complexe installaties**.

De aanpak van de noodzakelijke **verduurzaming naar het Eindhoven/ het Paris Proof niveau** is in veel sectoren nog onbekend. De Eindhoven zal overeenkomen met de huidige nieuwbouw-eis. Men is gewend om onderhoud en vervangingen te plegen, of sloop-nieuwbouw. Er is behoefte aan voorbeelden van dit type renovaties met **staps- of componentsgewijze verduurzamingsaanpakken**. Transitie maatregelen met een verregaande de renovatie en 'van-het-gas-af' zijn in veel sectoren namelijk **een nieuw proces, ook qua budgettering**. Ook vanuit het oogpunt van materiaalgebruik en de circulariteitsagenda zal een slimme aanpak met behoud en renovatie van bestaande structuren een grote milieuwinst opleveren.

Net als in de woning-huursector is het split incentive in de utiliteitsbouw een grote belemmering. Ook daar zullen innovaties gevonden moeten worden, door **slimme samenwerkingsvormen, financieringsconstructies, prestatiegaranties** etc. Er zal niet één oplossing zijn. Sectoren in de utiliteitsbouw zijn erg verschillend, om te beginnen het onderscheid tussen commercieel en maatschappelijk vastgoed, en binnen commerciële vastgoed het verschil tussen de grote concerns en de MKB-er met allen een ander perspectief naar de toekomst, zeker in deze tijden. **Techniek en financiering zullen daarom vaak samen beschouwd moeten worden**.

Internationale stand van zaken

Wat betreft de energieprestaties van woningen bevindt Nederland zich achterin de middenmoot van Europa. Landen zoals België, Griekenland, Italië en Spanje verbruiken minder energie in woningen per inwoner, zoals te zien is in Tabel 2.

Hierbij wordt opgemerkt dat het complex is om een goede vergelijking te maken tussen de mate van verduurzaming van de bouwvoorraad tussen landen. Het klimaat en de beschikbaarheid van duurzame warmte, koude en elektriciteit verschilt per land, waardoor een toekomstbestendige woning of gebouw er anders uitziet in elk land. Gezien de benodigde klimaatadaptatie is het wel verstandig om van andere landen te leren hoe ze omgaan met het voorkomen van oververhitting. Ook onderzoek van Tado wijst uit dat Nederland Europese middenmoot is betreft de mate van isolatie⁹, maar verder is er weinig onderzoek bekend.

Vanuit Europa wordt gestuurd op de uitfasering van slechte energielabels. Daarmee moeten andere Europese landen net als Nederland meer verduurzamingsmaatregelen gaan treffen om het energieverbruik in slecht geïsoleerde woningen terug te dringen.

⁹ [UK homes losing heat up to three times faster than European neighbours - tado° Magazine](#)



Tabel 2: Nuttige energiegebruik (=energiebehoefte, energievraag) voor ruimteverwarming, warm water en ruimtekoeling in de residentiële sector van verschillende landen binnen Europa in 2009 (TKI Urban Energy, 2018)

Land	Ruimteverwarming (TWh)	Warm water (TWh)	Ruimtekoeling (TWh)	% Ruimtekoeling	Koeling per woning (kWh/woning)	Koeling per vloeroppervlak (kWh/m ²)
Nederland	62,9	19,6	0,75	0,90	105,1	0,93
België	55,9	9,8	0,61	0,92	121,0	1,49
Frankrijk	306,3	35,5	10,33	2,93	321,1	3,50
Griekenland	20,3	2,4	0,56	2,41	83,9	0,99
Italië	183,8	28,3	4,19	1,94	136,9	1,44
Spanje	54,5	37,3	2,08	2,22	81,6	0,90
Totaal EU-27	1.879,4	432,1	24,3	1,04	100,9	1,16

Op het gebied van slimme gebouwbeheerssystemen (GBS) is er veel Europese samenwerking. Dit komt doordat kennis over het optimaal inregelen van klimaatinstallaties goed overdraagbaar en vergelijkbaar is. Nederland is goed vertegenwoordigd in Europese projecten op dit gebied en heeft mede daardoor state-of-the-art kennis en technologie op dit gebied (bijvoorbeeld als 'subtask leader' van de annex 81 van de IEA).

Wat betreft innovatiesubsidies, valt er nog veel uit Europa te halen voor Nederlandse innovators. Er zijn veel Europese subsidies beschikbaar voor onderzoek en innovatie voor het verduurzamen van woningen en gebouwen. Over het algemeen weten Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven de beschikbare subsidies nog niet goed te vinden.

Belangrijke partners voor kennisinstellingen, bedrijven en overheden binnen Europa zitten onder meer in Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, België, Frankrijk, Noorwegen, Denemarken, Zwitserland en Oostenrijk. Het is vooral belangrijk dat deze samenwerkingsverbanden structureler vorm krijgen. Veel internationale congressen zijn technologie-georiënteerd (innovatieve producten). Het zou een buitenkans zijn om de procesmatige kant en industriële aanpak waar dit innovatieprogramma zich op richt daar over het voetlicht te brengen.

Internationaal is er veel belangstelling voor de geïndustrialiseerde bouwproductie zoals die de afgelopen jaren in Nederland is ontstaan. Voor de industriële bouwpartijen is met name Duitsland een interessante afzetmarkt. Tegelijkertijd is toegang tot deze markt lastig, deze blijkt erg gesloten te zijn. Een rol als toeleverancier of technologieprovider (o.b.v. licenties) wordt door veel van deze partijen onderzocht. Met INDU ZERO, een project in het kader van het INTERREG programma, heeft Nederland zich internationaal op de kaart gezet. In de toekomst moet dit ertoe leiden dat Nederlandse kennis over het industrialiseren van bouwprocessen internationaal afzet vindt.

Er is meer grensoverschrijdende afstemming en kennisindeling nodig, met als doel om wederzijdse meerjarige programma's op te stellen over de ontwikkeling van verduurzamingsconcepten, industrialisatie en digitalisering in de bouw en bijvoorbeeld



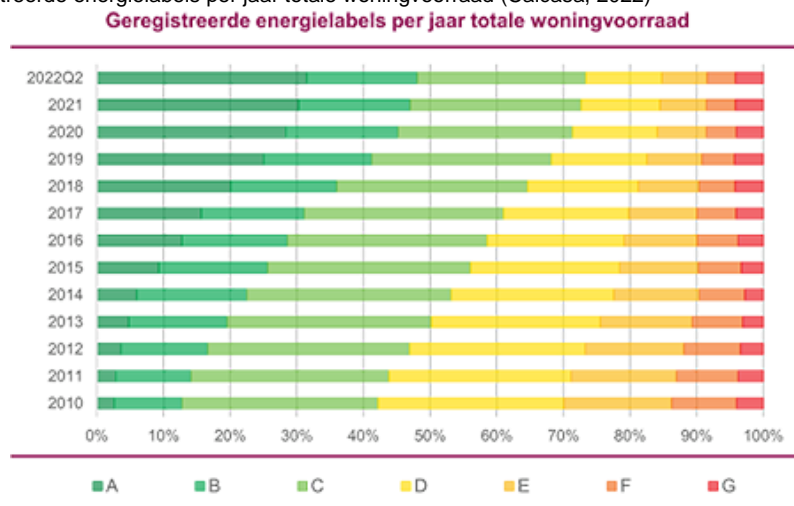
ook over wederzijds leren over wijkgerichte aanpakken. Ook zouden we gezamenlijk kunnen inzetten op EU-programma's. Er zijn ook veelbelovende samenwerkingsverbanden met partijen buiten Europa die verder uitgebreid kunnen worden, bijvoorbeeld in *Mission Innovation*-verband. Zo zijn er bijvoorbeeld kansen op het gebied van kunstmatige intelligentie. Op dit vlak zouden we meer kennis kunnen ophalen bij de Verenigde Staten en China. Het grootste exportpotentieel van ontwikkelde diensten en producten lijkt vooralsnog in buurlanden te liggen zoals Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en België.

Benodigde deelprogramma's om de klimaatdoelstellingen te behalen

Op dit moment ligt het tempo van verduurzaming van woningen nog niet op het gewenste niveau dat is vastgesteld in het klimaatakkoord. Ook bij utiliteitsbouw is een versnelling in energiebesparingen noodzakelijk. Om de gewenste versnelling te bereiken zijn verduurzamingsconcepten nodig die aansluiten op de behoefte van gebouweigenaren en die op efficiënte wijze kunnen worden geproduceerd en geïmplementeerd.

De meeste woningen die worden verduurzaamd komen van een energielabel B t/m D. De verduurzaming van woningen en utiliteitsgebouwen met slechtere labels blijft achter¹⁰, terwijl juist hier versnelling gewenst is. Er zijn aparte verduurzamingsoplossingen en -aanpakken nodig om ook de minst energiezuinige gebouwen naar het gewenste niveau te brengen. Verduurzamingsconcepten moeten worden (door)ontwikkeld om woningen en gebouwen gereed te maken voor verwarming met duurzame energiebronnen.

Tabel 3: Geregistreerde energielabels per jaar totale woningvoorraad (Calcasa, 2022)



Industrialisatie van verduurzamingsoplossingen lijkt de belangrijkste manier om de gewenste schaal en het gewenste tempo van verduurzaming te bereiken. Mede door het arbeidstekort speelt industrialisatie een belangrijke rol om het gewenste tempo te realiseren. Industrialisatie is breder dan alleen prefabricage. Prefabricage betreft montage van gebouwdelen in de fabriek. Industrialisatie kan ook zijn dat deeloplossingen plug-and-play toegepast kunnen worden, of dat het verduurzamingsproces op locatie wordt ondersteund door machines.

¹⁰ [Calcasa - 2022 Q2 WOX kwartaalbericht: Ondanks vergroening blijft percentage slechte labels gelijk](#)



Het realiseren van de beoogde productieaantallen wordt gefaciliteerd door digitalisering en innovatie in de keten. Voor de optimalisatie van het proces moeten de juiste gereedschappen, materialen en mensen op het juiste moment op de juiste plaats zijn. Digitalisering is nodig om productie- en implementatieprocessen op elkaar af te stemmen. Daarnaast kan digitalisering het beslisproces van gebouw eigenaren ondersteunen door de klantbehoefte, de huidige situatie en verduurzamingsopties in kaart te brengen. Gekoppeld leidt dit tot een gestroomlijnd proces van besluitvorming en implementatie.

Hierbij is ook nadrukkelijk aandacht nodig voor de individuele klantreis en wijkreis, zodat gebouw eigenaren optimaal worden meegenomen in het beslissingsproces om tot verduurzaming over te gaan. Ook passende financieringsoplossingen zijn hierbij van belang. Het is van belang om inclusieve, betaalbare en eerlijke processen in te richten om grootschalig te kunnen verduurzamen.

Op basis van bovenstaande zijn de volgende deelprogramma's nodig:

- 1) Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten voor woningen en utiliteitsgebouwen
- 2) Industrialisatie van het verduurzamingsproces
- 3) Digitalisering van het verduurzamingsproces
- 4) Een inclusieve en gedragen energietransitie gebouwde omgeving

Hierbij is het van belang te benadrukken dat MMIP3 niet losgezien kan worden van MMIP4 (en in mindere mate MMIP2 en MMIP5). Deze MMIP's vormen een samenhangend geheel, waarbij bouwkundige en installatietechnische oplossingen gezamenlijk moeten leiden tot optimale verduurzamingsoplossingen voor gebouwen. Dit geldt voor alle vier de deelprogramma's van MMIP3.

Korte beschrijving deelprogramma's

De Nederlandse voorraad van woningen en gebouwen laat zich onderverdelen in een aantal typen met ruwweg dezelfde karakteristieken. De focus ligt op de woning- en gebouwtypen die als groep het grootste CO₂ gebruik hebben en waarvoor geen efficiënte verduurzamingsoplossing voorhanden is. Voor ieder type kan een verzameling verduurzamingsoplossingen gedefinieerd worden die – integraal of gefaseerd uitgevoerd – leiden tot een aardgasvrij pand. De verzameling van deelaanpassingen noemen we een verduurzamingsconcept. Zoals overeengekomen in het Klimaatakkoord is in 2021 een standaard voor het prestatieniveau van woningen gedefinieerd (in kWh/m²/jaar)¹¹. Voor de utiliteitsbouw komt er in 2023 een prestatienorm. MMIP 3 is een integraal programma dat is gericht op de ontwikkeling en industriële opschaling van arrangementen die minimaal voldoen aan de geformuleerde standaarden en het gereedmaken van woningen voor lage temperatuurverwarming en koeling. De deelprogramma's die nodig zijn om tot deze arrangementen te komen worden hieronder beschreven en uitgebreider toegelicht in Hoofdstuk 4.

¹¹ In de Standaard en Streefwaarden wordt onderscheid gemaakt tussen: Eengezinswoningen voor 1945, Eengezinswoningen na 1945, Meergezinswoningen voor 1945, Meergezinswoningen na 1945 en een verdeling naar compactheid (A_{LS}/A_g) van >1,00 of <1,00.



Deelprogramma 1: Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten

Het eerste deelprogramma is gericht op de ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten voor gebouwtypen die een belangrijk deel van de CO₂-uitstoot in de gebouwde omgeving veroorzaken.

Een verduurzamingsconcept is een op elkaar afgestemde verzameling van (deel)oplossingen die leidt tot energiezuinige en aardgasvrije verwarming (of koeling) van een gebouw, inclusief het leveren van een oplossing voor warm tapwater. Naast individuele oplossingen (zoals *all-electric*) kunnen dit ook oplossingen zijn die de koppeling met centrale bronnen (bijvoorbeeld een warmtenet) mogelijk maken. Verduurzamingsconcepten kunnen zowel een stapsgewijs als een totaal verduurzamingspakket zijn, zolang een lock-in voor het niet-behalen van de Standaard of niet gereed zijn voor all-electric oplossingen wordt voorkomen. Het is belangrijk dat de verduurzamingsconcepten met een zo laag mogelijke milieu-impact gerealiseerd worden.

Deelprogramma 2: Industrialisatie van het verduurzamingsproces

Het tweede deelprogramma is gericht op de industriële productie van verduurzamingsconcepten voor de meest voorkomende gebouwtypen, en heeft als doel de opschaling naar de gewenste aantallen te realiseren en om de kosten van renovaties te verlagen. Daarvoor is het van belang een seriematig productieproces op te zetten voor individuele verduurzamingsmaatregelen en verduurzamingspakketten. Standaardisatie en industrialisatie moeten leiden tot een versnelde uitvoering, beter presterende producten en lagere faalkosten. Een continue bouwstroom is een belangrijke voorwaarde voor de industrialisatie van het verduurzamingsproces, want zonder continue vraag is er geen plaats voor grootschalige productie.

Bij een industrieel productieproces is aandacht nodig voor standaardisatie (voor de vereenvoudiging van het proces) en configureerbaarheid (om in te spelen op behoeften van gebruikers). Verder is de modulariteit van componenten en bouwdelen essentieel, voor utiliteitsgebouwen en bij prefabricage voor woningen. Modulariteit maakt namelijk een stapsgewijze aanpak en kosteneffectieve vervanging of reparatie gemakkelijker.

Deelprogramma 3: Digitalisering van het verduurzamingsproces

Het realiseren van de beoogde productieaantallen wordt gefaciliteerd door vergaande digitalisering en innovatie in de keten. Dit draagt bij aan de samenwerking tussen stakeholders, en ontzorging van gebouweigenaren en gebouwgebruikers. De uitvoering van grootschalige verduurzamingsmaatregelen vraagt om een intensieve samenwerking tussen opdrachtgevers, aanbiedende partijen, financiële instellingen en kennisinstututen. Partijen in de keten verbinden zich met elkaar in consortia om meerjarige innovaties te verwezenlijken. Hierbij is keteninnovatie cruciaal: als partijen hun activiteiten integreren over schakels van de aanbodketen, kunnen meer integrale en goedkopere oplossingen ontstaan.

We zien in de markt een hoop digitale tools ontstaan. De innovatie-uitdaging zit hem vooral in het afstemmen van verschillende initiatieven, het mogelijk maken van data-uitwisseling en het ontwikkelen van standaarden. Daarnaast richten de meeste digitale hulpmiddelen zich op de oriënterende fase van de klantreis. Digitalisering van latere fases van de klantreis zou waardevol zijn.



Als laatste is nog doorontwikkeling nodig van digitale tools voor de wijkaanpak, omdat de huidige modellen onvoldoende exact zijn en niet altijd toegankelijk zijn voor verschillende stakeholders.

Deelprogramma 4: Een inclusieve en gedragen energietransitie gebouwde omgeving

De verduurzaming van de gebouwde omgeving is een technische, financiële en bestuurlijke opgave, maar bovenal een sociale opgave. Het is belangrijk dat iedereen mee kan in de energietransitie gebouwde omgeving. Bijvoorbeeld ook mensen die in energiearmoede zitten en/of mensen met een achterstand op de arbeidsmarkt. Om impact te maken is belangrijk voor innovators om vroegtijdig en op een goede manier rekening te houden met maatschappelijke aspecten en sociaal draagvlak. Daarmee moet de maatschappelijke opgave waar we voor staan makkelijker te realiseren zijn en kunnen robuustere oplossingen ontstaan bij innovatieprocessen.

Hierbij is het van belang om te sturen op het verbeteren van de woon-/werk kwaliteit van gebouwen en om gebouweigenaren en -gebruikers te ontzorgen bij de renovatie. Dit deelprogramma gaat dus over innovatieve aanpakken, *tools* en instrumenten die de uitvoering of financiering van de verduurzaming van gebouwen vergemakkelijken (zoals ontzorgingsconcepten en financieringsarrangementen) en/of beter aansluiten bij de gebruikswensen van gebouwgebruikers.



4 Nederlandse Innovatie-inzet

Deelprogramma's

De onderstaande tabel onderscheidt per deelprogramma op welke innovatieonderwerpen er prioritair Nederlandse inzet moet plaatsvinden en welke innovatieonderwerpen niet actief worden opgepakt. Verder in dit hoofdstuk worden de prioritaire innovatieonderwerpen per deelprogramma's uitgebreid behandeld.

Bij de uitvoering van het programma wordt gestuurd op de volgende *key performance indicators* (KPI's) en *richtwaarden*:

Tabel 3: KPI's per subdoel

Subdoel	KPI	Richtwaarde – Bijdrage aan sector	Richtwaarde – Prestatie eisen aan innovaties
Verduurzaming	CO ₂ Besparing	<ul style="list-style-type: none"> - 10,0 Mton CO₂-uitstoot Gebouwde Omgeving in 2030 - 5,5 miljard m³ gasverbruik Gebouwde Omgeving in 2030 	-
	Energieprestatie ¹² (kWh/m ² /jaar)	<ul style="list-style-type: none"> - Isoleren van 2,5 miljoen woningen - Uitfaseren slechte labels (E, F en G): - Voor 2027 verduurzamen van gebouwen met energielabel G labelclassificatie tot minimaal energielabel C (60.000 gebouwen). - Voor 2030 verduurzamen van gebouwen met energielabel F tot minimaal energielabel C (60.000 gebouwen). 	<ul style="list-style-type: none"> - Woningen: ≥ Standaard en streefwaarden (warmtevraag)¹³ incl. passende oplossing voor warmtapwater en warmteafgifte en BENG 2 ≤ 30 - 50 kWh/m² primair energiegebruik¹⁴ - Woningen: LT-ready - Utiliteit: ≥ Paris Proof (DGBC)¹⁵ en BENG 2 ≤ 40-130 kWh/m² primair energiegebruik¹⁰ - In 2050: Zero Energy Buildings (ZEB)¹⁶
	Milieu impact	Milieu-impact van bouwmaterialen is met 50% gereduceerd in 2030 t.o.v. 2019 ¹⁷	<ul style="list-style-type: none"> - De berekende materiaalgebonden CO₂-impact volgens de MPG berekening is <0,5 (Let op: niet in €/m² uitgedrukt)¹³: - Woningen (embodied carbon) <ul style="list-style-type: none"> o 2021: 100 kg CO₂-eq. per m² o 2030: 63 kg CO₂-eq. per m² o 2040: 38 kg CO₂-eq. per m² o 2050: 26 kg CO₂-eq. per m²

¹² Activiteiten binnen de MMIP richten zich op kostenreductie, schaalbaarheid en aantrekkelijkheid van concepten die minimaal voldoen aan de KPI's voor energiebesparing. De MMIP 3 ondersteund nadrukkelijk ook activiteiten die veel verder gaan dan deze KPI's mits duidelijk is dat deze activiteiten meer kosteneffectief zijn of noodzakelijk voor het realiseren van de energietransitie in de gebouwde omgeving.

