# Uitvoeringsplan Gelders Energieakkoord

## *Tafel Scholing & Innovatie*

***9 november 2015***

**Doelstelling en visie**
De ambitie van de tafel Scholing & Innovatie is een bijdrage te leveren door scholings- en innovatievraagstukken in de provincie Gelderland te identificeren en deze met relevante stakeholders aan te pakken. Voor het opstellen van dit uitvoeringsplan was een kort tijdsbestek beschikbaar. Gezien de beperkte tijd én het doorsnijdende karakter van de tafel is gekozen voor de volgende aanpak. Allereerst is een kernteam samengesteld, bestaande uit een voorzitter en twee secretarissen (één secretaris met kennis van en een achtergrond in scholing en de ander met kennis en achtergrond in innovatie). Deze twee secretarissen hebben bij alle andere tafels van het Gelders Energie Akkoord (GEA) interviews afgenomen en de voorzitters bevraagd op de thema's scholing en innovatie, daarnaast zijn belangrijke experts op het gebied van scholing en innovatie gesproken.
In de komende twee maanden zal de tafel worden uitgebreid en tafelbijeenkomsten worden georganiseerd.

De tafel wil op het gebied van scholing bijdragen aan onderstaande doelen:
- voldoende en gekwalificeerd personeel voor de bouw- en installatiebranche, elektrotechniek en procesindustrie in 2020;
- goed geïnformeerde scholieren/studenten op het gebied van energie(transitie) in 2020.

De tafel wil op het gebied van innovatie bijdragen aan onderstaande doelen:
- een aantal gerealiseerde doorbraakinnovaties die zich bewezen hebben door een substantiële bijdrage aan de energietransitie in Gelderland;
- erkende vooroplopende positie van de Gelderse economie in technologie voor energietransitie.

**Aanpak**
De actoren aan de tafel Scholing & Innovatie zijn niet rechtstreeks bij machte de Gelderse energiehuishouding te beïnvloeden. Het doel van deze tafel is om met de twee doorsnijdende thema's Scholing & Innovatie instrumenteel te zijn aan effectgebieden van de energietransitie en deze te benaderen via de overige tafels, om zo in Gelderland bij te dragen aan de energietransitie. Een weergave van onze aanpak is opgenomen in de Bijlage Tafelaanpak. De aanpak is tweeledig, namelijk:
1. in nauwe samenwerking met de andere tafels mogelijkheden voor incrementele verbetering signaleren en bevorderen (met concrete projecten en te instrumentarium) en
2. met koplopers, creatieve probleemoplossers en duurzaamheidsexperts disruptieve roadmaps (energietransitiepaden) ontwerpen om te komen tot doorbraak trajecten.

**Activiteiten**
De tafel zal vooral zijn gericht op het realiseren van een aantal concrete activiteiten in de periode 2015-2020. Om deze activiteiten te formuleren is er een eerste inventarisatie uitgevoerd. Deze bestond uit:
- interviews met alle voorzitters van de verschillende tafels van het Gelders Energie Akkoord;
- interviews met experts op het gebied van scholing en innovatie in Gelderland, maar ook in andere delen van Nederland.

In de bijlagen is een analyse van deze interviews te vinden. Deze analyse heeft geresulteerd in de identificatie van onderstaande kwalitatieve projecten en te ontwikkelen instrumenten, met een kwantitatieve inschatting van de bijbehorende inspanning. In de bijlage zijn onderstaande activiteiten uitgewerkt en staat beschreven wat we hiermee willen bereiken.

| Begroting jaar 1 uitvoeringsplan Scholing & Innovatie (inzet in uren) | | | Inzet bedrijfs-leven | Inzet kennis-instellingen | Begeleiding activiteiten (kiEMT) |
|---|---|---|---|---|---|
| Scholing | 1 | Inventarisatie scholingsbehoefte | 160 | 160 | 160 |
| | 2 | Gevolgen energietransitie scholingsbehoefte in de toekomst | 80 | 80 | 80 |
| | 3 | Ontwikkelen scholingsplan | 40 | 80 | 40 |
| | 4 | Ontwikkeling scholingsaanbod voor energietransitie | 80 | 200 | 80 |
| Innovatie | 5 | Venster op innovatie | 40 | 40 | 80 |
| | 6 | Ondersteuningsaanbod transitieproces | 40 | 120 | 146 |
| | 7 | Koploperstrajecten | 200 | 40 | 160 |
| | 8 | Disruptieve doorbraakprojecten | 120 | 120 | 150 |
| Algemeen | 9 | Inventarisatierondes overige thematafels | 0 | 0 | 40 |
| | 10 | Tafel bijeenkomsten Scholing & Innovatie | 120 | 80 | 40 |
| | | **Totaal scholing (uren)** | **360** | **520** | **360** |
| | | **Totaal innovatie (uren)** | **400** | **320** | **536** |
| | | **Totaal algemeen (uren)** | **120** | **80** | **80** |
| | | **Totaal (uren)** | **880** | **920** | **976** |
| | | **Totaal (dagen)** | **110** | **115** | **122** |

**Financiering**

De inzet en financiering vanuit bedrijfsleven en onderwijs- en kennisinstellingen dient verder te worden uitgewerkt en is afhankelijk van de inhoudelijke invulling van de projecten. Bovengenoemde begroting betreft de inspanningen voor het inventariseren, ontwerpen en begeleiden van de totstandkoming van nieuwe projecten en instrumenten.

In bovenstaande begroting zijn er nog geen uren opgenomen voor de begeleiding van de uitvoering van de projecten. Omdat de projecten nog niet bekend zijn, is het onmogelijk hiervoor een inschatting te maken van de inzet die nodig is om deze projecten te begeleiden. Voor ieder project wordt een separate uitvoeringsbegroting opgesteld die voorgelegd wordt aan GEA.

Voor scholing wordt bij het opzetten van oplossingen voor scholingsprojecten zoveel mogelijk gebruik gemaakt worden van bestaande samenwerkingsverbanden, reeds gesubsidieerde projecten en opleidingsfondsen.

Projecten vallend onder innovatie zullen gefinancierd worden uit middelen 'gelabeld' voor innovatie zoals R&D budgetten van bedrijfsleven, Publieke fondsen voor innovatieve businesscases (e.g. PPM-Oost fondsen), fiscale maatregelen, aangevuld met provinciale en Europese innovatiesubsidies.

Met behulp van het Energietransitiemodel (http://www.energietransitiemodel.nl) is het mogelijk om een inschatting te maken van de besparingen van concrete energiemaatregelen. Wij voorzien samenwerking met tafel 9 voor het (mede) opstellen en/of controleren van de businesscases en financieringsmodellen.

**Planning**

Op dit moment is een planning opgesteld voor de eerste 1,5 jaar vanaf de opstelling van deze uitvoeringsagenda. Een nadere uitwerking van de planning volgt.

| **Planning uitvoeringsplan Scholing & Innovatie** | | | 2015 | 2016 | | | | 2017 | | | | 2018 | | | | 2019 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| **algemeen** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Scholing | 1 | Inventarisatie scholingsbehoefte | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Gevolgen energietransitie scholingsbehoefte in de toekomst | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | Ontwikkelen scholingsplan | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | Ontwikkeling scholingsaanbod voor energietransitie | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Innovatie | 5 | Venster op innovatie | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | Ondersteuningsaanbod transitieproces | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | Koploperstrajecten | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | Identificeren en ondersteunen van disruptieve doorbraakprojecten | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Algemeen | 9 | Inventarisatierondes overige thematafels | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | Tafel bijeenkomsten Scholing & Innovatie | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Dilemma's, belemmeringen en afstemming**

a. *Positie biobased economy in GEA*.
Wij constateren een discussie over de wijze waarop BBE kan bijdragen aan het realiseren van de GEA-doelstellingen. Benoembare (incrementele) betekenis van BBE aan thematafels betreft bijvoorbeeld: bio-energie gebruik in Vastgoed; bioLNG voor Mobiliteit; afweging ruimtegebruik gewassen voor bio-energie en –grondstoffen; inzet van bio-energie en biomassa in de Procesindustrie. Feit is dat in de Nederlandse energiestromen een groot gedeelte van de fossiele energiedragers opgesloten zit in grondstoffen, halffabricaten en producten (zie Bijlage Biobased Economy, Energiestromen Nederland 2013). In potentie levert de vervanging van fossiele grondstoffen door biobased grondstoffen een grote bijdrage aan het verminderen van ge-/verbruik van fossiele grondstoffen.

b. *Voorlichting versus Scholing.*
In de gesprekken met de verschillende tafels is aangegeven dat er behoefte is aan voorlichting op het gebied van energietransitie aan medewerkers, burgers, wijken, et cetera. Ons inziens valt dit strikt genomen onder voorlichting en/of communicatie en dus buiten de scope van de tafel Scholing & Innovatie. Om misverstanden te voorkomen is afstemming en afbakening nodig.