¹³ [Kamerbrief Standaard en Streefwaarden](#)

¹⁴ [Beleidsprogramma Versnelde Verduurzaming Gebouwde Omgeving](#)

¹⁵ Volgens [De berekening achter Paris Proof - Dutch Green Building Council \(dggbc.nl\)](#)

¹⁶ [Nearly zero-energy buildings \(europa.eu\)](#)

¹⁷ [Materialentransitie | Gideon \(gideonstribenl\)](#)



Subdoel	KPI	Richtwaarde – Bijdrage aan sector	Richtwaarde – Prestatie eisen aan innovaties
Verduurzaming (vervolg)	Milieu impact (vervolg)	Milieu-impact van bouwmaterialen is met 50% gereduceerd in 2030, t.o.v. 2019 ¹⁸ (vervolg)	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliteit <ul style="list-style-type: none"> o 2021: 125 kg CO₂-eq. per m² o 2030: 79 kg CO₂-eq. per m² o 2040: 47 kg CO₂-eq. per m² o 2050: 28 kg CO₂-eq. per m²(19) - Productinnovaties die eindigen in TRL 7 of hoger behalen een MKI-waarde in categorie 2²⁰ - Productinnovaties die eindigen in TRL 7 of hoger behalen kunnen een DPG-waarde aantonen
	Circulariteit	100% circulaire economie in 2050	<ul style="list-style-type: none"> - Productinnovaties zetten tenminste in op één van de volgende circulaire strategieën: <ul style="list-style-type: none"> o Minimale milieu-impact o Maximale losmaakbaarheid o Maximaal gebruik van secundaire materialen Maximaal biobased materiaalgebruik
Schaalbaarheid	Productie-capaciteit & Beoogd marktvolume (aantal renovaties/jaar)	Einddoel 300.000 woningen, 75.000 bouw per jaar verregaand verduurzamen	Per innovatieproject toepasbaar op 5.000 woningen of relevant aantal m ² BVO utiliteit per jaar
	Operationeel Realiseerbaar		<ul style="list-style-type: none"> - Marktpenetratie strategie - Product ontwikkeling - Markt ontwikkeling - Diversificatie
Kosten	Kostprijs-reductie (t.o.v. huidige kosten)	20-40% besparing op initiële investeringskosten t.o.v. autonome kostenontwikkeling (peildatum: 2019) incl. kosten energiesysteem, overhead en klantbegeleiding.	idem als sector
	Woonlastenneutraliteit ²¹ en exploitatielasten-neutraliteit	Balans kosten, baten, financiering en subsidie over de levensduur die leidt tot woonlasten- of exploitatielastenneutraliteit met zo min mogelijk subsidie (<20%) ²² .	Idem als sector

¹⁸ [Materialentransitie | Gideon \(gideontribe.nl\)](https://www.gideontribe.nl)

¹⁹ [Paris proof embodied carbon – calculation proto, DGBC](#)

²⁰ Getoetste 'merk ongebonden' data van een branche of groep van producenten en leveranciers

²¹ Voor de definitie van woonlasten neutraliteit gebruiken wij de methodiek die wordt voorgesteld door de Stroomversnelling:

[Woonlastenbenadering bij financiering verduurzaming woningen](#)

²² Het streven is naar minder dan de circa 20% subsidie die wordt geboden via de ISDE.



Subdoel	KPI	Richtwaarde – Bijdrage aan sector	Richtwaarde – Prestatie eisen aan innovaties
Maatschappelijke aspecten	Kwaliteit binnenklimaat (overlast, esthetiek, comfort, geluid, gezondheid, gebruikersgemak)	- Het realiseren van een comfortabele en gezonde gebouwde omgeving.	- Prestatie op comfort en binnenmilieu conform PvE's van Binnenklimaat Nederland. Innovaties dragen ofwel bij aan versnellen van het behalen van Binnenklimaatlabel C, danwel het behalen van Binnenklimaatlabel A.
	Ontzorging (betrouwbaarheid, flexibiliteit, snelheid, eenvoud)	- Het realiseren van een inclusieve verduurzamingsaanpak voor de gebouwde omgeving.	- Ontzorgingsinitiatieven leiden tot verhoogde conversie dan het marktgemiddelde
	Arbeidsproductiviteit	- Afname van de ratio tussen werkgelegenheid en bouwproductie (hetzelfde werk met minder mensen kunnen uitvoeren) – Arbeidsproductiviteit met 30% gestegen t.o.v. 2017 ²³) - Uitbreiding arbeidsvolume naar 481.000 (t.o.v. 445.000 in 2018) ²⁴	- De oplossing zorgt voor verhoging van de arbeidsproductiviteit of maakt de uitvoering van werkzaamheden mogelijk door alternatieve doelgroepen.
Verbinding met de andere MMIP's binnen de missie	Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving (MMIP2)	- Toepassingspotentieel duurzame opwek op gebouw: 23,6 TWh/j ²⁵	- Indien relevant: ≥ 13% beschikbare dak- en geveldelen worden benut voor productie van duurzame energie (elektriciteit, of warmte) - Woningen BENG 3 ≥ 40 - 50% ²⁰ - Utiliteit BENG 3 ≥ 30 - 40% ²⁰
	Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving (MMIP 4)	- Oplossingen voor gebouwtypologieën voor zowel all-electric als warmtenet beschikbaar.	- Woningen BENG 3 ≥ 40 - 50% ²⁰ - Utiliteit BENG 3 ≥ 30 - 40% ²⁰ - Balans tussen de warmtevraag van gebouwen ten opzichte van de potentie voor duurzame warmteproductie en distributie in het gebied ^{Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.}
	Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving (MMIP 5)	- Verlagen piekbelasting van elektriciteitsgebruik en elektriciteitsproductie vanuit het gebouw (4GW gebouwde omgeving ²⁶) - Mitigeren piekbelasting van elektriciteitsgebruik en duurzame elektriciteitsproductie vanuit het gebied (door opslag en slimme aansturing energiegebruik) (0,5 GW capaciteit ²⁷)	

²³ [Microsoft Word - Bouwagenda 062020_bm_finaal2.docx \(debouwagenda.com\)](#)

²⁴ [EIB-publicatie](#)

²⁵ [Ruimtelijk potentieel van zonnestroom in Nederland \(topsectorenergie.nl\)](#)

²⁶ [Flexibiliteit en warmte in de gebouwde omgeving.pdf](#)

²⁷ [Markt en Flexibiliteit \(uu.nl\)](#)



Deelprogramma 3.1 – Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten

Subthema 3.1.1 Verduurzamingsconcepten voor belangrijke gebouwtypen (aanbodontwikkeling)

Inleiding

Dit deelprogramma is gericht op de ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten voor gebouwtypen die een belangrijk deel van de CO₂-uitstoot in de gebouwde omgeving veroorzaken.

Het huidige verduurzamingstempo in de gebouwde omgeving ligt nog te laag om de gestelde doelstellingen te behalen. Daarbij komt dat gebouwen die worden verduurzaamd in veel gevallen nog niet tot het juiste duurzaamheidsniveau worden gebracht. Op dit moment worden veel enkelvoudige energiebesparende maatregelen getroffen, zoals spouwmuurisolatie, vloerisolatie en glasvervanging, en soms zelfs maar voor een gedeelte van het gebouw. Dit deelprogramma vraagt om nieuwe producten die gebouwen in één of in meerdere stappen brengt naar het gewenste niveau voor 2050. Voor alle soorten gebouwtypen, eigenaarsvormen en type gebruikers moet een aanbod ontwikkeld worden, maar de prioriteit ligt bij de doelgroepen met een groot besparingspotentieel. Innovaties zijn gericht op kostenreductie, schaalbaarheid, realiseerbaarheid en aantrekkelijkheid van verduurzamingsconcepten. De ontwikkelde verduurzamingsconcepten versnellen de realisatie van minimaal de Standaard²⁸. MMIP 3 ondersteunt nadrukkelijk ook activiteiten die (veel) verder gaan dan de standaard, mits er voldoende slaagkans is in de markt.

De ontwikkelde verduurzamingsconcepten sluiten bij voorkeur aan op natuurlijke mutatiemomenten en zijn spijtvrij wanneer deze in meerdere stappen worden uitgevoerd. Dat wil zeggen dat er geen lock-in is om aan de prestatie-eisen voor 2050 te voldoen.

De ontwikkeling van een verduurzamingsconcept loopt parallel aan het ontwerp van een geïndustrialiseerd, gedigitaliseerd productieproces, zodat product en productieproces op elkaar zijn afgestemd (zie desbetreffende deelprogramma's).

Dit deelprogramma is in principe techniekneutraal, maar de ontwikkeling van bouwdeel-geïntegreerde zonnepanelen (BIPV(T)) is hierop de uitzondering. Hiervoor is gekozen om te voorkomen dat deze techniek tussen wal en schip valt tussen MMIP2 en MMIP3.

²⁸ De standaard is een norm per gebouwtype voor het minimale benodigde kwaliteitsniveau betreft isolatie, kierdichting en ventilatie, uitgedrukt in de warmtevraag per vierkante meter (kwh/m²/j). De streefwaarden zijn normen voor het isolatieniveau per bouwdeel, uitgedrukt in R_c-waarde of U-waarde.



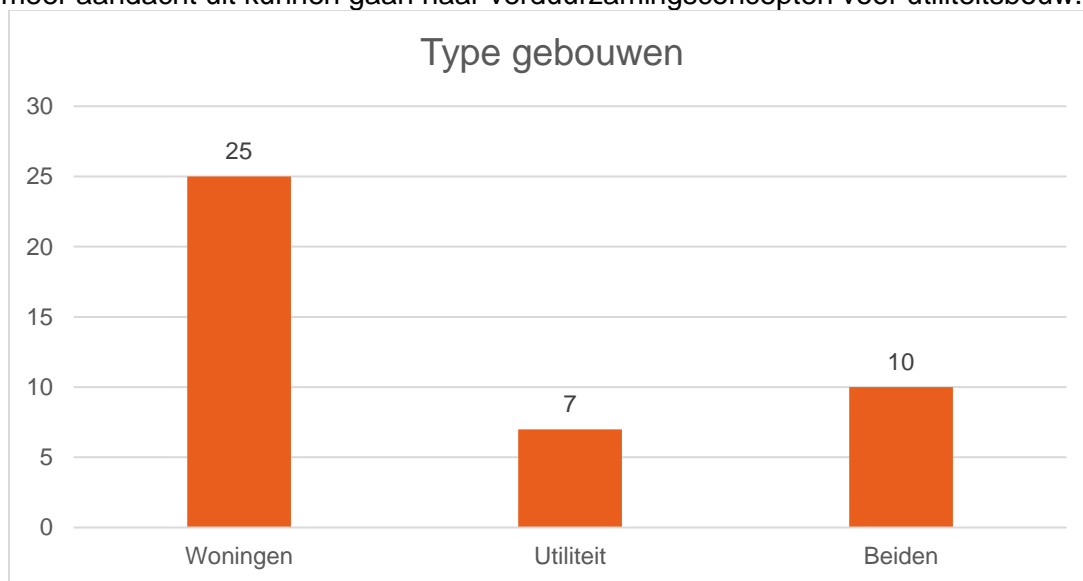
Huidige stand van zaken

Er worden nu al jaarlijks bijna twee miljoen (enkelvoudige) verduurzamingsmaatregelen bij woningen getroffen, waarvan zo'n 1,3 miljoen isolatiemaatregelen (Energiemonitor Gebouwde Omgeving, 2022). Hierbij zien we meer aandacht voor het verbeteren van de luchtdichtheid van woningen in combinatie met energiezuinige ventilatie. Voor utiliteitsgebouwen worden jaarlijks in 14% van de gebouwen één of meerdere energiebesparende maatregelen getroffen. De volgende stap die de markt moet zetten is het ontwikkelen van integrale verduurzamingsconcepten, waardoor er meer energie en CO₂ bespaard worden per woningen.

Er is meer aandacht nodig voor het circulair maken van verduurzamingsprocessen waardoor de CO₂ footprint van renovaties afneemt en het opschalen van het aardgasvrij maken van woningen. Binnen de huidige innovatieprojecten blijkt hier nauwelijks aandacht voor te zijn. Dit moet integraal onderdeel worden van alle inspanningen, omdat anders de doelstelling om in 2050 volledig circulair te zijn voor de gebouwde omgeving niet gehaald gaat worden

In de topsector regelingen zien we veel aandacht voor BIPV(T). Als er nog nieuwe innovatieprojecten indienen op dit vlak zouden ze écht wat toe moeten voegen bovenop de bestaande projecten.

We zien verder nog minder innovatie in de renovatiemarkt voor utiliteitsbouw. Dit is deels te verklaren doordat verhoudingsgewijs de energieprestatie van installatietechniek een grotere rol speelt ten opzichte van de gebouwschil. Toch zou er meer aandacht uit kunnen gaan naar verduurzamingsconcepten voor utiliteitsbouw.



Figuur 1: Aantal innovatieprojecten binnen MMIP3 per gebouwtype (topsector regelingen 2019- 2022 (december))



Knelpunten en benodigde innovaties

Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten

- Zoals in de inleiding beschreven, is inzet op integrale verduurzamingsconcepten nog steeds nodig. Het gaat hierbij om de (door)ontwikkeling van totaal- of deelconcepten voor de verduurzaming van gebouwen, met aandacht voor: het reduceren van de warmtevraag, lokale opwekking van duurzame elektriciteit en warmte voor ruimteverwarming en tapwater, en het balanceren van vraag en aanbod van energie. Het is belangrijk dat er verbeteringen worden aangebracht in termen van functionaliteit, kosten, maatschappelijke aspecten en schaalbaarheid. Bij de ontwikkeling van verduurzamingsconcepten spelen ontwerpers in op de (latente) behoeften van gebouweigenaren en -gebruikers.

Uitgangspunt voor deze verduurzamingsconcepten is dat deze woningen of gebouwen in één of in meerdere stappen brengt naar het gewenste niveau voor 2050 of die het gewenste energielabelniveau voor 2030 sneller kan bereiken. Dit betekent dat voor woningen dat deze minimaal voldoen aan de Standaard en voor utiliteitsgebouwen dat deze ten minste voldoen aan de energielabelverplichtingen en de Paris Proof normen van DGBC²⁹. Daarnaast is het streven om de gebouwen zoveel als mogelijk gereed te maken om op lage temperatuur te kunnen worden verwarmd (LT-ready).

Oplossingen voor een comfortabel en gezond binnenklimaat

- Bij de ontwikkeling van verduurzamingsconcepten is expliciet aandacht nodig voor de kwaliteit van het binnenklimaat naast energetische aspecten. Het gaat daarbij om binnenluchtkwaliteit (CO₂, fijnstof, vocht en VOC's), akoestische kwaliteit (geluid van installaties, lucht- en contactgeluid) en thermische kwaliteit (bijvoorbeeld voorkomen van oververhitting en tocht). Naarmate de luchtdichtheid van woningen toeneemt, bijvoorbeeld bij na-isolatie, wordt een goed werkend ventilatiesysteem belangrijker. Door bouwkundige ingrepen in combinatie met warmteterugwinning, vraaggestuurd ventileren en zonering toe te passen kan een gezond en comfortabel binnenklimaat op energiezuinige wijze worden gerealiseerd.

De gevraagde **prestatie-eisen** op het gebied van comfort en binnenmilieu zijn conform de volgende Programma's van Eisen (PVE) van PVE-woningen³⁰ en kantoren³¹ van Binnenklimaat Nederland, Frisse Scholen³² en in de nabije toekomst richtlijn langdurige zorg (in ontwikkeling door EPZ en TNO). Innovaties dragen ofwel bij aan versnellen van het behalen van Binnenklimaatlabel C, danwel het behalen van Binnenklimaatlabel B en A²⁹.

²⁹ Zie ook [De berekening achter Paris Proof - Dutch Green Building Council \(dggbc.nl\)](#)

³⁰ [Programma van Eisen Gezonde Woningen 2022 - Binnenklimaattechniek](#)

³¹ [PvE Gezonde Kantoren 2021 - Binnenklimaattechniek](#)

³² [Verduurzaming onderwijsgebouwen - primair en voortgezet onderwijs \(rvo.nl\)](#)



Inzet op stapsgewijze renovaties

- Vastgoedstrategieën en product-marktcombinaties dienen tevens (zo veel als mogelijk) spijtvrij bij te dragen aan een volledig CO₂-neutrale gebouwde omgeving. Deelaanpassingen worden zo in de tijd gerangschikt dat huidige oplossingen latere aanpassingen niet in de weg staan. Een getrapte aanpassing van gebouwen en wijken (naar aardgasvrij en CO₂-neutraal) vereist interfaces die goed op elkaar aansluiten. Een integrale benadering, een goede nulmeting en een helder geformuleerde eindsituatie zijn dan ook belangrijk om de afzonderlijke stappen op elkaar aan te laten sluiten en spijtvrij te kunnen renoveren.

Een **prestatie-eis** is dat innovaties niet leiden tot een lock-in waardoor de gewenste energieprestatie in 2050 (ZEB²⁹) niet worden gehaald.

Bevorderen zon op gebouw met behulp van bouwdeel-geïntegreerde PV(T)-systemen (BIPV(T))

- Het integreren van PV(T)-systemen in alle geveldelen en daken van gebouwen biedt kansen voor het uitbreiden van de duurzame energieproductie in Nederland. Het plaatsen van PV(T) op gebouwen is inmiddels gemeengoed. Steeds vaker worden gebouw geïntegreerde PV(T)-systemen toegepast. De meeste voorbeelden zien we bij grondgebonden woningen (PV(T)-Dak) en gestapelde woningen (borstweringen). Ook bij commercieel vastgoed met een grootverbruikersaansluiting is BIPV(T) een goed alternatief en wordt gezocht naar oplossingen voor het integreren van de zonnestroomfunctie in de dak- of gevelfunctie. Daarbij heeft het ontwikkelen van oplossingen voor daken met een beperkt draagvermogen speciale aandacht. Er zijn integrale concepten nodig die grootschalige uitrol van zon op bestaande utiliteitsgebouwen faciliteren. Het gebruik van energie opwekkende gevels, is een nog uitermate beperkt toegepast principe, dat met name ook voor grote utiliteitsbouw een vergroting van duurzame energie productie kan betekenen.