De tafel Scholing & Innovatie verwacht een goede en belangrijke bijdrage te kunnen leveren aan de genoemde doelstellingen. De tafel is ervan overtuigd dat de tweeledige aanpak (incrementeel en disruptief) gehandhaafd dient te blijven. Louter incrementele oplossingen of juist alleen een disruptieve aanpak leidt niet tot het behalen van de doelstellingen. Tevens is de tafel voor het welslagen van de projecten afhankelijk van het enthousiasme, de betrokkenheid, maar ook vooral daadkracht van de andere tafels en stakeholders.

# Bijlage Activiteiten Scholing

1. *Inventarisatie van de scholingsbehoefte van bedrijven in de installatietechniek, mobiliteit, elektrotechniek, procesindustrie en bouw op het gebied van energietransitie.*
   Er wordt een onderzoek uitgevoerd bij bedrijven in de Provincie Gelderland die werkzaam zijn in de:
   - installatietechniek;
   - mobiliteit;
   - procesindustrie;
   - bouw;
   - elektrotechniek.

   Aan deze bedrijven wordt gevraagd welke behoefte zij hebben aan opleidingen voor hun personeel. Welke opleidingsbehoefte zien zij voor hun personeel in het kader van de energietransitie? Dit leidt tot een overzicht van de scholingsbehoefte in de vijf vakgebieden.

2. *Gevolgen van energietransitie voor scholingsbehoefte in de toekomst*
   Welke veranderingen in scholingsbehoefte verwachten experts over vijf tot tien jaar als gevolg van de energietransitie? Tevens kijken de experts voor welke behoefte er nu geen aanbod is en waar aanbod ontwikkeld moet gaan worden.
   De energietransitie leidt ertoe dat er in de toekomst innovaties zijn die zorgen voor een verandering in de scholingsbehoefte. Met experts uit bedrijfsleven, onderwijs en visionairs wordt een traject ingezet waarin zowel naar deze ontwikkelingen als het huidige opleidingsaanbod wordt gekeken. Er wordt een rapport opgesteld waarin aangegeven wordt hoe deze ontwikkelingen in kaart worden gebracht en wat dit vraagt van scholing.

3. *Ontwikkelen scholingsplan*
   Op basis van het onderzoek naar de behoefte aan scholing in de installatietechniek, mobiliteit, procesindustrie en bouw wordt gekeken of deze ontwikkelingen gedekt worden door de projecten die reeds in gang zijn gezet in de Provincie, zoals ONE, Build Up Skills, Cleantech Center, kennisportaal.nu, et cetera. Als er een lacune is wordt deze benoemd en wordt hiervoor een voorstel ontwikkeld met de betreffende partners.

4. *Ontwikkeling scholingsaanbod voor energietransitie*
   Er wordt een scholingsaanbod ontwikkeld voor energietransitie. Het scholingsaanbod richt zich op de ontwikkeling van zowel kennis als vaardigheden. Veel tafels geven aan dat (bij)scholing over energietransitie noodzakelijk is (kennis), maar dat de energietransitie tevens nieuwe vaardigheden vereist, bijvoorbeeld op het gebied van samenwerking.
   Deze activiteit bestaat uit de volgende onderdelen:
   - Projecten gericht op de ontwikkeling van het curriculum van opleidingen in de installatietechniek, mobiliteit, procesindustrie en/of bouw die voorzien in de lacune zoals bedoeld bij activiteit 3.
   - Onderwijsprogramma op het gebied van energietransitie voor primair, voortgezet en middelbaar beroepsonderwijs. Hierbij wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van bestaande middelen, zoals de website die momenteel door Quintel ontwikkeld wordt (www.energietransitiemodel.nl). Gedacht wordt aan lesmateriaal waarmee kinderen/jongeren kennismaken met energietransitie en, afhankelijk van onderwijsniveau, hier ook daadwerkelijk mee aan de slag gaan. Voor het MBO kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de ontwikkeling van projectweken.
   - Ontwikkeling bijscholingsaanbod voor bestaand personeel, zodat zij direct aan de slag kunnen met vraagstukken op het gebied van energietransitie.

# Bijlage Activiteiten Innovatie

1. *Bieden van een 'venster op innovatie' (state-of-the-art bewezen technologie)*
   Aan diverse thematafels is behoefte aan de meest actuele kennis van bestaande en bewezen energiemaatregelen die toegepast kunnen worden. Het plan is een instrument (database) te ontwikkelen dat hier inzicht in geeft. Hiervoor zullen wij:
   - lijst van erkende maatregelen ontsluiten;
   - innovaties identificeren die een aanvulling zijn op de lijst van erkende maatregelen;
   - samenwerken met relevante partijen zoals Stichting Pioneering, Stichting kiEMT en kennisinstellingen.

2. *Ondersteuningsaanbod ontwikkelen voor transitieproces van systeem-innovaties*
   Het hebben van de kennis van de best presterende technieken is niet voldoende om deze technieken daadwerkelijk geïmplementeerd te krijgen. Met elke thematafel zal worden verkend welke implementatiemethoden voor hun doelgroep het meest geschikt zijn om te hanteren (procesmanagement). Voorbeelden hiervan zijn Kansrijk Aanpakken, stakeholderdialogen, Businesscase ontwerp, circulaire economie modellen, Strategic Niche Management modellen, definities, et cetera. Het doel is te komen tot praktische handvatten, modellen, aanpakmethoden voor deelnemers aan de thematafels om het transitieproces te kunnen begeleiden.

3. *Koploperstrajecten initiëren, ondersteunen en etaleren*
   De brede uitrol van maatregelen zal met name plaatsvinden langs de lijnen van de thematafels. De Tafel Scholing & Innovatie zal zich richten op de ondersteuning van de koplopers en 'early adopters'. Deze doelgroep heeft een sterke voorbeeldfunctie voor sector/branchegenoten. Daarnaast vormt deze koplopersgroep de voorhoede van de Gelderse economie en is daarom van groot belang voor de positionering daarvan. De koploperstrajecten zullen in verschillende vormen opgezet worden. Denk hierbij aan:
   - innovatielabs – rondetafelsessies (vervolgt met verdiepingssessies) met sector/technologie-experts om te komen tot vernieuwende oplossingen en samenwerking;
   - launching costumership – het faciliteren van verticale ketensamenwerking om een marktdoorbraak van (net) bewezen energiemaatregel mogelijk te maken. Met name gericht op het uitwerken en optimaliseren van de businesscases van ketenpartners en eindgebruiker.

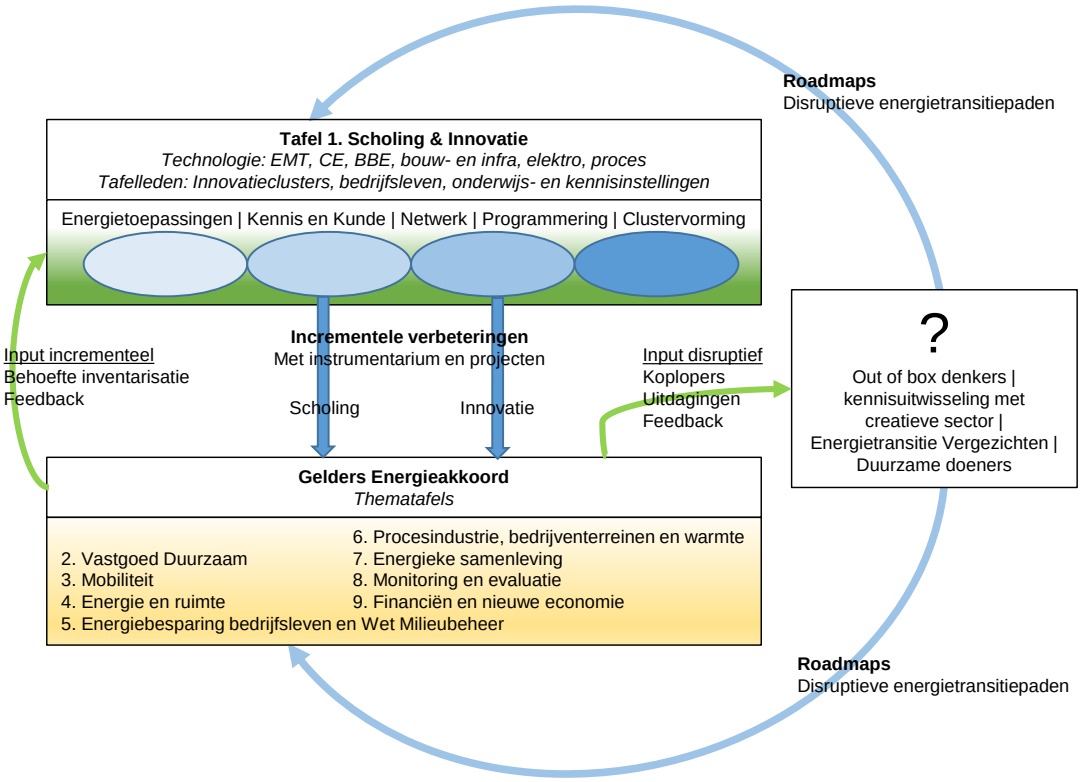
4. *Het identificeren en ondersteunen van doorbraakprojecten*
   Met het huidige tempo is het maar de vraag of de energiedoelstellingen behaald zullen worden. Een brede uitrol (massa) is met name de doelstelling van de overige tafels (uitgezonderd wellicht doorsnijdende tafels Monitoring en Financiën). Doorbraakprojecten zijn nodig om bestaande maatregelen veel rendabeler of energetisch gunstiger te maken, óf om disruptieve systeem-innovaties door te voeren.
   Op basis van toekomstige scenario's en beschreven trends (bijvoorbeeld via www.energietransitiemodel.nl en het RLI rapport Beelden van een CO2-arme Nederlandse samenleving in 2050) zal de tafel Scholing & Innovatie concrete systeemtransities trachten te identificeren en hiervoor Roadmaps opstellen. Een eerste overzicht van deze transities zijn opgenomen in bijlage 'Energietransitiepaden'.