De belangrijkste innovatie-uitdagingen in het kader van MMIP-3 zijn:

- Het optimaal integreren van de energie opwek- en opslagfunctie met klassieke bouwkundige functies zoals bijvoorbeeld isolatie, stijfheid, sterkte, wind- en waterdichtheid;
- het maken van de proceskeuzes wat betreft de productie, installatie en demontage, waarbij tevens de ecologische gevolgen worden meegewogen;
- het nemen van bewuste ontwerpkeuzes wat betreft de levensduur, materiaalgebruik en kleur-, textuur-, vorm- en maatflexibiliteit en duurzaamheidsaspecten van het materiaalgebruik zoals bijvoorbeeld schaarste, ecologische voetafdruk en circulariteit van de gebruikte materialen³³.
- Financierbaarheid van BIPV(T) projecten

Nieuwe financiële structuren, zoals FaaS (Facade-as-a-Service) kunnen energieopwekkende gevels voor grote gebouwen versnellen³⁴.

³³ Vanuit MMIP2 is een van de belangrijkste doelstellingen om zonnestroomsystemen voor de gebouwde omgeving te bevorderen. De (door)ontwikkeling van BIPV(T)-systemen overstijgt beide MMIP's. Daarom wordt deze technologie apart benoemd in dit MMIP. De benodigde research and development voor het produceren van cellen en laminaten zijn onderdeel van MMIP-2 deelprogramma 1a. De benodigde innovatie voor de bouwkundige inpassing van PV in gebouwen is onderdeel van MMIP-3.

³⁴ [Financierbaarheid van innovatieve zon-pv concepten | Invest-NL](#)



Subthema 3.1.2 Verminderen milieu impact van verduurzamingsconcepten

Inleiding

De milieu-impact van verduurzamingsmaatregelen en renovaties moet in verhouding staan tot de besparingen. Voor het energiezuinig maken van de gebouwde omgeving is het nodig nieuwe materialen toe te voegen aan de gebouwde omgeving. Door te verduurzamen halen we daarmee de CO₂-uitstoot voor de productie van het verduurzamingsconcept naar voren. Hiermee teren we in op het beschikbare CO₂ budget voor de gebouwde omgeving. Deze CO₂-uitstoot moet gedurende de levensduur van het gebouw worden goedgeemaakt. Hiertoe dient de milieu-impact van de gebruikte materialen te worden gereduceerd, bijvoorbeeld door gebruik te maken van biobased materialen en door circulaire principes toe te passen (de R-ladder³⁵).

Naast het realiseren van een energieneutrale gebouwde omgeving is het doel om in 2050 een volledig circulaire economie te hebben. Gezien de lange levensduur van gebouwen is het noodzakelijk nu al zo veel als mogelijk circulair te werken en de milieu impact en in het bijzonder de klimaatimpact van de toegepaste materialen te beperken. Innovatie is nodig om verduurzamingsconcepten te ontwikkelen die met veel minder ingebedde CO₂-emissies gepaard gaan, zonder de kwaliteit van het verduurzamingsconcept aan te tasten. Hiervoor is het belangrijk om het primair materiaalgebruik te minimaliseren, componenten en materialen te hergebruiken, materialen te kiezen met een lagere milieu-impact en de levensduur van gebouwen door de toepassing van verduurzamingsconcepten te verlengen.

Een materialenpaspoort, een demontagehandleiding en een andere organisatie van de bouwketen kunnen helpen om hergebruik na de levensduur mogelijk te maken. Ook moeten innovatieve verduurzamingsoplossingen bijdragen aan het terugdringen van de uitstoot van ammoniak en stikstofoxiden.

De minimale **prestatie-eis** is dat productinnovaties een MKI-waarde behalen in categorie 2 voor projecten die eindigen in TRL 7 of hoger²⁹.

Huidige stand van zaken

Binnen de huidige innovatieprojecten blijkt er nauwelijks aandacht te zijn voor de milieu-impact. Er zijn voor de bestaande woningvoorraad nog geen eisen, waardoor een incentive mist voor zowel gebouweigenaren als aanbieders van producten om hiermee aan de slag te gaan. Voor nieuwbouw en grootschalige renovaties is deze incentive er wel, maar is de MPG score met de huidige stand der techniek in de meeste gevallen makkelijk haalbaar (met uitzondering van probleemgevallen). Er zouden aanvullende eisen gesteld moeten worden aan nieuw te ontwikkelen verduurzamingsconcepten op het gebied van milieu-impact. Het Ministerie van Economische Zaken heeft op initiatief van TKI Urban Energy hiervoor in 2022 een onderzoek gestart naar welke eisen gesteld moeten worden. Na de uitkomst van dit onderzoek worden eisen gesteld dat nieuwe verduurzamingsconcepten substantieel lagere MPG- of MKI-scores hebben dan de huidige state of the art van de markt. Dit moet een integraal onderdeel worden van alle inspanningen, omdat anders ons CO₂-budget te snel op is en de doelstelling om in 2050 volledig circulair te zijn voor de gebouwde omgeving niet gehaald gaat worden.

³⁵ [R-ladder - strategieën van circulariteit \(rvo.nl\)](https://www.rvo.nl/nl/onderzoek-en-advies/energie-en-circulaire-economie/energie-en-circulaire-economie/energie-en-circulaire-economie)



Knelpunten en benodigde innovaties

Dematerialisatie

- Herontwerp van bestaande verduurzamingsconcepten zodat deze met zo min mogelijk materialen gerealiseerd kunnen worden.

Toepassing van materialen met een lage milieu-impact

- Voor het gebruik van materialen met een hoge milieu- en CO₂-impact dienen alternatieven te worden toegepast met een lage milieu- en CO₂-impact. Deze materialen dienen ook te voldoen aan de eisen die de circulaire economie daaraan stelt. Voor de ontwikkeling van nieuwe materialen en bijbehorende productieprocessen wordt samengewerkt met de MMIP's die vallen onder TKI Bouw en Techniek. De focus bij bouw en techniek ligt op het ontwikkelen van alternatieven voor grote materiaalstromen in de bouw (beton, glas, etc.). Vanuit MMIP3 wordt ingezet op verlaging van de milieu-impact van isolatiemateriaal en op biobased alternatieven. De toepassing van deze nieuwe materialen valt onder MMIP3.

Minimalisering van de restmaterialen bij het einde van de functionele levensduur

- Tijdens het ontwerpproces moet er aandacht zijn voor hergebruik na de levensduur (*design for disassembly*). Dit kan door geen samengestelde materialen te gebruiken die aan het einde van de levensduur (vanwege lijmen, kitten of schuimen) niet meer kunnen worden hergebruikt. De materialen die bij het verduurzamingsproces uit de gebouwen worden verwijderd, moeten zoveel mogelijk worden hergebruikt. Dit kan door aanwezige gebouwelementen zoveel mogelijk te behouden en materialen of (gerecyclede) producten van elders te gebruiken. Afval wordt tijdens het productieproces van renovatieconcepten zoveel mogelijk beperkt. Industrialisatie en prefabricatie biedt hiervoor kansen, die zoveel mogelijk dienen te worden benut.

Verlengen van de levensduur

- Het is belangrijk om de levensduur van gebouwen te verlengen; zowel de levensduur van materialen, de kwaliteit, de aanpasbaarheid en flexibiliteit van een gebouw.

Circulaire ketens en businessmodellen

- Er is behoefte aan samenwerkingsvormen om de circulaire ontwerp- en bouwprincipes vanaf het begin tot het einde van de keten in het bouwproces op te nemen. Daarnaast kunnen andere businessmodellen zoals *product as a service* de realisatie van een circulaire bouweconomie versterken.



Deelprogramma 3.2 – Industrialisatie van het verduurzamingsproces

Subthema 3.2.1 Prefabricage en robotisering (productinnovatie)

Inleiding

Industrialisatie van verduurzamingsoplossingen lijkt de enige manier om de gewenste schaal en het gewenste tempo van verduurzaming te bereiken. De uitvoering van verduurzamingsmaatregelen is momenteel inefficiënt en arbeidsintensief geregeld. Daarnaast zien we dat de arbeidsproductiviteit in de bouw laag is ten opzichte van andere sectoren³⁶. Mede door het arbeidstekort speelt industrialisatie een belangrijke rol om het gewenste tempo te realiseren. Bovendien biedt de betere controle over een geïndustrialiseerd proces de mogelijkheid om hogere prestaties en een lagere milieupact (met name door het voorkomen van afval) te realiseren.

Het huidige productie-, bouw-, en installatieproces moet in belangrijke mate worden herzien om verduurzamingsconcepten te kunnen prefabriceren. Ook de gebouwdeigenaar/opdrachtgever dient zijn vraag op een andere wijze te formuleren. In plaats van maatwerk bestaat keuzevrijheid binnen bepaalde kaders. Dit gaat verder dan slechts het automatiseren van één processtap of het verplaatsen van (een gedeelte van) het proces naar een fabriek. Het vraagt ook om slim herontwerp van processen en producten in de gehele keten, het maken van gerichte keuzes en waar mogelijk het robotiseren van handmatig werk. De gehele keten moet geoptimaliseerd worden om een maximale aansluiting te bewerkstelligen tussen vraag en aanbod.

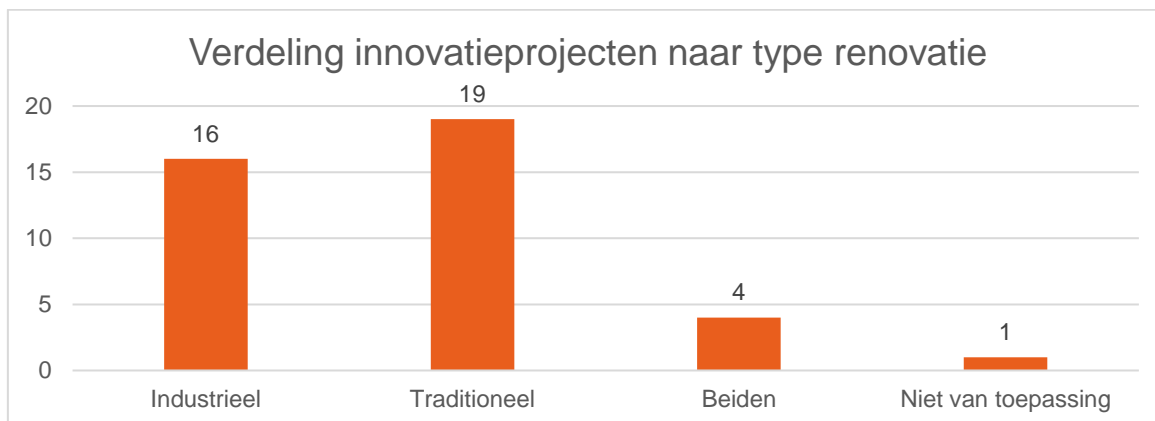
Een deel van de gebouwvoorraad kan via een prefab aanpak gerenoveerd worden naar aardgasvrije woningen. Dit geldt vooral voor meergezinswoningen en de laagbouwvoorraad die gebouwd is tussen 1950 en 1990. Hoewel prefabricage een belangrijk onderwerp blijft voor de renovatiemarkt, is een deel van de gebouwvoorraad lastig (of pas over vele jaren) te renoveren op deze wijze. Dit komt deels door de fysieke kenmerken van de betreffende wijken en woningen, deels door de wensen en mogelijkheden van eigenaren en bewoners, en deels door beperkingen in de bedrijfsvoering van aanbiedende partijen. Voor die situaties is het belangrijk om ook slimme, seriematige oplossingen te bieden.

Huidige stand van zaken

We zien steeds meer innovatieprojecten op het gebied van industrialisatie. Industrieel bouwen maakt met name in de nieuwbouw een flinke groei door. Daarmee is de afgelopen jaren een enorme technologische sprong gemaakt. De renovatie-/verduurzamingsmarkt loopt nog wel duidelijk achter op de nieuwbouw wat betreft industrialisatie. Wat betreft industriële verduurzamingsconcepten verwachten we dat circa 40% van de woningen zich leent voor dit soort concepten. In dit licht lijken het aantal innovatieprojecten op dit gebied redelijk in verhouding te zijn. Zoals eveneens beschreven in subthema 3.1.1. - Verduurzamingsconcepten - blijft de utiliteitsbouw achter voor wat betreft industrieel renoveren.

³⁶ TNO 2017 - Roadmap Smart Industrial Construction





Figuur 2: Aantal innovatieprojecten binnen MMIP3 per renovatietype (topsector regelingen 2019- 2021(april))

Qua technologische innovatie zijn in de afgelopen jaren verschillende geïndustrialiseerde verduurzamingsconcepten voor grondgebonden- en gestapelde woningen ontwikkeld. Er zijn verschillende fabrieken opgezet waarin prefab bouwdelen worden ontwikkeld. Nederland loopt hierin voorop en vanuit het buitenland wordt met veel interesse gekeken naar de Nederlandse ontwikkelingen op dit gebied. Met name in de nieuwbouw stijgt het gebruik van geïndustrialiseerd bouwen. Ook de capaciteit van fabrieken die zijn neergezet voor de productie van verduurzamingsconcepten wordt voornamelijk ingezet voor de nieuwbouwpoging. De opschaling van de toepassing van industriële verduurzamingsconcepten blijft achter. De komende jaren verdient dit extra aandacht.

Knelpunten en benodigde innovaties

Een gestandaardiseerd en fabrieksmatig ontwerp- en productieproces

- Gestandaardiseerde productieprocessen verhogen de betrouwbaarheid van het product, verlagen de variabele kosten en maken opschaling binnen de beschikbare uitvoeringscapaciteit mogelijk. Daarbij kunnen prefab verduurzamingscomponenten toegepast worden (zoals gevel- en dakdelen met geïntegreerde installaties). Tevens is het bouwproces zo ontworpen dat verduurzamingspakketten in enkele dagen en met minimale overlast geïnstalleerd en opgeleverd kunnen worden op de bouwplaats.

Optimaliseren bestaande industriële processen

- De afgelopen jaren zijn de eerste fabrieken voor de productie van bouwdelen gericht op verduurzaming van woningen ontstaan. Ook enkele timmerfabrieken zijn zich in steeds belangrijkere mate gaan richten op prefabricage. In eerste instantie heeft dit zich gericht op het verplaatsen van activiteiten van de bouwplaats naar de fabriek. Hierdoor zijn bedrijven productieprocessen ook anders in gaan richten en robotiseren. De volgende stappen zijn het zoveel mogelijk uifaseren van specialistisch werk, verdergaande robotisering en het mogelijk maken van het efficiënt produceren van series van één om keuzevrijheid en aansluiting op de bestaande situatie te vergroten (*mass customization*).



Integratie van functionaliteiten in plug & play units

- Ontwerp en realisatie van prefab en *plug & play units* waarbij verschillende functies en modules worden geïntegreerd in een bouwdeel. Door de integratie van installatietechniek in de bouwelementen wordt het proces op de bouwplaats versneld. De productie van prefab-elementen faciliteert de industrialisatie van het verduurzamingsproces. Deze bouwkundige elementen moeten aangepast kunnen worden op de individuele woningen en gebouwen. Voor utiliteitsgebouwen is de uitdaging om concepten te ontwikkelen die seriematig kunnen worden toegepast.

Vergroten uitwisselbaarheid producten door standaardisatie en normalisatie

- Afspraken over maatvoering en andere specificaties van componenten zorgen voor een grotere uitwisselbaarheid tussen bouwelementen in installaties. Hierdoor houden aanbiedende partijen keuzevrijheid in het productieproces, want er is geen *lock-in* van een product of leverancier voor de bouwer. Ook blijven geïntegreerde bouw- en installatiecomponenten dan bereikbaar voor onderhoud en vervanging. Kwaliteitsborging en onderhoud zijn daarbij belangrijke aspecten.

Subthema 3.2.2 Procesinnovatie in de keten van gebouwverduurzaming

Inleiding

Om 1,5 miljoen woningen verregaand te verduurzamen voor 2030, is inmiddels een tempo van bijna 300.000 verduurzaamde woningen per jaar benodigd. Ten opzichte van de totstandkoming van het Klimaatakkoord is de vraag naar verduurzamingsmaatregelen enorm gestegen en is het toen al bestaande arbeidstekort alleen maar toegenomen. Daarmee is procesoptimalisatie en -innovatie een van de belangrijkste deeloplossingen om de gestelde doelstellingen te behalen. De inschatting is dat procesinnovaties een potentie hebben om 30% van de verduurzamingskosten te reduceren (bron: trendrapport). Om de gewenste aantallen te bereiken moet (semi-) industriële verduurzaming opgeschaald worden. Dit wil zeggen dat de bouwketen processen inricht waarin werkzaamheden op een vaste gestandaardiseerde wijze uitgevoerd worden.

Huidige stand van zaken

De afgelopen jaren is ervaring opgedaan met prefab en industrieel renoveren op een schaal van enkele duizenden woningen per jaar. Hierin is vooral productinnovatie leidend geweest. Procesinnovatie moet hierop volgen om de beloofde kostenbesparingen te realiseren. Hierbij moet ook gekeken worden naar verduurzamingsconcepten waarin geen geïndustrialiseerde onderdelen zitten.

Knelpunten en benodigde innovaties

Vertalen van klantwensen naar (geautomatiseerde) uitvoering

- Er zijn verschillende beslissingsondersteuningstools voor configuratie van verduurzamingsconcepten. De volgende stap is dat de configuratie direct kan worden gebruikt als basis voor de uitvoering van de werkzaamheden. Dit betreft het inschakelen en van de juiste informatie voorzien van de benodigde ketenpartners, het inkopen van de juiste materialen en/of het opstarten van het (geïndustrialiseerde) productieproces (file to factory).



Betere logistieke afstemming

- Om de verduurzamingsketen zoveel mogelijk te automatiseren zijn nieuwe vormen van samenwerking nodig waarbij efficiënt wordt gewerkt aan logistieke verbeteringen. Denk hierbij aan een gezamenlijk overzicht in productenvoorraad, de inkoop van (nieuwe) producten, aansturing productie toeleveranciers en logistiek richting de bouwplaats. Ondersteunende middelen om dit doel te bereiken zijn o.a. de doorontwikkeling van bestaande ERP-, BIM-, PDM/PLM-, CRM- en workflow systemen.

Flexibilisering en configureerbaarheid van het bouwproces

- Het is van belang dat er voldoende ruimte is om het verduurzamingsconcept aan te passen aan de variatie tussen individuele gebouwen en de specifieke wensen van de gebouweigenaar/gebruiker. Dit biedt kansen om verduurzaming niet alleen functioneel maar ook aantrekkelijker te maken voor bewoners. Door digitaal bouwen als uitgangspunt te nemen, kunnen klantkeuzes vertaald worden in (bewerkte) standaardelementen.

On-site industrialisatie

- Aan de uitvoering van verduurzamingsmaatregelen komen vele partijen met verschillende expertises te pas. Denk aan aannemers, installateurs, isolatiebedrijven, afbouwers, etc. We zien enkele innovaties op de markt die het uitvoeren van verduurzamingsmaatregelen vergemakkelijken, waardoor minder mensen, met minder expertise verduurzamingsmaatregelen op locatie uitvoeren. Voorbeelden zijn kant en klare isolatiepanelen, waarmee binnenmuurisolatie en dakisolatie in één dag worden aangebracht, inclusief afwerking. Ook voor ander type aanbod liggen deze kansen.



Deelprogramma 3.3 – Digitalisering van het verduurzamingsproces

Subthema 3.3.1 Digitalisering van verduurzamingsprocessen

Inleiding

Digitalisering biedt grote kansen voor een efficiënte en versnelde uitvoering van de energietransitie gebouwde omgeving. Het realiseren van de beoogde productieaantallen kan mede worden gerealiseerd met een vergaand gedigitaliseerd proces. Een digitaal verduurzamingsproces draagt bij aan de samenwerking tussen stakeholders in het hele verduurzamingsproces en de automatische monitoring van prestaties.

Naast de keten voor individuele verduurzaming, zien we steeds meer behoeften aan digitale ondersteuningsmiddelen om de wijkreis te ondersteunen, zodat betere en meer integrale beslissingen gemaakt kunnen worden in de verduurzaming op wijk- of gebiedsniveau.

Door de komst van *building integrated modeling* (BIM) maken steeds meer bouwbedrijven de omschakeling van een document gedreven werkwijze naar een datagedreven werkwijze. Bij industriële verduurzaming van utiliteitsgebouwen en grondige renovatie en verduurzaming van woningen vormt BIM een leidraad voor het bouwen (opname, parametrisch ontwerp, productieproces), een handleiding voor de werkzaamheden (planning en realisaties) en een controlemechanisme (monitoring). Op basis van data kunnen monitoringsdata worden teruggekoppeld aan de ontwerpteam, zodat de verduurzamingsconcepten verder doorontwikkeld kunnen worden.

Huidige stand van zaken

Digitalisering van de verduurzamingsketen kan een sleutelrol vervullen in het versnellen van energierenovaties. We zien dan ook veel aandacht voor digitalisering in de markt en in innovatieprojecten. Er zijn steeds meer initiatieven die afwegingsmodellen en -toepassingen verwerken in digitale tools om gebouweigenaren en -gebruikers te helpen in het beslissingsproces van woningverduurzaming. Een voorbeeld hiervan is het Landelijk Digitaal Platform (LDP) voor woningeigenaren dat in 2022 is gelanceerd en waaraan in 2023 en 2024 nieuwe functionaliteiten worden toegevoegd. Ook in de innovatieprojecten zien we dergelijke modellen en toepassingen terug. Het is voor gebouweigenaren en -gebruikers alleen nog steeds lastig om te bepalen welke digitale tools voor hen bruikbaar zijn. Er is een overvloed aan rekentools die grotendeels hetzelfde doen. Dit is met name van toepassing bij de woningbouw. Er moeten daarom geen nieuwe innovatieprojecten gestart worden voor dit soort algemene adviestools. De vertaalslag naar bindende offertes en een efficiënte uitvoering wordt veelal niet gemaakt. De (door)ontwikkeling van bestaande digitale tools die dit wel kunnen, kunnen nog een plek krijgen in innovatieregelingen, mits echt vernieuwend.

Voor utiliteitsgebouwen zijn de afgelopen jaren veel energiemonitoringsystemen (EMS) voor energiebesparing en BIM-systemen voor energierenovaties ontwikkeld, inclusief bijbehorende diensten en business modellen. Ook hiervoor geldt dat er vooral opschalingskansen zijn, en minder innovatiekansen. De doorontwikkeling van dergelijke tools kan dus ook alleen een plek krijgen in innovatieregelingen, indien dit echt vernieuwend is ten opzichte van de status quo.



Knelpunten en benodigde innovaties

Van integraal advies naar efficiënte uitvoering

- In de markt zijn veel verschillende partijen actief die gebouweigenaren kunnen adviseren over te nemen duurzaamheidsmaatregelen. Een groot deel van deze partijen adviseert over een combinatie van een (beperkt) aantal individuele maatregelen. Daarnaast zijn partijen actief die in een meer intensief proces tot een integraal verduurzamingsplan voor de woning komen. In deze adviezen worden een groter aantal maatregelen in samenhang geadviseerd. De innovatieopgave ligt in het realiseren van een proces om te komen tot integraal advies voor de verduurzaming van een gebouw (in één of meerdere stappen) naar een bindende offerte (bij voorkeur inclusief financiering) tot aan efficiënte uitvoering. De tooling om financieringscondities te kunnen bepalen op basis van te behalen energieprestaties ontbreekt nog.

(Digitale) opnames en uitwisseling van gebouwgegevens

- Goede data hebben over je gebouw is de basis voor een pijnloze verduurzamingsoplossing. Het versnelt en vereenvoudigt de voorbereiding, en daarmee de maatschappelijke kosten van de energietransitie. Op het moment dat een gebouweigenaar van aanbieder wisselt, of wanneer de uitvoering door verschillende partijen wordt uitgevoerd moet doorgaans het gebouw opnieuw worden opgenomen. Deze opname is tijdsintensief, omdat deze op locatie moet plaatsvinden. Door een overdraagbare opname te realiseren waarbij de informatie in eigendom is van de gebouweigenaar kan veel dubbelwerk worden voorkomen. Hierbij zijn goede afspraken nodig voor aansprakelijkheid. Hiervoor is onderzoek en ontwikkeling nodig naar financiële risicoanalyses om te bepalen welke foutmarges toegestaan zijn voor het offeren op basis van data. Een andere innovatieopgave zit hem nog in het grootschalig ontsluiten van de gebouwdatabank. Bijvoorbeeld het gebouwspaspoort kan hierin helpen. Ook voor utiliteitsgebouwen zou het proces van eerste inventarisatie tot en met uitvoering versneld kunnen worden met behulp van digitale ontwikkelingen en procesinnovaties.

Beslissingsondersteuningstools voor configuratie van verduurzamingsconcepten

- Er zijn methoden nodig voor beslissingsondersteuning tijdens de ontwerpfase van de verduurzaming op gebiedsniveau. De volgende kennisvragen gaan hierop in: Hoe kunnen gebouweigenaren in de ontwerpfase een optimale afweging maken tussen verschillende criteria zoals energieprestaties, kosten en doorlooptijd? Hoe krijgt men inzicht in de samenhang tussen individuele woningverduurzaming en de inpassing in het (toekomstige) energiesysteem (wijkintegratie). Waar zijn koppelkansen met andere wijkopgaven, zoals veiligheid en overlast, verbetering van fysieke leefomgeving, vergroening van de stad, klimaatadaptatie, gezondheid, krimp en vergrijzing, (energie)armoede en schuldenproblematiek? Gaan we in een wijk voor sloop-nieuwbouw of voor grootschalige renovaties?



Optimalisering van de ketensamenwerking

- Via *building information management systems* (BIM) kunnen bouwers de wensen van klanten (projectontwikkelaars, corporaties, particuliere kopers) vroegtijdig afstemmen op de functionaliteiten van het assemblageproces van de toeleveranciers. Hierdoor kunnen de ontwerpers verwachtingen van ontwerpkeuzes in beeld brengen, besluitvormingsprocessen verbeteren en uiteindelijk het bestel-, productie- en logistieke proces versnellen. Hierbij kan digitalisering helpen bij een “contingenten aanpak” gebaseerd op groepen van gebouwen met vergelijkbare kenmerken waarop uniforme energierenovaties uitgevoerd kunnen worden. Met deze aanpak kunnen vraag en aanbod beter op elkaar afgestemd worden, wat het mogelijk maakt om energierenovaties efficiënter uit te voeren. Hierdoor worden verduurzamingsconcepten goedkoper en kunnen deze sneller uitgevoerd worden. Ook met behulp van digital twins tools kunnen vraag en aanbod beter op elkaar afgestemd worden en kunnen verschillende scenario's doorgerekend worden. Zo hebben klanten maximale invloed op het eindproduct, binnen de kaders van het assemblageproces. Het is essentieel dat platformen meer een *open source* karakter krijgen, zodat elke partij kan participeren.

Een **prestatie-eis** voor platforms die gebruik maken van topsector subsidies is dat ze een open source karakter hebben.

Aansturing van het industriële fabricageproces (off-site)

- De automatische verwerking van digitale inmeetgegevens (een 3D-scan met puntenwolk) zorgt voor aansturing van het productieproces in de fabriek. Op basis van *computer-aided design and manufacturing* (CAD/CAM), kan het fabricageproces automatisch worden aangestuurd en uitgevoerd. Software kan ook zorgen dat assemblage en transport op elkaar zijn afgestemd.

Stroomlijnen van het bouwproces op de werkplaats (on-site)

- Ook kan BIM worden ingezet om het bouwproces te optimaliseren in termen van tijd, kosten en kwaliteit. Digitale hulpmiddelen kunnen dit proces verbeteren in verschillende fasen. Zo kan digitalisering de afstemming van productie- en distributieplanningen faciliteren. En ook bij de realisatie stimuleert digitalisering een strak bouwproces, via geautomatiseerde bestellingen en het optimaliseren van de logistiek (componenten uit verschillende fabrieken op het juiste moment bij het gebouw krijgen).

Subthema 3.3.2 Monitoring, slimme aansturing en meetprojecten

Inleiding

Naast de ontwikkeling van verduurzamingsconcepten, is het belangrijk om de prestaties van verduurzaming te monitoren en te sturen. Dit moet leiden tot meer inzicht in hoe integrale verduurzamingsconcepten in de praktijk presteren op het gebied van gezondheid, comfort en energieprestatie, zodat innovators op deze facetten kunnen doorontwikkelen. Ook kan monitoringsdata gebruikt worden als input voor slimme regelsystemen die het gebouw energie-efficiënt kunnen laten opereren. Zo kan het gehele potentieel aan energiebesparing worden gehaald, en is er ook oog voor binnenmilieukwaliteit en bewonersvoorkeuren. Prestatiecriteria en monitoring dragen



dus niet alleen bij aan het verbeteren van de energetische prestaties en van het ontwerp, maar ook aan de acceptatie van verduurzamingsmaatregelen.

Huidige stand van zaken

We zien dat het monitoren en handhaven van prestatiecriteria in de praktijk nog lastig blijkt en te duur is ten opzichte van de voordelen. Dit blijkt ook uit het gegeven dat er weinig innovatieprojecten op dit gebied tot stand komen. Er is meer aandacht en inzet nodig om de doelen uit dit subthema voor elkaar te krijgen. Wat betreft energiemonitoring zien we meer gebeuren binnen de utiliteitsbouw, waar energiebeheers- en bewaaksystemen onderdeel zijn van de wet milieubeheer.

Knelpunten en benodigde innovaties

Validatie en verbeteren verduurzamingsconcepten door gebruik van data

- Data over (energie)prestaties zijn essentieel voor de validatie en verbetering van verduurzamingsconcepten en het maken van afgewogen, datagedreven beslissingen voor het verduurzamen van gebouwen. Het is belangrijk om integrale prestatie monitoring (o.a. energie, comfort, gezondheid en tevredenheid) op te zetten. Daardoor kun je tijdig leren van de data en concrete verbeterstappen zetten, door terugkoppeling naar ontwerper en gebruiker. Daarnaast moet prestatie monitoring gaan helpen om te kunnen sturen op daadwerkelijke energieprestaties in gebouwen.

Nieuwe generatie gebouwbeheersystemen (GBS) en energiemanagementsystemen voor woningen (HEMS)

- Verschillende apparaten en energieprocessen in gebouwen worden nu onafhankelijk van elkaar (automatisch) aangestuurd. Slimme monitoring- en regelsystemen maken het mogelijk dat deze apparaten en processen als samenhangend geheel efficiënt functioneren, waarmee het energieverbruik geoptimaliseerd wordt. Er is behoefte aan de doorontwikkeling van deze systemen, zodat de Gebouwbeheersystemen (GBS), Energieregistratie- en Bewakingssysteem (EBS) en Building Energy Management Systemen (BEMS) daadwerkelijk slim de HVAC-installaties aansturen en rekening houden met comfort, gezondheid en energieverbruik als één integraal systeem. Voor de slimme aansturing in utiliteitsgebouwen hebben de nodige ontwikkelingen al plaatsgevonden. Hierbij worden bijvoorbeeld weersvoorspellingen meegenomen in de aansturing van HVAC-installaties. Op dit gebied is geen grootschalige innovatiesubsidie meer benodigd. Op het gebied van Smartbuildings en predictive maintenance zien we nog doorontwikkelingsmogelijkheden. Voor een slimme aansturing van verwarming, koeling en ventilatie in woningen ligt nog een grotere innovatie uitdaging, dan in de utiliteitsbouw.

Voorkomen van piekbelasting van de elektriciteitsinfrastructuur

- Naast aansturing op voor efficiënt energiegebruik binnen individuele gebouwen kunnen slimme energie-regelsystemen gebruikt worden om verdere interactie aan te gaan met het bredere energiesysteem, bijvoorbeeld door flexibiliteit te ontsluiten en in te zetten. Slimme regelsystemen bieden oplossingen om efficiënt met energie om te gaan of (te) hoge (piek)belasting van de elektriciteitsinfrastructuur te voorkomen.



Deelprogramma 3.4 – Een inclusieve en gedragen energietransitie gebouwde omgeving

Subthema 3.4.1 Op maat aansluiten bij eigenaren en gebruikers

Inleiding

Verduurzamingsconcepten die ontwikkeld worden zoals beschreven in deelprogramma 1 hebben een grotere kans om te worden overgenomen als ze aansluiten bij de behoeften van eigenaren en gebruikers. Aanbiedende partijen kunnen hierop inspelen door proposities en verkoopkanalen op te zetten die rekening houden met deze behoeften en verschillende eigenaarsvormen. Digitale technieken en (big) data kunnen hierbij behulpzaam zijn, want het aanbod en de communicatie kunnen zo verder gepersonaliseerd worden bij de ontwikkeling van producten (deelprogramma 1). Op die manier leidt de inbreng van gebruikers tot een verbetering van het aanbod. Voor de invulling hiervan wordt nadrukkelijk samenwerking gezocht met marketeers, gedragswetenschappers en ontwerpers. Om te zorgen voor acceptatie is het ook van belang om uitvoerende partijen enthousiast te maken voor nieuwe technieken.

Huidige stand van zaken

In het Klimaatakkoord zijn belangrijke afspraken gemaakt met betrekking tot het ontzorgen van woningeigenaren. De twee belangrijkste afspraken op dit gebied zijn het Landelijk Digitaal Platform (LDP) en de Standaard en Streefwaarden. De Standaard en Streefwaarden zijn in 2021 gepubliceerd en de eerste functionaliteiten van het Landelijk Digitaal Platform zijn in 2022 beschikbaar geworden. In 2023 en in 2024 worden hier nog functionaliteiten aan toegevoegd, waardoor particulieren via het LDP verduurzamingsproducten en diensten aan kunnen schaffen.

In de topsector regelingen gaat veel aandacht uit naar het op maat aansluiten van verduurzamingsconcepten bij eigenaren en gebruikers. We zien verschillende innovatieprojecten waarin tools en methoden worden ontwikkeld om verduurzamingsconcepten aan te sluiten bij specifieke doelgroepen. Voorbeelden van specifieke doelgroepen zijn VvE's, collectieve particulieren, individuele particulieren of eigenaars/gebruikers van kantoren. Het blijkt in de praktijk met name nog moeilijk om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen bij de wijkgerichte aanpak en voor de verschillende typen utiliteitsgebouwen.

Ook buiten de topsector regelingen zien we belangrijke ontwikkelingen op dit subthema. Voorbeelden zijn de Leidraad Resultaatgericht Samenwerken (RGS) voor woningcorporaties van Aedes en initiatieven op het gebied van maatschappelijk verantwoord inkopen of innovatief inkopen. Dit soort initiatieven zijn belangrijk om sneller tot verduurzaming te komen en verduurzaming succesvol te realiseren. Digitalisering van het verduurzamingsproces speelt een belangrijke rol binnen dit subthema. We zien hierbij recent ook veel initiatieven op het gebied van *big data* en *digital twins*, de uiteindelijke impact en de rekenkwaliteit hiervan moeten nog blijken.

Energiecollectieven worden vaak als een (deel)oplossing gezien om eigenaars/bewoners te enthousiasmeren voor verduurzaming. Er zijn inmiddels ruim 100.000 mensen aangesloten bij een energiecoöperatie. Het resultaat daarvan in 2021 was 172MWp aan opgesteld PV vermogen (1,7% van het totale opgestelde vermogen).



150 warmteprojecten, waarvan 78 nog actief en 108 energiecoöperaties die aan de slag zijn gegaan met energiebesparende maatregelen³⁷. Het effect van deze inzet op de klimaatdoelstellingen is daarmee vooralsnog vrij beperkt, maar hier kan verandering in komen als warmteprojecten en energiebesparingstrajecten die in 2020 en 2021 gestart zijn daadwerkelijk gaan lopen.

Knelpunten en benodigde innovaties

Stroomlijnen van de vraagkant

- De benodigde schaa sprong kan alleen wanneer de opgave, zo veel als mogelijk, wordt georganiseerd in uniforme, voorspelbare en continue bouwstromen. Dit maakt versnelling en het efficiënt inzetten van mensen, middelen en materiaal mogelijk. Er moet aandacht zijn voor het anders organiseren van inkoopprocessen, zodat er daadwerkelijk 'treintjes' van verduurzamingsmaatregelen ontstaan die efficiënt uitgevoerd kunnen worden. Hetzij door collectief uit te vragen of juist door individuele opdrachten slim in de tijd te plannen. Digitalisering kan benut worden voor een gepersonaliseerd aanbod, waarbij aan de achterkant de keten slim is georganiseerd.

Acceptatie van verduurzamingsconcepten vergroten

- Het is van belang om de acceptatie van verduurzamingsconcepten te vergroten. Dit kan bijvoorbeeld door uitvoerende partijen ervaring op te laten doen over nieuwe producten en diensten, zodat zij deze meenemen in hun adviezen aan klanten. Vragende partijen zoals energiecoöperaties kunnen een rol krijgen bij het enthousiasmeren voor verduurzaming. Ook kan een analyse van de besluitvorming bij eigenaren en gebruikers eraan bijdragen dat aanbieders beter kunnen inspelen op 'koppelkansen' en natuurlijke mutatiemomenten. Tot slot is er onderzoek nodig naar gedragsaspecten ter versterking en acceptatie van duurzame oplossingen, zoals onderzoek naar gebruikspatronen, behoeften en drempelwaarden.

Subthema 3.4.2 Een integrale verduurzamingsaanpak via klantreis, wijkreis of op gebiedsniveau

Inleiding

De gebiedsgerichte aanpak is een belangrijk uitgangspunt geweest bij de totstandkoming van het Klimaatakkoord. Uit onderzoek van PBL blijkt echter dat de individuele verduurzaming van woningen de wijkaanpak in de weg kan zitten in het geval van collectieve warmte³⁸. Afstemming tussen individuele verduurzaming en collectieve oplossingen is dus belangrijk.

Bij ontzorging voor een gebiedsgerichte aanpak is het essentieel om oog te hebben voor de bredere context waarin eigenaren en bewoners hun keuzes maken. Zo kan een 'wijkreis' zorgen dat de transitie op wijkniveau behapbaar wordt gemaakt en dat oplossingen passen binnen de buurt of wijk. Verder kunnen nieuwe vormen van eigenaarschap en financiering leiden tot minder zorgen voor eigenaren en gebruikers.

³⁷ [Lokale Energiemonitor 2021 \(hieropgewekt.nl\)](#)

³⁸ <https://www.pbl.nl/publicaties/besturen-in-het-begin-van-de-warmtetransitie>



Op basis van de gebruikersbehoefte kan bijvoorbeeld bepaald worden wat beter past: een individuele oplossing of collectieve oplossing.

Huidige stand van zaken

Anno 2022 is de vraag naar verduurzamingsproducten en diensten enorm toegenomen ten opzichte van de jaren daarvoor. De energietransitie raakt echter ook andere maatschappelijke opgaven. Denk hierbij aan volkshuisvesting, vergroening van steden, mobiliteit, energiearmoede, etc. Geen rekening houden met koppelkansen zou zonde zijn, en kan bovendien vertragend werken voor de energietransitie.

Daarnaast zijn er verschillende aanpakken en initiatieven die ontstaan vanuit de wijkaanpak, de warmtetransitie, netbeheerders die bezig zijn met netcongestie. Er zijn wel tools en methodieken die in de wijkaanpak ondersteunen, maar er zijn nog onvoldoende handvatten om de verschillende maatschappelijke uitdagingen waar we voor staan integraal te benaderen.