In Gelderland (en Overijssel) zijn sterk georganiseerde en vooroplopende Innovatie-ecosystemen aanwezig. Daarnaast heeft provincie Gelderland ter ondersteuning hiervan haar eigen Innovatieagenda Energie. Concrete organisaties en programma's zijn bijvoorbeeld Stichting kiEMT, Stichting Pioneering, BICON, Cleantech Regio, GreentechAlliances, et cetera. Het is nuttig en noodzakelijk deze bestaande innovatie-infrastructuur in te zetten bij het opstellen en uitvoeren van Roadmaps en de daaruit volgende gewenste doorbraakprojecten. Sterker nog, diverse Roadmaps en projecten zijn al geïdentificeerd door deze actoren.

# Bijlage Tafelaanpak

*1. Incrementele verbeteringen (blauwe pijl)*
De tafel Scholing & Innovatie haalt jaarlijks bij de verschillende GEA-thematafels, maar ook bij andere organisaties, netwerken en programma's op welke vraagstukken en behoeftes zij hebben op het gebied van scholing en innovatie. Na analyse van deze behoeftes ontwikkelt de tafel Scholing & Innovatie in nauwe samenwerking met de tafels een voorstel tot verbetering. Vervolgens ondersteund de tafel Scholing & Innovatie bij het uitvoeren van dit voorstel. Deze verbeteringen krijgen de vorm van concrete samenwerkingsprojecten en instrumentaria. De eerste behoefte-inventarisatie (oktober en november 2015) heeft acht activiteiten opgeleverd die beschreven zijn in Bijlage Activiteiten Scholing en Bijlage Activiteiten Innovatie.

*2. Roadmaps (oranje pijl)*
Het is aannemelijk dat met alleen incrementele verbeteringen de benodigde impact op de CO2-uitstoot niet te realiseren is. Meer drastische en/of out-of-the-box oplossingen zijn noodzakelijk (zowel technische als maatschappelijke). Hiervoor is een innovatieve benadering nodig om te komen tot concrete Roadmaps. Dit zullen energietransitiepaden zijn met een (waarschijnlijk) disruptief karakter. Voordat deze disruptieve maatregelen breed geaccepteerd worden zal de energiebesparingsmogelijkheid en toegevoegde waarde gedemonstreerd moeten worden op try-out schaal (e.g. technologie-demonstratieprojecten; pilotprojecten; experimenteerruimte wet- en regelgeving.
In de aanpak om te komen tot deze roadmaps zal gebruik worden gemaakt van transitiemanagement en innovatie modellen en theorieën (denk aan Rotmans, Jonker, Chesbrough) creatieve denkers en visionairs, en koplopers op het gebied van duurzaamheid.




Voor deze uitvoeringsagenda heeft de tafel Scholing & Innovatie een ronde langs alle overige thematafels gemaakt en hen bevraagd naar de besproken onderwerpen en vraagstukken bij hen op het gebied van scholing en innovatie. Deze eerste behoefte-inventarisatie heeft geleid tot de benoeming van een lijst met concrete activiteiten die op de korte termijn uitgevoerd kunnen worden. In december 2015 zal een tafelbijeenkomst worden georganiseerd om deze lijst uit te werken en aan te vullen.