Binnen de topsector regelingen zien we échte ontzorging van bewoners weinig terug komen in innovatieprojecten. We zien wel dat er verschillende diensten worden ontwikkeld in de eerste fase van de klantreis, maar nog weinig schaalbare dienstverlening die leidt tot verduurzaamde woningen waarbij de consument door de gehele klantreis is ontzorgd of zelfs waarbij de gehele keten wordt ontzorgd door intermediairs. We zien binnen de topsectorregelingen ook nog geen ontzorgingsinitiatieven voor gebouweigenaren en gebruikers van utiliteitsbouw.

Knelpunten en benodigde innovaties

Gestroomlijnde klantreis voor woning- en gebouweigenaren

- De komende jaren zijn ontzorgingsconcepten (zoals een klantreis) voor gebouweigenaren nodig, die beschikbaar zijn tegen een betere prijs-kwaliteitsverhouding dan huidige opties. De kwaliteit kan toenemen door de klantreis te vertalen naar individuele invulling en uitvoering (bijvoorbeeld op basis van specifieke doelgroepen of klantsegmenten). Ook is het belangrijk om voorgeselecteerde verduurzamingsmaatregelen te integreren in het bouwkundig advies of het hypotheekadvies, zodat eigenaren die niet direct zelf zouden verduurzamen wellicht ook maatregelen treffen. Ondersteuning kan komen van *one-stop shops*, waar mensen hun woning of gebouw kunnen inzien en concepten kunnen uitproberen.

Gestroomlijnde transitie voor alle schakels in de keten

- De opschaling van de verduurzaming van de gebouwde omgeving vraagt een andere manier van werken van adviseurs, isolatiebedrijven, installatiebedrijven en toeleveranciers. Deze verandering gaat niet vanzelf. Beslissers bij deze bedrijven en de mensen die in deze sectoren werken moeten in deze verandering worden ondersteund om een soepele opschaling door te kunnen maken. Er zijn oplossingen nodig om deze doelgroepen efficiënter en effectiever te laten werken om de arbeidsproductiviteit te verhogen en om beschikbare kennis en knowhow daar in te zetten waar het echt nodig is.

Op gang brengen van een wijkreis

- Om grootschalige verduurzaming van woningen en gebouwen te realiseren kijken we verder dan de woning of het gebouw. De dynamiek in de wijk kan immers



bijdragen aan een versnelling van energierenovaties. Daarom is het belangrijk synergie in buurten te zoeken. Gemeentes hebben inmiddels allemaal een eerste versie van hun Transitievisies Warmte (TVW's) opgesteld, zoals afgesproken in het Klimaatakkoord. Veel gemeentes zijn inmiddels ook aan de slag met de Wijkuitvoeringsplannen (WUP's). Beide hulpmiddelen zijn vooralsnog onvoldoende concreet om aan de slag te kunnen in een wijk. We zien dat de wijkaanpak en de verduurzaming van individuele gebouwen vaak parallel lopende processen zijn waar de afstemming verbeterd kan worden. Aanpakken en methodieken om de wijkreis te ondersteunen zijn nodig. We zien hier verschillende initiatieven op ontstaan, maar deze zijn nog erg versnipperd. Er zijn nog onderzoeks- en innovatieprojecten nodig om verschillende aanpakken te integreren. Hoe sluit bijvoorbeeld een contingentenaanpak beter aan bij de wijkaanpak? Ook zijn nieuwe methoden van inspraak en participatie nodig, zodat een buurttransformatie sneller en beter op gang kan worden gebracht.

Nieuwe vormen van eigenaarschap en financiering

- Het aantal energierenovaties kan worden versneld door nieuwe vormen van eigenaarschap en financiering aan te bieden. Zo zijn er oplossingen nodig die bijdragen aan de betaalbaarheid en financierbaarheid van verduurzaming (bv. ESCo's, collectieve financiering). Vaak hoort daar ook een andere eigenaarschapsstructuur bij. Naast financiering via prestatiecontracten (zoals ESCo's), is er ook behoefte aan gemakkelijk toegankelijke woonlastenneutrale financiering. Idealiter ontwikkelen *service providers* nieuwe proposities in samenwerking met financiële instellingen (banken, verzekeraars, SVn, hypotheekverstekkers en -adviseurs) en regionale overheden.

Sectoroverstijgende samenwerking

Er liggen kansen voor het realiseren van sectoroverstijgende samenwerking om de energietransitie gebouwde omgeving te versnellen en tegelijkertijd andere maatschappelijke uitdagingen te adresseren. Voor de hand liggende voorbeelden in de wijkaanpak zijn het realiseren van waterberging, het kunnen bieden van zorg aan huis, het nieuwe werken en langer zelfstandig thuis kunnen wonen of het gebruik van accu's uit de mobiliteitssector voor opslag van energie. Hiervoor is het van belang dat koppelkansen worden geïdentificeerd en opgepakt en dat ondersteunende middelen en verdienmodellen beschikbaar zijn om hier invulling aan te geven. Er bestaan er meerdere tools die (digitale) ondersteuning bieden bij gebiedsgerichte aanpakken. Om een gebied echt toekomstbestendig te maken is nog doorontwikkeling nodig van dergelijke hulpmiddelen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan BIM-tools die een gemeente in kan zetten voor de renovatie- en nieuwbouwopgaven, maar waarbij ook direct mobiliteit en vergroening van de wijken meegenomen kunnen worden. Daarnaast is er behoefte aan nieuwe verdienmodellen die sectoren met elkaar integreren en oplossingen bieden voor onder meer efficiëntieverbeteringen en *split incentives*.



5 Nederlandse innovatie-activiteiten

Missiegedreven, meerjarige aanpak

Missiegedreven innovatiebeleid richt zich op het aanpakken van maatschappelijke uitdagingen en het benutten van de economische kansen die deze met zich meebrengen. De Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's (MMIP's) en daaruit voortvloeiende innovaties zijn een middel om de opgaven uit het Klimaat- en coalitieakkoord en de geformuleerde missies op termijn te realiseren. In dit programma worden kennis- en innovatievraagstukken benoemd, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen ontwikkeling in vier verschillende fases, die corresponderen met verschillende *technology readiness levels* (TRL's):

- 1 Onderzoek (TRL 1-4)
- 1 Ontwikkeling (TRL 4-7)
- 2 Demonstratie (TRL 7-8)
- 3 Implementatie (TRL 9)

De verschillende kennis- en innovatievraagstukken zijn gekozen vanwege hun beoogde impact op het bereiken van de missie. Het programma laat daarbij ruimte voor disruptieve ontwikkelingen en onderzoek naar het potentiële effect van nieuwe ontwikkelingen waarvan de impact nog onbekend is. Daarnaast is er een aantal niet-technologische thema's waar ontwikkeling nodig is. Deze doorsnijdende thema's zijn niet te vatten in een TRL-fase.

Instrumenten en activiteiten

Het MMIP is geen subsidieregeling met een eigen budget. Verschillende regionale, landelijke en Europese (subsidie)regelingen leveren gezamenlijk een bijdrage aan het MMIP door innovaties in een deel van de innovatieketen een stapje verder te helpen. Daarnaast zijn andere instrumenten en activiteiten benodigd. Dit hoofdstuk biedt een beschrijving van benodigde instrumenten en activiteiten om de doelstellingen van MMIP 2, 3, 4 en 5 te bereiken (gebouwde omgeving en hernieuwbaar op land).

Subsidieregelingen

Een gebalanceerde inzet van financiële middelen is nodig over de gehele innovatieketen, van funderend en toegepast onderzoek tot pilots en demo's. De rijksoverheid stimuleert innovatie met een combinatie van generiek R&D beleid, aangevuld met meer specifiek Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid. De volgende instrumenten vallen onder de laatste categorie en zijn met name gericht op het bereiken van de missie:

- 1 Onderzoeken (TRL 1-4): Kennis- en Innovatieconvenant (KIC), Open competitie middelen NWO, PPS-fonds en de Nationale Wetenschapsagenda (NWA). Deze instrumenten richten zich met name op fundamenteel onderzoek en industrieel onderzoek.
- 2 Ontwikkelen (TRL 4-7): 'Vrije' middelen van TNO (SMO middelen), de MOOI-regeling, de Gebouwde Omgeving-subsidieregeling van de Topsector Energie, de Hernieuwbare Energieregeling (HER+) en het PPS-toeslag instrument. Deze



instrumenten richten zich met name op industrieel onderzoek, experimentele ontwikkeling en het uitvoeren van pilots.

- 3 Demonstreren (TRL 7-8): Hernieuwbare Energietransitie (HER+), diverse categorieën van de Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+). Deze instrumenten richten zich met name op experimentele ontwikkeling en het uitvoeren van pilots en demonstratieprojecten.
- 4 Implementeren (TRL 9): Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++), Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE), Milieu-investeringsaftrek (MIA) en de Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil). Deze instrumenten richten zich op het stimuleren van marktrijpe (innovatieve) duurzame technologieën.

De instrumenten vallen onder auspiciën van verschillende organisaties (het ministerie van EZK, RVO, TKI Urban Energy, TNO en NWO). Sommige instrumenten richten zich op een breder domein dan alleen de gebouwde omgeving of zelfs de energiesector.

Het Nationaal Groeifonds biedt additionele middelen voor projecten die bijdragen aan duurzame economische groei voor de lange termijn, welke niet goed landen binnen het bestaande instrumentarium van de overheid. In 2022 is er ruim € 350 mln euro toegekend en gereserveerd voor consortia die (ten dele) gericht zijn op de verduurzaming van de gebouwde omgeving.

Dit aanbod van nationale regelingen wordt aangevuld door diverse lokale, regionale en Europese regelingen, zoals Horizon Europe, ERA-net, INTERREG en de MIT-regeling. Het organiserend vermogen van de Topsector Energie richt zich in toenemende mate ook op deze instrumenten.

Overige instrumenten en activiteiten

Naast de beschikbaarheid van financiële middelen en instrumenten is een breed scala nodig aan activiteiten en instrumenten. Om de missie van dit MMIP te realiseren, wordt onder meer ingezet op:

- a Kennisbundeling en -deling; door middel van o.a. (markt)studies, whitepapers, kennisdossiers en evenementen;
- b Deelnemen aan en initiëren van overlegstructuren op het vlak van normering, standaardisatie en afsprakenstelsels;
- c Signaleren en analyseren van belemmeringen en knelpunten qua wet- en regelgeving;
- d Versnellings- en opschalingsprogramma's; enerzijds gericht op het verbinden van ontwikkelde marktrijpe innovaties aan vragende partijen, anderzijds op het vergroten van het lerend vermogen van alle actoren via '*learning by doing*'.

Vanuit de Topsector Energie is daarnaast jaarlijks een 'eigen' onderzoeksbudget beschikbaar voor korte studies of onderzoeken die snel en gericht ondersteuning bieden aan de marktpartijen die actief zijn in het innovatie-ecosysteem.



Benodigde inzet van publieke middelen

Begin 2023 wordt de allocatie van publieke middelen aan de innovatieprogramma's vastgesteld voor het daaropvolgende jaar op basis van de ambities die in het Klimaatakkoord en de daarvan afgeleide IKIA zijn geformuleerd. De allocatie wordt vastgelegd in het Kennis- en Innovatie Convenant (KIC). De middelen worden ingezet voor onderzoek, innovatieontwikkeling en pilots en demonstraties.

Het is de bedoeling dat de innovatieagenda's van NWO en TNO waar mogelijk op elkaar worden afgestemd ten behoeve van impactverhoging.

Vooruitlopend op het vastleggen van het KIC, wordt een evaluatie uitgevoerd van verschillende innovatieregelingen en -instrumenten. Als aandachtspunten bij deze evaluatie worden een aantal algemene en thematische aandachtspunten meegegeven.

Algemene aandachtspunten bij het inrichten van innovatie-instrumentarium zijn:

- Er dient rekening gehouden te worden met de toegenomen investeringsbereidheid van marktpartijen. We zien ook weer in 2022 dat de beschikbare budgetten van verschillende subsidieregelingen zijn overvraagd. Zo is in de MOOI-regeling in 2022 voor 67 miljoen aan projecten voor de gebouwde omgeving ingediend. Met een budget van 39,4 miljoen euro betekent dit dat 60% van de projecten kan worden toegekend. Voor de PPS-toeslageregeling had er 115% extra subsidie (3,5 mln euro) besteed kunnen worden aan projecten met een positieve beoordeling. **Dit gegeven pleit in de volle breedte voor een verhoging van beschikbare subsidiemiddelen, omdat de markt jaar op jaar laat zien dat het bereid is om private middelen te investeren in innovatie.**
- Doordat de MOOI-regeling eens per twee jaar wordt opengesteld, **fluctueren de beschikbare subsidiebudgetten per jaar.** In 2021 was het beschikbare budget significant lager dan 2022. Ook in 2023 zal het budget weer lager zijn. Dit zet een rem op de innovators die nu hun product of dienst verder willen ontwikkelen.
- De ervaring leert dat de MOOI-regeling, die gericht is op grotere innovatieprojecten, de sector uitdaagt om de lat hoog te leggen. Dit heeft geleid tot meer innovatieprojecten die technische, economische, sociaal-organisatorische en juridisch-institutionele aspecten op integrale wijze aanpakken. Het Groeifonds is hierin een overtreffende trap en streeft naar nog grotere voorstellen. Tegelijkertijd zien we dat het indienen van een kansrijk MOOI-voorstel een uitdaging is, wat met name **voor het MKB een barrière vormt voor deelname.**
- Het uitblijven van de TSE GO regeling heeft voor meerdere lacunes gezorgd in het innovatiesubsidie landschap. **Het herintroduceren van de TSE GO is daarom wenselijk.**
- Met het bevriezen van de TSE-regeling is het voor (mkb-)bedrijven moeilijker geworden om voor kleinere, meer gerichte, innovatieprojecten subsidie te krijgen. Om in aanmerking te komen voor de MOOI-regeling moeten deze innovaties onderdeel zijn van een groter geheel (waarbij ook de slaagkans kleiner wordt wanneer deze projecten op een kerstboom gaan lijken). De PPS-regeling is door haar opzet primair gericht op kennisinstellingen, innovaties waar geen kennisinstelling bij nodig zijn, kunnen hierdoor geen subsidie krijgen.



In 2020 vulde de 'TSE Gebouwde Omgeving' subsidieregeling, een regeling bedoeld voor kleinere innovatieprojecten, dit gat op.

- **Het valt te overwegen om een aantal specifieke subsidiecalls uit te zetten op specifieke innovatiethema's.** Daarmee kan gericht een versnelling worden aangebracht op die thema's waarop ontwikkeling achterblijft en waarop een versnelling wenselijk is. De TSE Gebouwde Omgeving zou ook op deze wijze ingericht kunnen worden, om juist die lacunes op te pakken die binnen de MOOI-regeling onvoldoende invulling krijgen.
- Om de (tussen)doelen uit het Coalitieakkoord voor 2030 te realiseren, moeten de innovaties vooral voortborduren op oplossingen die al voorbij de laagste TRL's zijn. Tegelijkertijd is het belangrijk om een noodzakelijke basis te leggen voor de missie voor 2050 (een CO₂-vrije gebouwde omgeving) door te werken aan kennis en innovaties op lagere TRL-niveaus. We constateren dat de MOOI-regeling, met de focus op schaalbare innovaties, leidt tot meer projecten op de hogere TRL's. Dit veroorzaakt in de praktijk een gat tussen beschikbare budgetten tussen innovatieprojecten in de lagere TRL's en innovatieprojecten in de hogere TRL's. Dat werkt remmend voor de doorontwikkeling van innovaties die vanuit de meer fundamentele onderzoeksprojecten gestart zijn. Ook dit pleit ervoor om de TSE Gebouwde Omgeving weer open te stellen. Dit blijkt ook uit analyse van RVO over het functioneren van de DEI+ regeling.
- Voor een succesvolle energietransitie is bovendien veel kennisopbouw nodig. Bijvoorbeeld omtrent de milieueffecten van verschillende type opstellingen van zonneparken of van renovatieconcepten. Onderzoeksorganisaties kijken voor de financiering van dit onderzoek vaak naar innovatiesubsidies, maar de huidige opzet van innovatie-subsidieregelingen leent zich niet voor het financieren van dit type onderzoek. Een verbijzondering van de problematiek rondom 'onderzoek' betreft MVI. Veel MVI projecten betreft onderzoek naar drijfveren, klantreizen, gedrag, voorkeuren en is niet noodzakelijkerwijs gekoppeld aan concrete product- en dienstontwikkeling. **Randvoorwaardelijk onderzoek zou meer ondersteund moeten worden.**
- De resterende periode om de tussendoelen van 2030 te behalen wordt steeds korter. Daardoor komt er (noodzakelijkerwijs) meer aandacht te liggen op de opschaling en versnelling van innovaties. Er is behoefte aan publieke inzet (van middelen) voor sectorondersteunende activiteiten om deze versnelling en opschaling te realiseren. Denk aan middelen die gericht worden ingezet op normalisatie, de ontwikkeling van digitale platforms, living labs en kennisdisseminatie.
- TNO en de Grote Technologische Instituten (GTI's) werden in het verleden door de overheid ingezet voor toegepast wetenschappelijk onderzoek. Om dit onderzoek beter aan te laten sluiten bij de markt is ervoor gekozen om met Vraaggestuurde Programma's (VP's) te werken. Dit leidt tot een betere aansluiting van onderzoek bij wensen uit het bedrijfsleven, maar er mist een instrument om randvoorwaardelijk onderzoek te doen voor de energietransitie. De beschikbare data over de gebouwde omgeving is vaak beperkt. Dergelijke uitdagingen passen niet binnen innovatieregelingen, maar er zijn ook geen andere instrumenten waarop TNO en de GTI's een beroep kunnen doen. Er zou weer een instrument moeten komen om aanbodgedreven onderzoek te doen binnen de Missies.




Thematische aandachtspunten bij het inrichten van het innovatie-instrumentarium zijn:

- De HER+ vervult een belangrijke rol voor het aanjagen van innovatie omtrent hernieuwbare energie. De afgelopen jaren kwam een groot deel van het innovatiebudget voor MMIP1 en 2 uit deze regeling. Tegelijkertijd zien we dat partijen meer moeite krijgen met het indienen van succesvolle projecten op deze regeling. Dat hangt samen met de eis binnen de regeling om uiterlijk in 2030 aan CO2-reductie bij te dragen. Ieder jaar wordt het moeilijker om dit aannemelijk te maken. Daarnaast is de voorzetting van de HER+ na 2023 niet voorzien. Er is behoefte aan een opvolgende regeling om de pijplijn van innovaties ook richting 2050 gevuld te houden.
- Het organiseren van cross-sectorale innovatie komt lastig van de grond, omdat het veel tijd en maatwerk vraagt om middelen beschikbaar te krijgen. Het risico bestaat dat kansrijke sector-overschrijdende innovaties niet van de grond komen, waardoor de energietransitie te verkokerd en daardoor minder efficiënt georganiseerd zal worden. TKI Urban Energy pleit voor het beschikbaar stellen van aparte budgetten voor dergelijke cross-overs, die via bestaande regelingen uitgezet kunnen worden. De MOOI-SIGOHE regeling uit 2021 is een goed voorbeeld dat laat zien hoe een regeling tussen verschillende missies tot stand kan komen. Een belangrijke cross-over voor missie B met missie D+ is de elektrificatie van mobiliteit, welke nu vaak tussen wal en schip valt binnen bestaande subsidieregelingen. Missie B en D+ pleiten gezamenlijk voor een aparte MOOI-call voor deze cross-over.
- Sinds 2019 zijn verschillende versnellings- en opschalingsprogramma's opgestart die gericht zijn op een aantal specifieke doelgroepen. Sinds 2019 loopt het door TKI Urban Energy en CLICKNL geïnitieerde programma Uptempo!, waarin op gestructureerde wijze aanbiedende en vragende partijen met elkaar worden verbonden voor de verduurzaming van woningen en ander vastgoed. Sinds 2022 is TKI Urban Energy de penvoerder van het programma Verbouwstromen, gericht waarin wordt samengewerkt met TKI Bouw & Techniek, Bouwcampus en Stroomversnelling. In 2022 zal bovendien het Programma Verduurzaming Bedrijventerreinen starten. Er worden kansen gezien voor aanvullende programma's op het vlak van maatschappelijk vastgoed, utiliteitsbouw en energiegemeenschappen.



Voortgang op de deelprogramma's

Tabel 4: Voortgang op de deelprogramma's

#	Deelprogramma	Doelbereik	Korte duiding
1	Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten		<p>Utiliteitsbouw: het conceptueel denken ontbreekt nog in de markt. Het aantal integrale verduurzamingsconcepten is wel stijgende, maar innovators weten de beschikbare subsidies nog maar beperkt te vinden</p> <p>Woningcorporaties: Er zijn de afgelopen jaren veel innovatieve verduurzamingsconcepten ontwikkeld. Nieuwe innovators weten nog moeilijk aan tafel te komen bij de woningcorporaties.</p> <p>Particuliere markt: Wordt nog steeds gedomineerd door het nemen één of enkele individuele maatregelen. We zien wel steeds meer maatschappelijke interesse en interesse van bedrijven in deze doelgroep.</p> <p>Er missen echt nog innovaties die zorgen voor een lagere milieu impact van verduurzamingsmaatregelen.</p>
2	Industrialisatie		<p>De markt voor nieuwbouw grondgebonden woningen bestaat inmiddels voor 1/5 uit conceptwoningen die geïndustrialiseerd worden geproduceerd. Voor bestaande woningen zijn verschillende industriële verduurzamingsconcepten ontwikkeld, maar zit de uitdaging nog in de opschaling. Met name hoogbouw lijkt zich te lenen voor industriële verduurzaming. Daarnaast zou industrialisatie van niet-prefab verduurzamingsconcepten nader gestimuleerd moeten worden om de benodigde aantallen verduurzaamde woningen te realiseren. Betreft utiliteitsbouw is echt nog fundamenteel onderzoek nodig betreft de kansen voor industrialisatie.</p>
3	Digitalisering		<p>Er lijkt nog meer inzet nodig te zijn op het digitaliseren van de renovatieketen. Er zijn een hoop digitale tools beschikbaar. Deze moeten echter nog wel juist ingezet worden, door de juiste mensen. De kennis over het digitale werken is nog zeer beperkt in de bouw en bij de gebouwde omgeving. De samenhang tussen verschillende digitale platforms moet bewaakt worden en de onderlinge communicatie en uitwisselbaarheid is een punt van zorg/aandacht.</p>
4	Inclusieve energietransitie		<p>In het MMIP is de afgelopen jaren meer aandacht op dit deelprogramma gevraagd. Dit zien we ook deels terug in de innovatieprojecten. Het aantal innovatieprojecten op dit deelprogramma is toegenomen en we zien bij de ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten dat er steeds meer aandacht wordt besteed aan het aansluiten bij de doelgroep. Met name in de wijkaanpak komt het belang van dit deelprogramma duidelijk naar voren. Toch zien we hierin ook nog een grote uitdaging voor opschaling. Hier zijn niet de juiste middelen voor beschikbaar.</p>



6 Samenhang op Hoofdlijnen

Samenhang met innovatieprogramma's gebouwde omgeving

Deze volgende tekst en onderstaande figuur biedt een toelichting op de samenhang tussen MMIP 2 t/m 5, de vier MMIP's die zich richten op de energietransitie in de Gebouwde Omgeving.

- In MMIP 2 (Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving) worden innovaties ontwikkeld voor het op land en in de gebouwde omgeving opwekken van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Eén van de oplossingen om dit te doen is d.m.v. zonnestroomsystemen geïntegreerd in het dak of gevel van een gebouw (BIPV(T)). Deze oplossing wordt in MMIP 2 ontwikkeld en vervolgens in MMIP 3 toegepast in een integraal energie(renovatie)concept. Een andere focus in MMIP 2 is de ontwikkeling van wind- en zonnestroomsystemen in het buitengebied. Een groot gedeelte van de elektriciteit die in het buitengebied en in de gebouwde omgeving wordt opgewekt zal worden ingevoerd in het elektriciteitssysteem. Daarbij gebruikt MMIP 2 oplossingen vanuit MMIP 5 – zoals opslag, conversie en *demand-side management* – die de waarde van de opgewekte elektriciteit vergroten en zorgen voor een goede inpassing in het lokale energiesysteem.
- In MMIP 3 (Versnelling energierenovaties in de gebouwde omgeving) wordt 'het duurzaam renovatiepakket', een combinatie van verbeterde schilisolatie en verduurzaamde installatie, ontwikkeld, opgeschaald en ingepast. Dit brengt een aantal componenten uit andere MMIP's samen. Een deel van deze concepten wordt in andere MMIP's ontwikkeld zoals warmtepompen (MMIP 4), warmteopslagsystemen (MMIP 4), warmte-afgiftesystemen voor warmtenetten (MMIP 4), zonnestroomsystemen (MMIP 2) en batterijsystemen (MMIP 5). Energie-management-systemen voor het slim aansturen van deze componenten wordt binnen MMIP 5 ontwikkeld en helpen om flexibiliteit te ontsluiten en tot waarde te maken.
- In MMIP 4 (Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving (inclusief glastuinbouw)) worden innovatieve componenten, collectieve systemen en socio-economische innovaties ontwikkeld voor duurzame warmte en koude. Ook warmteopslag (kleinschalig en grootschalig) is onderdeel van MMIP 4. Verschillende systemen voor warmte-opwek en -opslag kunnen slim ingericht en aangestuurd worden met oog op het lokale energiesysteem: MMIP 5 ontwikkelt conversiemogelijkheden om elektriciteits(overschotten) te gebruiken voor grootschalige warmteopwekking (power2heat, P2H). Deze concepten worden in MMIP 4 toegepast.
- MMIP 5 (Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving) richt zich op het ontwikkelen van oplossingen voor en het faciliteren van een betrouwbaar, efficiënt, betaalbaar, slim, integraal en maatschappelijk gedragen systeem van opwek, opslag, conversie, transport en gebruik van elektriciteit in de gebouwde omgeving. MMIP 2, 3 en 4 ontwikkelen oplossingen die zorgen voor een elektrificatie van het lokale energiesysteem. MMIP 5 komt met slimme oplossingen voor om deze transitie te faciliteren en komt met oplossingen om de potentieel beschikbare flexibiliteit vanuit deze ontwikkelingen te ontsluiten en tot waarde te maken.



Specifiek op de volgende onderwerpen is er interactie tussen de verschillende MMIP's die zich richten op de gebouwde omgeving:

Tabel 5: Interactie tussen verschillende MMIP's

Element	Aanleverende MMIP	Ontvangende MMIP
BIPV(T) en PV(T)	MMIP 2 ontwikkelt zonnestroomsysteemcomponenten die geïntegreerd kunnen worden in bouwdelen.	MMIP 3 integreert de componenten in bouwdelen met zonnestroomfunctie, waardoor ze als integraal worden toegepast als onderdeel van een energierenovatie-concept/woonpakket.
Individuele warmteproductie en -opslagsystemen	MMIP 4 ontwikkelt warmtepompen en-opslagsystemen.	MMIP 3 integreert deze systemen als module van verduurzamingsconcepten/-pakketten en/of als onderdeel van een geïntegreerde installatie van geveldelen (second skin).
Collectief slim warmte- en koudenet met opwekking en opslag	MMIP 4 ontwikkelt de systemen tot commerciële oplossingen.	MMIP 3 integreert de systemen in de verduurzamingsconcepten. Zorgt dat integratiepartijen (fabrieken) systemen integreren in verduurzamingsconcepten /pakketten. MMIP 5 integreert warmte-oplossingen in het energiesysteem
Gebouwbeheer-systemen	MMIP 5 ontwikkelt 'Building Energy Management Systems' (BEMS) gericht op een efficiënte integrale aansturing van apparaten binnen gebouwen. Het BEMS faciliteert ook het ontsluiten van flexibiliteit vanuit deze apparaten.	MMIP 3 werkt aan verduurzamingsconcepten, rekening houdend met de connectiviteit van verschillende apparaten. In deze concepten maken gebruik van de BEMS die in MMIP 5 zijn ontwikkeld.
Thuisbatterij	MMIP 5 ontwikkelt opslagsystemen die geschikt zijn voor woningen en utiliteitsbouw.	MMIP 3 integreert de thuisbatterij als mogelijke module van verduurzamingsconcepten/-pakketten.
Gebouwen als flexibiliteitsbron	MMIP 3 ontwikkelt verduurzamingsconcepten met apparaten waar potentieel flexibiliteit uit ontsloten kan worden; het gebouw kan hierbij een vorm van elektrische of thermische opslag bieden.	MMIP 5 incorporeert de flexibiliteit die door (gerenoveerde) gebouwen wordt geleverd en komt met slimme, en voor de gebruiker acceptabele, producten en diensten om deze flexibiliteit tot waarde te maken.
Slimme flexibiliteitsoplossingen voor invoeden energie	MMIP 5 ontwikkelt flexibiliteits-oplossingen die bijdragen aan de stabiliteit van het elektriciteitsnet, gebruikmakend van demand-response, opslag en conversie. Tevens wordt gewerkt aan energiehandelsplatformen met lokale systeemoverwegingen.	MMIP 2 werkt aan opwekoplossingen met zo'n hoog mogelijke waarde en houdt daarbij het (lokale) energiesysteem in ogenschouw. Er wordt voortgebouwd op de technische routes die MMIP 5 biedt en de bijbehorende verdienmodellen waarop ingespeeld kan worden.
P2Heat	MMIP 5 werkt aan oplossingen voor opslag en conversie van elektrische energie. Eén route is het omzetten van elektrische overschotten in warmte (P2Heat).	MMIP 4 incorporeert P2Heat-oplossingen als warmtebron en buffer die toegepast kan worden in slimme warmtenetten.



Doorsnijdende thema's

Human Capital

Om de energietransitie in de gebouwde omgeving te laten slagen, is het essentieel dat er voldoende en goed opgeleide mensen beschikbaar zijn. Via de Human Capital Agenda (HCA) spant de Topsector Energie zich in voor de kwaliteit, gelijkwaardigheid en toegankelijkheid van scholing. Voor MMIP 3 is de Human Capital Agenda in het bijzonder van belang door het huidige tekort aan geschoold personeel in de bouw en het veranderen van bouwwerkzaamheden door industrialisatie en digitalisering van de bouwketen. Gat in kennis en knowhow zijn een potentiële bottleneck voor opschaling en versnelling van verduurzaming.

Het onderwijs kan op twee manieren aansluiten bij de ambities en de uitvoering van het MMIP. Allereerst zijn onderwijsinstellingen betrokken bij het ontwikkelen van relevante kennis en kunde (*competentieontwikkeling*). Via lectoraten en practoraten kunnen innovatieopgaven worden vertaald naar scholing van studenten en werkenden. Door het curriculum actueel te houden draagt het onderwijs bij aan het opbouwen van de benodigde vaardigheden. Daarnaast is het onderwijs behulpzaam bij de verspreiding van kennis en kunde (*innovatieverspreiding*). Als kennis en kunde slechts in kleine kring beschikbaar blijft, zal de grootschalige verspreiding van innovaties moeizaam verlopen. Onderwijsinstellingen en studenten kunnen innovatievraagstukken oppakken door onderzoek en door (in hybride leeromgevingen) te experimenteren met innovatieoplossingen.

De overheid werkt via de 'Intentieverklaring arbeidsmarkt en scholing bij wijkgerichte aanpak' en het programma 'De Uitdaging' samen met het bedrijfsleven, onderwijs en

Het opleiden van mensen en het leren van ervaringen vormen de drijvende kracht achter van innovaties.

woningcorporaties aan het oplossen van kwalitatieve en kwantitatieve tekorten in personeel. Ook slaan talloze *learning communities* (LC's) actief een brug tussen innovatie en onderwijs. LC's zijn samenwerkingsverbanden van onderwijsinstututen, kennisinstellingen en bedrijven (zoals *field labs* en *living labs*) die werken aan innovatiegedreven oplossingen. LC's zijn een belangrijke schakel in het opbouwen en verspreiden van kennis en kunde; de deelnemers zijn in projecten bezig met het ontwikkelen van capaciteiten (leren), met de opbouw van kennis in de praktijk (werken) en met de implementatie van vernieuwende oplossingen (innovatie). Binnen MMIP 3 zijn dergelijke *learning communities* al gevormd bij het hbo (via *centres of expertise*) en het mbo (via centra voor creatief vakmanschap). Zo is het Nationaal Lectoratenplatform Urban Energy bezig om opleidingen te verbinden met energie-innovaties en werkt het expertisecentrum Human Capital for Building Technology (met OTIB en TechniekNL) aan de opleiding van technische dienstverleners voor bouwtechnologie.



Speerpunten voor competentieontwikkeling

Vanuit MMIP 3 kan een aantal speerpunten voor onderwijsinstellingen en *learning communities* geformuleerd worden. Door de industrialisatie en digitalisering van het verduurzamingsproces zijn medewerkers met nieuwe vaardigheden nodig. Opleidingen in de bouw- en installatietechniek kunnen daarop inspelen door meer de nadruk te leggen op procestechiek en digitalisering (robotica, besturingstechniek en *augmented reality*).

Omdat de bouw- en installatiesector in de toekomst waarschijnlijk veel meer integreren, zullen opleidingen moeten zorgen dat toekomstige medewerkers kunnen samenwerken met en tussen verschillende disciplines. Dit kan onder andere door binnen opleidingen aandacht te besteden aan zowel installatie- als bouwtechniek.

Daarnaast wordt de interactie met de bewoner of gebruiker van het pand belangrijker. Om de benodigde aantallen te halen zullen renovatiewerkzaamheden steeds vaker in bewoonde staat plaatsvinden. Dit vraagt goede sociale vaardigheden van uitvoerend personeel en bijvoorbeeld de vaardigheid om de werking van installaties op een goede manier uit te leggen.

Tot slot is het van belang dat vanuit het onderwijs oplossingen worden gevonden om naast het opleiden van nieuwe mensen voor de bouw- en installatiebranche ook de bijscholing van bestaande medewerkers in de praktijk vorm krijgt. Hierbij moet ook aandacht zijn voor het verzorgen van het benodigde kennisniveau (en toegang tot de benodigde expertise) van niet-professionals die de verduurzaming van hun eigen pand ter hand nemen.

Digitalisering

Door de ambitieuze klimaatdoelstellingen moet er vaart gezet worden achter het verduurzamen van woningen en utiliteitsgebouwen door renovatie. In meerdere innovatieprojecten wordt benoemd dat digitalisering een belangrijke rol gaat spelen in het creëren van de juiste schaalgrootte van verduurzaming. Digitalisering speelt een belangrijke rol in bijna de gehele bouw- of renovatieketen, gezien (digitale) modellen in bijna elke fase gebruikt worden. Door het gebruik van digitale hulpmiddelen kunnen vraag en aanbod beter matchen, kunnen verduurzamingsconcepten sneller ontworpen worden, kunnen verschillende scenario's doorgerekend worden, betere beslissingen gemaakt worden en daarmee faalkosten voorkomen worden. De benodigde ontwikkelingen op het gebied van digitalisering worden vormgegeven onder het deelprogramma 3.3 – digitalisering van het verduurzamingsproces



Maatschappelijk Verantwoord Innoveren

Vanuit het oogpunt van Maatschappelijk Verantwoord Innoveren worden vier sociale uitdagingen gezien die van belang zijn voor de energietransitie:

- 1) De governance uitdaging: wat is er aan het veranderen als het gaat om hoe we met elkaar besluiten nemen? Hoe beïnvloedt dat de ervaren afstemmingsproblematiek tussen overheidslagen en tussen overheid en bedrijfsleven?
- 2) De communicatie uitdaging: hoe maken we duidelijk dat het urgent is om in actie te komen en dat we iedereen nodig hebben - dat we het samen moeten doen?
- 3) Prikkels: waarom hebben we zo'n sterke focus alleen op financiële prikkels? Wat is nog meer mogelijk en nodig om mensen in beweging te brengen?
- 4) De financieringsuitdaging: hoe krijgen we de energietransitie gefinancierd zonder de sociale ongelijkheid te vergroten?

Het programma MVI Energie stimuleert energie-innovatieprojecten die vroegtijdig de verbinding leggen tussen mens, samenleving en de natuurlijke omgeving. Oftewel, de energie-innovatie wordt gezien in een bredere context en gekoppeld aan een bredere maatschappelijke opgave. Concrete doelstelling van het MVI Energieprogramma is om in de praktijk uit te vinden en te leren hoe men vroegtijdig en op een goede manier de verbinding met mens, samenleving en natuurlijke omgeving kan realiseren en de slagingskans van energie-innovatieprojecten kan vergroten.

MVI Energie werkt nauw samen met de diverse Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) van de Topsector Energie en in groeiende mate ook met TKI's van andere topsectoren, in het identificeren van energie-innovatie uitdagingen, die bij uitstek vragen om deze vroegtijdige koppeling van doelstellingen, naar een bredere algehele opgave, waar energie-innovatie een onderdeel van is. Dit alles met als doel het vergroten van de realiseerbaarheid van energie-innovaties.

Als laatste draagt TKI Urban Energy bij aan de consortiumvorming rondom NWO-calls met MVI thema's. De NWO calls worden mede vormgegeven aan de hand van de MMIP's. De benodigde ontwikkelingen op het gebied van digitalisering worden voornamelijk vormgegeven onder het deelprogramma 3.4 – een inclusieve en gedragen energietransitie gebouwde omgeving

Circulariteit

Het verlagen van de milieu-impact is een belangrijk criterium voor de verduurzamingsconcepten. Met de bepalingsmethode MPG wordt de milieu-impact van nieuwbouw bepaald. De CO₂-impact (materiaalgebonden CO₂) wordt meer en meer als een aparte indicator gebruikt. Ook voor renovatie is de MPG als een KPI voor de uitvoering van MMIP 3 geschikt. Ook kunnen subsidieaanvragen worden beoordeeld op de mate van demontage en op de mate van circulariteit van het bouwproces, hiervoor zijn indicatoren ontwikkeld. De benodigde ontwikkelingen op het gebied van digitalisering worden voornamelijk vormgegeven onder het deelprogramma 3.1, subthema 3.1.2 – Verminderen milieu impact van verduurzamingsconcepten.



Veiligheid

Het Nederlandse energiesysteem kent een hoge standaard op het gebied van veiligheid en betrouwbaarheid. (Brand)veiligheid is daarom een van de doorsnijdende thema's van de Topsector Energie. Voor MMIP 3 is dit doorsnijdende thema vooral van toepassing bij BIPV(T) en brandwerende isolatiematerialen.

Kennisontwikkeling is nog nodig bij de ontwikkeling van BIPV(T) en integrale prefab verduurzamingsconcepten. Hierbij valt te denken aan het begrijpen van faalmechanismen, normalisatie van kwaliteitscontrole en foutdetectie, en het realiseren van intrinsieke veiligheid door het gebruik van brandwerende dakisolatie. Met name bij geïndustrialiseerde verduurzamingsconcepten, waarbij integrale oplossingen voor stroomopwekking, verwarming, ventilatie, en energieopslag een rol spelen, is dit van belang. Voor nieuwe isolatiematerialen is de brandklasse van het isolatiemateriaal belangrijk. De brandklasse varieert van A1: onbrandbaar tot aan E: voldoet niet.

Vooralsnog is brandveiligheid in de praktijk nog geen bottleneck voor innovaties op het gebied van BIPV(T) en isolatie, maar het is belangrijk dat (brand)veiligheid van nieuwe verduurzamingsconcepten gewaarborgd blijft.

Naast brandveiligheid spelen ook privacy en cybersecurity een rol binnen dit MMIP. Binnen de verduurzamingsector ligt de nadruk op de materiële werkelijkheid, maar digitalisering gaat een steeds grotere rol spelen in de bouwsector in het algemeen. Daarbij komen ook steeds meer risico's op het gebied van cybersecurity. In het verduurzamingsproces wordt allerlei waardevolle digitale informatie opgeslagen die een risico vormen voor datalekken. Als voorbeeld daarvoor kan genoemd worden dat digitaal beschikbare sensoren en energie-omvormers veel privacy gevoelige informatie kunnen verspreiden. Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat is voor dergelijke zaken ook het Digital Trust Center gestart.

Samenhang met andere kennisagenda's

Er is een duidelijke relatie tussen MMIP 3 en de kennisagenda van het TKI Bouw en Techniek en de Vraaggestuurde Programma's (VP's) van TNO. Deze kennisagenda's worden in onderlinge samenhang ontwikkeld. Deze afstemming vindt plaats door deelname van deze partijen in het Programma Advies College, het halfjaarlijks overleg tussen TNO en BZK en kwartaaloverleg tussen TKI Urban Energy en TNO.



Samenhang met andere lopende trajecten

Het is belangrijk om te nauw samen te werken en te leren van ervaringen in Nederland en het buitenland. Daarom zullen in Nederland in ruime mate proeftuinen en fieldlabs moeten worden opgezet, waar innovatieve verduurzamingsconcepten in praktijkomstandigheden worden onderzocht en beproefd. Een voorbeeld van een succesvol *fieldlab* in Nederland is The Green Village in Delft. Daarnaast moet er een nationaal monitoringsprogramma worden opgezet waarin data uit ontwikkelprojecten, proefprojecten, fieldlabs, pilot- en demo-projecten en ook uit commerciële projecten centraal worden verzameld en geanalyseerd. Zo kunnen we optimaal leren van alle ontwikkelingen en implementaties. De opzet van een dergelijk programma is essentieel om de gewenste versnelling in kennisontwikkeling en implementatie in Nederland te kunnen bereiken.

Gemeentes, provincies, waterschappen, etc. werken op dit moment aan Regionale Energie Strategieën (RES). Dit doen zij samen met diverse belangenorganisaties in 30 regio's. De RES is een instrument om gezamenlijk te komen tot keuzes voor de verduurzaming van het energiesysteem in een bepaalde regio en, daaraan gekoppeld, tot een beter beleid en vergunningsprocedures. Om binnen de afzonderlijke RES'en goede keuzes te kunnen maken, is goede, onafhankelijk geverifieerde kennis nodig over de verschillende technische mogelijkheden per type areaal, zoals gebouwen, land, infra en water. Het is daarom belangrijk om gedegen onderzoek te doen naar de verschillende waardecomponenten van deze opties. Denk aan financiële en niet-financiële waarden zoals esthetiek, maatschappelijke acceptatie, effecten op ecologie en biodiversiteit en de te verwachten kosten. Dit type breed opgezette maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA) kan een doorlopende input zijn voor de ontwikkeling of jaarlijkse bijstelling van de RES'en.

De RES'en stellen een Regionale Structuur Warmte (RSW) op per regio, die als input dienen voor de transitievisie warmte van gemeenten. Gemeenten stellen de transitievisie warmte op voor eind 2021, zoals afgesproken in het klimaatakkoord en vastgelegd in de omgevingswet. In de transitievisie warmte wordt per wijk de route uitgestippeld voor een CO₂-neutrale gebouwde omgeving in 2050. Hiermee krijgen gemeentes de regie in de wijkgerichte aanpak.

De besluitvorming voor het afgeven van vergunningen vindt plaats op gemeentelijk en provinciaal niveau. Daar is behoefte aan handvatten en richtlijnen om voor specifieke locaties tot een optimale afweging en vergunningsverlening te komen. Soms zijn er tegenstrijdige kwaliteiten en belangen zoals energiebesparing, beschermd stadsgezicht, natuurwaarde en biodiversiteit. Rondom de vergunningverlening speelt een duidelijk afwegingskader een belangrijke rol. Dit kader zal toepasbaar moeten zijn op specifieke locaties, moet gevuld zijn met recente en objectieve kennis en moet begrijpelijk zijn voor niet-technische gebruikers.

Daarnaast zijn er verschillende richtlijnen en bepalingsmethoden voor de energieprestatie voor gebouwen die richtinggevend zijn voor de investeringen voor gebouweigenaren. Voor Utiliteitsbouw geldt volgens de Europese Energie-Efficiency Richtlijn (EED) dat ondernemingen met 250 fte of meer, óf meer dan € 50 miljoen én een jaarlijkse balanstotaal van meer dan € 43 miljoen moeten voldoen aan de EED Energie-auditplicht. Daarnaast geldt op grond van het activiteitenbesluit milieubeheer dat bedrijven met een jaarlijks energieverbruik van 50.000 kWh elektriciteit of 25.000 m³ aardgas een energiebesparingsplicht door de zogenaamde erkende maatregelen uit



te voeren. Voor kantoren geldt de energielabel C plicht vanaf 2023. Voor 2030 moeten alle F- en G-labels zijn uitgefaseerd voor overige bouwtypen.

Naast de verplichtingen zijn er ook verschillende ondersteunende instrumenten voor het verduurzamen van utiliteitsgebouwen. Via de sectorale routekaarten wordt er gewerkt aan Paris Proof gebouwen. Er is een subsidieregeling voor duurzaam maatschappelijk vastgoed (DUMAVA). Voor het verduurzamen van bedrijventerreinen is het Programma Verduurzaming Bedrijventerreinen (PVB) opgezet. Een ontzorgingsprogramma voor het verduurzamen van scholen is ook in de maak.

Vanaf 2021 is de NTA8800 in gebruik genomen als vervanging voor de NEN 7120 als rekenmethodiek voor energieprestaties. Zowel voor nieuwbouw als bestaande bouw moeten energieprestaties en energielabels berekend worden met behulp van de nieuwe rekenmethode. Als laatste is het bouwbesluit een belangrijk wettelijk kader om rekening te houden binnen MMIP3. In het bouwbesluit zijn voorschriften voor veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu vastgelegd.

In het Convenant Energiebesparing Huursector, waarvan de afspraken na het afsluiten ervan in 2012 meerdere keren zijn aangepast, is vastgelegd dat woningcorporaties hun woningvoorraad in 2020 naar gemiddeld label B moesten renoveren. Eind 2021 is dit ook daadwerkelijk gerealiseerd. In 2022 is er een vervolg door middel van de nationale prestatieafspraken tussen Aedes, Woonbond, VNG en de minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening .

Met het vaststellen van de standaard en streefwaarden (deze liggen ter goedkeuring bij de Tweede Kamer) is in 2021 duidelijkheid verschaft over het minimale gewenste energiegebruik in woningen in 2050. Deze standaard wordt voor woningcorporaties verplicht. Voor 2030 moeten 1 miljoen huurwoningen voldoen aan de standaard. Daarnaast worden E-,F- en G-labels voor huurwoningen uitgefaseerd voor 2030.

Het in 2019 gestarte programma Uptempo! is relevant voor innovaties in de gebouwde omgeving. Dit programma beoogt om de ontwikkelde energieoplossingen uit de innovatieprogramma's te verbinden aan vragende partijen zoals gemeentes, woningcorporaties, gebouweigenaren en particuliere woningeigenaren. Bijkomend voordeel van die vraagbundeling is dat de partijen zo innovatieverspreiding en -opscaling ondersteunen.

In 2023 start het programma De Verbouwstroming dat als doel heeft om grootschalige verduurzamingstromen voor huur- en koopwoningen te bewerkstelligen door het ondersteunen van kansrijke samenwerkingsverbanden (KSV's) die op grote schaal woningen gaan verduurzamen. Ontwikkelde innovaties moeten middels dit programma tot opscaling komen. Andersom kunnen de innovatieuitdagingen die worden ondervonden door de KSV's worden ondersteund door het MMIP.

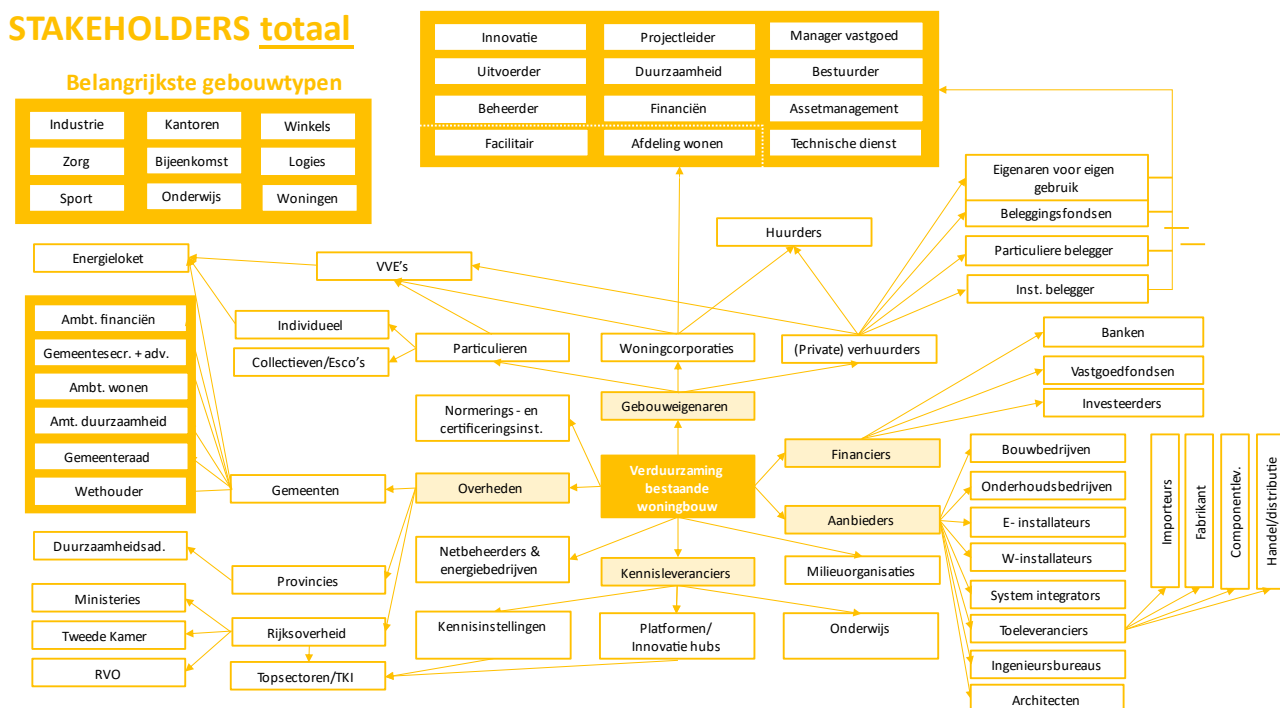


7 Stakeholders/actoren

Dit MMIP beoogt om tot schaalbare, betaalbare en maatschappelijk gewenste verduurzamingsoplossingen voor verschillende gebouwtypen. Daarbij zien we een grote diversiteit in producten en processen bij verschillende deelsectoren. Het is belangrijk om het MMIP aan te laten sluiten bij de verschillende wensen en behoeften van toeleveringsketens in de verschillende deelsectoren om een succesvolle energietransitie in te richten.

De volgende deelsectoren zijn te onderscheiden betreft de stakeholders en leveringsketens van dit MMIP: Wijkaanpak/gebiedsaanpak, aanpak van individuele woningen – Koop, aanpak van individuele woningen – Huur en utiliteitsbouw. Deze indeling komt overeen met de indeling van het uitvoeringsoverleg Gebouwde Omgeving van het klimaatakkoord met uitzondering dat de uitvoeringstafel bron en systeem uitsluitend betrekking heeft op MMIP's 4 en 5.

In onderstaande organogram wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste belanghebbende stakeholders en hun onderlinge relatie. De afbeelding toont de complexiteit waar dit MMIP mee te maken heeft. In bijlage 3 wordt per thema aangegeven welke stakeholders van belang zijn en hoe de toeleveringsketens eruit zien. Alle genoemde stakeholders zijn belangrijk voor het innovatiebeleid, maar de belangrijkste doelgroepen zijn (in het geel weergegeven): gebouweigenaren, financiers, aanbiedende bedrijven, kennisinstellingen en overheden.



8 Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren op hoofdlijnen

De afgelopen jaren is de ontwikkeling van het innovatiesysteem van de energietransitie gebouwde omgeving niet systematisch gemonitord. Dit was voor het laatst het geval in de periode van 2011 tot 2015 toen er een jaarlijkse monitor werd uitgevoerd door TNO. Uit de laatste versie blijkt dat alle innovatiefuncties nog onvoldoende ingevuld waren³⁹.

Sindsdien zijn de inspanningen op dit onderwerp echter versneld. Zo is er met de MMIP 3/4 regeling en de verschillende MOOI rondes substantieel meer innovatiesubsidie beschikbaar gekomen en zijn bijvoorbeeld de inspanningen van de TKI Urban Energy sinds 2017 gericht op de missie. Daarnaast zijn het afgelopen jaar gebouwde omgevingen veel actiever bezig gegaan met het verduurzamen van hun pand, vanwege de hoge energieprijzen. Ook is het duidelijk dat het aanbieden van verduurzamingsconcepten gemeengoed is geworden. Waar vroeger alleen een beperkt aantal koploper bedrijven zich op deze markt begaven zijn nu de meeste installateurs, aannemers en onderhoudspartijen op deze markt actief. Ook voor toeleveranciers worden producten voor verduurzaming steeds meer onderdeel van hun primaire assortiment.

Voor een recentere analyse van het innovatiesysteem van de energietransitie gebouwde omgeving is de master scriptie van Kasper Baarends (2022) beschikbaar⁴⁰. Hij heeft op basis van 30 interviews en een uitgebreide literatuurstudie de volgende sterke en zwakke punten voor de zeven innovatiefuncties vastgesteld:

Tabel 6: Innovatiefuncties

Ondernemerschap	
(+) veel ondernemersactiviteiten op het gebied van (technologische) oplossingen (+) goed ondernemersklimaat voor technologisch ondernemen	(-) gebrek aan ondernemersactiviteit met betrekking tot integrale oplossingen en procesinnovatie (-) achterblijvende ondernemersactiviteit op het gebied van digitalisering en industrialisatie (-) sociaal ondernemerschap beperkt in vergelijking met technologisch ondernemerschap (-) beperkte ondernemersactiviteit gericht op (keten)samenwerking

³⁹ TNO 2015 R10552 Rapport Reflectieve Doelbereik Monitor IAGO

⁴⁰ [Baarends \(2022\) Analysis of the Dutch Mission-oriented Innovation System \(MIS\) for a natural gas-free built environment](#)



Kennisontwikkeling	
(+) sterke fundamentele kennisontwikkeling (+) sterke technologische kennisontwikkeling	(-) achterblijvende ontwikkeling van maatschappelijke kennis (-) onvoldoende kennisontwikkeling op gemeentelijk niveau (-) kennis onvoldoende ingebed op gemeentelijk niveau
Kennisverspreiding in het netwerk	
(+) stakeholders verspreiden actief kennis (+) hoge bereidheid om kennis te verspreiden	(-) onvoldoende verspreiding van kennis naar de samenleving, met name huiseigenaren (-) kennisverspreiding vaak oppervlakkig en beperkt domeinoverstijgend (-) onvoldoende kennisverspreiding naar en tussen KMO's
Richting aan het zoekproces	
(+) hoge prioriteit transitie aardgasvrij (+) veel stakeholders voelen zich verbonden met de missie (+) toenemende prioriteit voor het uitfaseren van aardgas als gevolg van de oorlog tussen Oekraïne en Rusland (+) breed gedragen visie op benodigde technologische oplossingen (+) voldoende toezicht op de algemene voortgang van de missie	(-) prioritering op het gebied van energie-onafhankelijkheid kan leiden tot suboptimale oplossingen (-) onvoldoende sturing gegeven aan de uitvoering van de missie en de implementatie van de oplossingen (-) onvoldoende sturing vanuit de Visies op Hitte (TVW) (-) zwakke oplossingsgerichtheid geleverd door de nationale overheid (-) onvoldoende evaluatie van de effectiviteit van de verschillende beleidsinstrumenten (-) onvoldoende toezicht op de voortgang van de missie
Markt	
(+) sterke prikkel om deel te nemen aan marktformingsactiviteiten vanwege het marktpotentieel (+) opkomende markten voor aardgasvrije oplossingen (+) destabiliserend beleid in ontwikkeling	(-) gasloze oplossingen vaak niet vraaggestuurd, waardoor marktforming wordt beperkt (-) huidige markten voor aardgasloze oplossingen onderontwikkeld (-) Rijksoverheid houdt zich beperkt bezig met destabilisatieactiviteiten
Mobiliseren middelen	
(+) grote beschikbaarheid financiële middelen voor de energietransitie (+) veel middelen beschikbaar voor technologische innovaties	(-) onvoldoende gemobiliseerde financiële middelen binnen de gebouwde omgeving (-) onvoldoende mobilisatie van middelen om gemeenten te ondersteunen bij de wijkgerichte aanpak



	(-) onvoldoende mobilisatie van financiële middelen voor huishoudens met lage en middeninkomens (-) gebrek aan personele middelen binnen de gebouwde omgeving
Omgaan met weerstand tegen verandering	
(+) toenemende legitimiteit aardgasloze transitie (+) De oorlog tussen Oekraïne en Rusland heeft het belang van het uitfaseren van aardgas op de voorgrond geplaatst, waardoor de legitimiteit van de aardgasloze transitie is toegenomen (+) positieve beweging naar groeiende legitimiteit voor initiatieven van onderaf (+) groeiende legitimiteit aardgasvrije oplossingen	(-) legitimiteit transitie aardgasvrij bij bewoners beperkt vanwege impact (financiële, persoonlijke omgeving) (-) legitimiteit bottom-up initiatieven worden nog steeds als laag beschouwd (-) geringe legitimiteit voor sommige technologische oplossingen (o.a. warmtenetten en waterstof)

Het verdient aanbeveling om weer een systematische monitoring van het innovatiesysteem voor de energietransitie gebouwde omgeving in te stellen.



9 Communicatie, leren en disseminatie

Communicatie, leren en disseminatie

Resultaten uit de innovatieprojecten worden actief gedeeld via uitgebreide rapportages, publieke samenvattingen, presentaties tijdens bijeenkomsten, afstemming met en leren van andere MMIP's en meer. Het streven is om interactie tussen verschillende innovators op gang te brengen, waarbij de overheid en de markt expliciet worden betrokken om kennis te nemen van de nieuwste ontwikkelingen. Dat geeft een versnelling aan het realiseren, inbedden en vermarkten van de ontwikkelde innovaties. Bij het opstellen van programmavoorstellen kan van de volgende informatie over projecten en innovaties gebruik gemaakt worden:

- De projectencatalogus voor de verschillende programmalijnen van TKI Urban Energy.
- TKI Urban Energy biedt een projecten app aan op de website van TKI Urban Energy.
- De kennisdossiers van TKI Urban Energy.
- Uptempo.nu database met 165+ innovaties voor woningen en 115+ innovaties voor utiliteitsgebouwen

Qua valorisatie wordt voortgebouwd op de activiteiten die reeds lopen in de Topsectoren (zoals het stimuleren van startups, kennisverspreiding naar het MKB en human capital). Voor verdere versnelling op het gebied van valorisatie zal vanuit de Topsector Energie meer aandacht worden besteed aan private financieringsmogelijkheden (via een masterclass financiering, een investors day en een loketfunctie voor financieringsvraagstukken). Aandacht voor andere financieringsroutes is essentieel om bedrijven in staat te stellen te innoveren. Subsidies kunnen namelijk nooit de volledige financieringsbehoefte van innovatieve bedrijven dekken, doordat niet alle bedrijfsuitgaven subsidiabel zijn en doordat subsidies nooit de volledige gemaakte kosten dekken; er wordt altijd een in-kind of in-cash bijdrage gevraagd.

Standaardisatie, normering, en certificering

Standaardisatie draagt bij aan de impact van innovaties. Binnen dit MMIP wordt voorzien in een integrale aanpak voor standaardisatie ten dienste van onderzoek, ontwikkeling en innovatie. Dit richt zich op alle fasen van innovatie: van projectidee, uitvoering en evaluatie tot disseminatie. Deze samenhang tussen innovatieprojecten en (internationale) standaardisatie is weergegeven in de onderstaande figuur. Oog voor standaardisatie is belangrijk voor projecten binnen dit MMIP.

Valorisatie, marktcreatie en wettelijke kaders

Vanwege het missiegedreven karakter van dit MMIP is het van belang om ook aandacht te besteden aan valorisatie (aanbodstimulering) en marktcreatie (vraagstimulering). Missies worden immers pas gerealiseerd als innovaties toegepast worden, want dan ontstaat economische en maatschappelijke waarde. Voor valorisatie worden vier sporen geïdentificeerd: het stimuleren van startups, het ontwikkelen van kennis richting marktintroductie (testen, demonstreren, valideren, implementeren), het verspreiden van nieuwe kennis en de ontwikkeling van menselijk kapitaal. Voor



marktcreatie worden ook vier sporen voorgesteld: het aankoopbeleid van de overheid, financiële en fiscale prikkels, regelgeving en normering en gedragsbeïnvloeding.

Qua valorisatie wordt voortgebouwd op activiteiten die reeds lopen in de topsectoren. TKI's zullen blijvend kennisverspreiding blijven organiseren. Voor een versnelling op het gebied van valorisatie zal de Topsector Energie ook meer aandacht geven aan private financieringsmogelijkheden om bedrijven in staat te stellen om meer en sneller te innoveren.

Er is daarvoor adaptieve houding nodig bij de uitvoering van dit innovatieprogramma, waarbij er een samenspel plaatsvindt tussen (1) innovatie, (2) het realiseren en (3) het wegnemen van belemmeringen. Dit is schematisch weergegeven in onderstaande figuur. Projectvoorstellen moeten inzichtelijk en aannemelijk maken hoe hun oplossingen bijdragen aan het bereiken van de MMIP-missies.

Binnen de verschillende instrumenten wordt gezocht naar consortia die expliciet aandacht hebben voor relevante ontwikkelingen in de markt en veranderingen van wettelijke kaders. Van grotere consortia en voorstellen, met name bij de MOOI-regeling, wordt verwacht dat zij een transitiepad schetsen voor verdere uitrol van hun resultaten, met aandacht voor markt en wettelijke kaders.

Consortia die actief zijn binnen dit MMIP worden tevens betrokken bij het signaleren en analyseren van belemmeringen en knelpunten qua wet- en regelgeving. Daarmee organiseren we structurele input waarmee we aansluiting zoeken bij de verschillende gremia die zich richten op (het maken van voorstellen voor) de aanpassing van wettelijke kaders. Er wordt gestreefd naar een actieve dialoog met de ministeries van EZK, BZK en I&W om oplossingen te vinden om deze belemmeringen en knelpunten weg te nemen.



Colofon

Dit Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma is onder verantwoordelijkheid van TKI Urban Energy tot stand gekomen. Bij vragen over het document of indien een toelichting wordt gevraagd, kan contact worden opgenomen met Guus Mulder, programmamanager Versnelling Energierenovaties.

Elk jaar worden innovatieprojecten afgerond, worden nieuwe projecten opgestart, worden projectconsortia bezocht of nader bestudeerd en worden er onderzoeksopdrachten opgeleverd. De hiermee opgedane kennis en inzichten geven in meer of mindere mate aanleiding tot herziening van de innovatieprogramma's. Het proces van terugblikken, analyseren en het herzien van innovatieprogramma's is een continu proces dat door TKI Urban Energy wordt uitgevoerd onder de noemer 'permanente portfolioanalyse'.⁴¹

In nauwe samenwerking met RVO is in 2020 de cyclus van de portfolioanalyse (inclusief data- en informatieverzameling) voor het eerst volledig doorlopen. In samenwerking met de Programma Adviescolleges (PAC) zijn er van elk MMIP herziene versies tot stand gekomen. De herziene versies zijn mede namens de voorzitters van de PAC's voorgelegd aan het Missie Innovatieteam Gebouwde Omgeving. Het MI-team heeft de herziene versies in september 2020 vastgesteld. De herziene MMIP's staan (wederom) aan de basis van innovatieregelingen voor de gebouwde omgeving.

Het Programma Advies College, verantwoordelijk voor aanscherping en actualisatie van het innovatieprogramma, bestaat momenteel uit:

Naam	Organisatie
Marjet Rutten (voorzitter a.i.)	Constructief
Lieven Andringa	Winst Uit je Woning
Ruud Derks	BIPV Nederland
Rogier Donkervoort	TNO
Sjoerd Klijn Velderman	Factory Zero
Roel Loonen	TU Eindhoven
Martin Mooij	DGBC
Ivo Opstelten	Stroomversnelling
Lianda Sjerps	RC Panels / Alliander
Henk Visscher	TU Delft
Daniël van Rijn	RVO
Marjolein van Splunder	Ministerie van Economische Zaken
David Benjamin van der Woude	Ministerie van Binnenlandse Zaken
Guus Mulder (secretaris)	TKI Urban Energy
Sabine van Dooren	TKI Urban Energy
Orin Tijssen Klasen	TKI Urban Energy

⁴¹ De methodiek van de permanente portfolioanalyse wordt nu ook voor en met de andere sub-TKI's van TKI Energie uitgewerkt en toegepast. Tevens wordt met RVO verbinding gelegd met de ministeries ten behoeve van de 'monitoring en effectmeting'.



Dit programma is in 2019 tot stand gekomen met de medewerking van een breed scala aan personen en organisaties vanuit het bedrijfsleven, kennisinstellingen, de overheid en verschillende brancheverenigingen. Het kernteam, verantwoordelijk voor de inhoudelijke keuzes, afbakening en totstandkoming van de eerste versie van het innovatieprogramma, bestond uit:

Daniël van Rijn (RVO.nl), David Benjamin van der Woude (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties), Folkert Linnemans (Bouwgroep Dijkstra Draisma), Guus Mulder (TKI Urban Energy), Henk Visscher (TU Delft), Michiel Kirch (TKI Urban Energy), Orin Tijssen (TKI Urban Energy), Rogier Donkervoort (TNO), Roel Loonen (TU Eindhoven) en Sjoerd Klijn Velderman (Factory Zero). Bouwe Meijer (TKI Urban Energy), Rogier Groeneveld (TKI Urban Energy), Aart Wijnen (Woonconnect), André Kruithof (Nieman Raadgevende Ingenieurs), Annemarie Costeris (NVDE), Arjan de Haan (Buro de Haan), Casper Tigchelaar (TNO), Emmely de Kruijff (RVB), Ernst Keijzer (UNSense), Esther 't Hoen (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties), Freek van 't Ooster (CLICKNL), Gerard de Leede (JADS), Gerard Salemink (Pioneering), Gerdien de Weger (RVO.nl), Gijs van Wijk (Thuisbaas), Guus Mulder (TNO), Guus van Oudheusden (Rc Panels), Helen Visser (Bouwend Nederland), Hendrik-Jan Weggeman (Emergo), Henk Miedema (TNO), Ivo Opstelten (Stroomversnelling), Jan Hensen (TU-E), Jan Willem van de Groep (Factory Zero), Johan van Bael (Vito), Joram Sniijders (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties), Klaas Vegter (Stroomversnelling), Lenneke Kok (Hogeschool Utrecht), Leo Warmerdam (Topsector HTSM), Huub Keizers (TNO), Leonie van der Steen (Squarewise), Linda Steg (RUG), Maarten de Vries (TKI Urban Energy), Marjet Rutten (Constructief), Marco Witsche (TechniekNL), Marsha Wagner (Topsector Energie), Nanda Vrielink (Centre of Expertise Smart Sustainable Cities), Niels Hanskamp (VNG), Peter van der Wilt (Consumentenbond), Remco Westerbroek (Webcircles), Remko Zuidema (Briqs), Rik te Raa (TKI Urban Energy), Ronald Rovers (Sustainable Buildings), Rudi Roijackers (ABT), Sabine Roeser (TU Delft), Ruud Derks (BIPV Nederland), Selina Roskam (RVO.nl), Siem Bijman (E-Trias Ingenieurs), Sjoerd Klijn Velderman (Factory Zero), Stan Roestenberg (Bohemen), Teun Bokhoven (TKI Urban Energy), Thijs Bouman (RUG), Tijs Wilbrink (Topsector Energie), Wendela Waller (TKI Urban Energy) en Wijnand van Hooff (TKI Urban Energy).

Daarnaast is er actief afstemming gezocht met verschillende coördinatoren en betrokken stakeholders van de overige twaalf MMIP's.



Bijlage 1 Financiering

Op aanvraag beschikbaar.



Bijlage 2 Randvoorwaarden/beleid

Deelprogramma 1: Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten voor woningen en utiliteitsgebouwen - Aandachtspunten voor beleid

Voor het versnellen van de ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten is duidelijkheid nodig over de eindnorm voor verschillende bouwtypen in 2050, inclusief duidelijke tussendoelen voor 2030 en 2040. Deze eindnorm is in ontwikkeling en wordt naar verwachting in 2023 bekend. De tussendoelen ontbreken nog, met name de wenselijke energie- en milieuprestaties voor 2040 zijn nog een grote onbekende. Wanneer duidelijk wordt aan welke eisen de energieprestatie in verschillende jaren moet voldoen kunnen aanbieders de daarvoor benodigde verduurzamingsconcepten ontwikkelen. Eerder heeft dit ook zo gewerkt met de EPC-norm voor nieuwbouw. Dit moet worden uitgebreid naar andere gebouweigenaren en bouwtypen. Het is noodzakelijk dat op basis van dergelijke normen duidelijkheid wordt geschept de energieprestatie waaraan gebouwen dienen te voldoen. Hierbij is het van belang dat deze een verplichtend karakter krijgen. Alleen dan kunnen uitvoerende partijen de benodigde investeringen doen in productontwikkeling en uitvoeringscapaciteit. Bij voorkeur wordt er ook gestuurd op daadwerkelijke energieprestaties in plaats van alleen op basis van theoretisch berekende waardes.

Naast energieprestatie dient duidelijkheid te worden verschaft aan welke andere randvoorwaarden verduurzamingsconcepten dienen te voldoen. Dit betreft bijvoorbeeld: milieu-impact van materialen, biodiversiteit, stikstof en klimaatadaptatie. Bedrijven en hun brancheorganisaties vragen nadrukkelijk om een integrale norm, zodat duidelijk is waaraan hun producten dienen te voldoen. In 'Het nieuwe normaal' wordt vanuit de branche het initiatief te komen om tot een integrale norm te komen. Hierbij moet ook worden gekeken naar de inrichting van vergunningverlening. In plaats van elk specifiek geval te beoordelen zou het verduurzamingsconcept eenmalig moeten worden beoordeeld, waarna een versoepeld vergunningstraject kan plaatsvinden voor elk project waarin hetzelfde verduurzamingsconcept wordt toegepast.

Arbeidscapaciteit is het grote knelpunt voor innovatie en uitvoering. Het beschikbaar maken van voldoende gekwalificeerd personeel voor de verduurzamingsopgave in de gebouwde omgeving heeft hoge prioriteit. Daarnaast is de beschikbaarheid van materialen en energie en de daaraan gerelateerde kostenstijgingen een belangrijke barrière voor innovatie en realisatie. In de afgelopen periode zien wij bij bedrijven dat medewerkers die normaal actief zijn in research & development worden ingezet als strategisch inkoper om de primaire bedrijfsprocessen draaiend te houden.

Deelprogramma 2: Industrialisatie van het verduurzamingsproces - Aandachtspunten voor beleid

Voor het succesvol laten draaien van een fabriek is het van belang dat er een voorspelbare en continue bouwstroom ontstaat. Op dit moment is zowel het volume niet groot genoeg om deze voorspelbaarheid en continuïteit te kunnen bieden. Om deze reden draaien bestaande fabrieken op een beperkte capaciteit en zijn



ondernemers huiverig voor het doen van de benodigde investeringen in R&D en productie-uitbreiding. Oplossingen hiervoor zijn het stellen van duidelijke doelen (zie hierboven) en het organiseren van de uitvoering in bouwstromen. Onder andere het programma Verbouwstromen geeft hier invulling aan, maar voor het anders organiseren van deze markt zouden kanalen zoals verbeterjehuis.nl en gemeentelijke energieloketten zich meer moeten gaan richten op het aanbieden van integrale oplossingen en de uitvoering hiervan meer moeten gaan bundelen in bouwstromen.

Daarnaast is normalisatie een belangrijke randvoorwaarde die industrialisatie mogelijk maakt. Er zijn afspraken nodig die een efficiënte overdracht tussen advies, ontwerp, productie en realisatie mogelijk maakt. Vanuit beleid kan worden gestuurd op het ontstaan van deze normen, zodat sector breed efficiënt kan worden gewerkt. Normalisatie kan echter ook een lock-in tot gevolg hebben. Hiervoor moet worden gewaakt.

Deelprogramma 3: Digitalisering van het verduurzamingsproces en keteninnovatie - Aandachtspunten voor beleid

Het toegankelijk maken van beschikbare data is van primair belang om de potentie van digitalisering te realiseren. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om data over gebouwen, energiegebruik, lokale energienetwerken, etc. Met het digitaal stelsel wordt de basis gelegd waarmee afspraken kunnen worden gemaakt over de voorwaarden waaronder dergelijke data gedeeld kan worden. Aanvullend hierop moeten acties worden ondernomen om ervoor te zorgen dat de data ook daadwerkelijk beschikbaar komt.

Aansluitend hierop is het van belang dat het Digitaal Woningpaspoort, zoals dit is aangekondigd in het klimaatakkoord op korte termijn wordt gerealiseerd. In de huidige situatie verzamelen verschillende, vaak commerciële, partijen informatie over woningen. Deze informatie wordt daarmee vaak eigendom van deze partij en kan vervolgens niet door andere partijen worden gebruikt. Veel logischer is het dat deze informatie eigendom wordt van de gebouweigenaar en dat deze zelf kan besluiten met welke partijen deze informatie wordt gedeeld. Doordat dit niet goed is geregeld wordt veel dubbel werk gedaan, doordat woningopnames steeds opnieuw moeten. In sommige delen van de utiliteitsbouw is dit beter geregeld, maar ook hier zijn verbeteringen mogelijk.

Om een goede uitwisseling van data tussen verschillende gedigitaliseerde processen mogelijk te maken is het van belang dat er gebruik gemaakt wordt van een eenduidige semantiek. Er zijn afspraken nodig hoe verschillende bouwdeelen worden aangeduid en in welke grootheden deze worden genoteerd. In de praktijk ontwikkelen zijn deze afspraken per discipline verschillend en hanteren veel bedrijven zelfs hun eigen semantiek. Vanuit het BIM-loket wordt hier al langere tijd aan gewerkt. Om digitalisering op te schalen is het van belang dat dit proces wordt versneld en dat knopen worden doorgehakt welke semantische stelsels de basis gaan vormen voor één eenduidig stelsel.

Tot slot worden er veel verschillende digitale platforms ontwikkeld. Veel van deze platforms ontvangen langs verschillende wegen overheidssteun. Voorbeelden hiervan



zijn: Verbeterjehuis.nl, het Landelijk Digitaal Platform, de Clustertool, de Renovatieverkenner en het Aanbiedersplatform. Tegelijkertijd ontbreekt iedere regie op welke platforms worden ontwikkeld en hoe deze op elkaar aansluiten en hoe deze met elkaar communiceren. Strakke regie op de ontwikkeling van deze platforms is niet wenselijk, aangezien er voldoende ruimte moet zijn voor innovatie en afwijkende ideeën. Maar coördinatie en duidelijke randvoorwaarden waaraan ontwikkelaars van door de overheid ondersteunde platforms voor de energietransitie in de gebouwde omgeving zich aan dienen te houden is wenselijk.

Deelprogramma 4: Een inclusieve en gedragen energietransitie gebouwde omgeving - Aandachtspunten voor beleid

Ook voor een inclusieve en gedragen energietransitie in de gebouwde omgeving is het van belang dat er een duidelijk einddoel komt. De onzekerheid bij gebouweigenaren over wat er van hen verwacht wordt leidt tot een passieve houding en verminderd draagvlak.

Een groot gedeelte van de regie op de energietransitie richting gebouweigenaren is neergelegd bij gemeentes. Met name kleine gemeentes hebben onvoldoende capaciteit en kennis om deze rol voldoende te kunnen spelen. Dit leidt tot Transitievisies Warmte die onvoldoende richting geven en een stokkende uitvoering. De ondersteuning vanuit VNG is de afgelopen jaren onvoldoende gebleken. Het is van belang om vanuit het rijk gemeentes de ondersteuning te bieden die zij nodig hebben om hun rol wel goed op te kunnen pakken. De programmalijn uit het PVGO gaat hierbij van groot belang zijn. In 2023 maken gemeentes een start met de wijk uitvoeringsplannen (WUP). Wij zien veel ondernemers die diensten en modellen ontwikkelen om gemeentes hierbij te ondersteunen. Met elkaar kunnen we ervoor zorgen dat deze plannen de komende jaren wél de drijvende kracht achter de verduurzaming van de gebouwde omgeving gaan worden.

Voor een succesvolle energietransitie is naast innovatie veel onderzoek nodig. Bijvoorbeeld veel projecten voor een inclusieve en gedragen energietransitie gebouwde omgeving betreft geen innovatie, maar onderzoek naar drijfveren, klantreizen, gedrag, voorkeuren en is niet noodzakelijkerwijs gekoppeld aan concrete product- en dienstontwikkeling. Onderzoeksorganisaties kijken voor de financiering van dit onderzoek vaak naar innovatiesubsidies, maar de huidige opzet van innovatiesubsidiereregelingen leent zich niet voor het financieren van dit type onderzoek. Er zouden meer bronnen moeten zijn om het benodigde onderzoek voor de gebouwde omgeving te financieren.





TKI URBAN ENERGY

Topsector Energie

TKI Urban Energy

Arthur van Schendelstraat 550D
3511 MH Utrecht

T +31 30 747 00 27

E info@tki-urbanenergy.nl

T www.tki-urbanenergy.nl