# Bijlage Energietransitiepaden

Uit verschillende onderzoeken en verkenningen is een overzicht van energietransitiepaden (zowel incrementeel als disruptief) te destilleren. De onderstaande lijst is een nog niet gerangschikte weergave naar impact, tijd of prioriteit. Het geeft wel een globaal beeld van de noodzakelijke technologische en sociaaleconomische oplossingen die ontworpen en doorgevoerd moeten worden. Aan de start van de uitvoeringsperiode zullen deze energietransitiepaden (in afstemming met overige tafels en scenario-experts) gekwantificeerd worden, SMART-doelstellingen worden geformuleerd en prioritering worden aangebracht.

**Duurzaam Vastgoed**

- ESCo's. De Energy Service Company levert energie, en daarmee verduurzaming van het gebouw, als dienst. Onderdeel van de ESCO is het werken volgens een prestatiecontract. Innovatie is hier het verbreden van het concept ESCo naar CESCo's (Circulaire Economie Service Company).
- Snelle en comfortabele isolatiemethoden voor woningbouw (kierdicht maken van zowel oude en nieuwe huizen). Ontzorgen van de woningbezitter. Nieuwe huizen moeten liefst tot op ‘passief-huis' niveau worden geïsoleerd en kierdicht gemaakt om de warmtevraag te beperken.
- De gasgestookte HR Combi ketel verdwijnt. Innovatie en verbetering van elektrische en hybride warmtepompen, hr(-e) ketels op groengas, collectieve warmtenetten en een beperkte hoeveelheid hoge temperatuur hout-cv kachels.
- Uitdaging voor warmtenetten. Stadsverwarming die nu gebaseerd wordt op restwarmte van de energie-intensieve industrie of fossiele centrales aan de rand van de stad zal grotendeels verdwijnen. Er zullen namelijk bijna geen grote centrales meer zijn die continue draaien en de zware industrie gaat zelf zijn restwarmte benutten of verdwijnt misschien. De vraag is wat dan wel de warmte gaat leveren aan deze warmtenetten. De mogelijkheden van geothermie op grote schaal zijn nog relatief onbekend.
- Techniekverbetering blijft noodzakelijk voor zon PV en PVT. PVT kan ook een belangrijke rol spelen in de laagtemperatuur verwarming van de woning in het voor- en najaar en het produceren van warm tapwater in de zomer.
- Prosument. De consument als actor in opwekken, opslaan en verhandelen van energie.
- Ontwikkeling van domotica mitigeert de noodzaak voor gedragsverandering (mensen te vragen apparaten of lichten uit te doen of de verwarming lager te zetten als ze er niet zijn). Domotica regelt dit soort dingen automatisch.

***Mobiliteit***

- Wat betreft mobiliteit op lange termijn wordt technisch grotendeels gekeken naar elektrificatie van mobiliteit. Elektrificatie geldt dan zowel voor personenvervoer, vrachtverkeer als bedrijfsmiddelen zoals grondverzetmaterieel en heftrucks.
- Op korte termijn zullen waterstof (op kleinere schaal), biodiesel en groen LNG gas (met name voor vrachtverkeer) nodig zijn om alle vervoerbewegingen te kunnen maken.
- Slimme mobiliteit houdt in dat er gebruik wordt gemaakt van ontwikkelingen op IT-gebied om vraag en aanbod van vervoer makkelijker bij elkaar te brengen. De nadruk ligt daarbij op een totaaloplossing voor de reiziger. Proeven in verschillende steden lijken te duiden op een verschuiving van eigen EV’s richting EV’s waarop je een abonnement kan nemen. Autonome technologie: Zelfrijdende vervoersmiddelen.

**Duurzame energie**

- Zon PV. Het is noodzakelijk te innoveren zodat Zon PV zowel efficiënter als goedkoper kan. Besparingen van 70 - 80% goedkoper ten opzichte van vandaag de dag lijken haalbaar. Installatiekosten zullen niet altijd de beperkende factor zijn, omdat zon PV in toenemende mate geïntegreerd zal zijn in de componenten van een gebouw (gevels, dakpannen, ramen, etc.).
- Offshore windenergie-winning lijkt logisch in Nederland. De thuismarkt in olie en gas op de Noordzee hebben gezorgd voor een infrastructuur en een groot aantal gespecialiseerde bedrijven. Bovendien is de Noordzee relatief ondiep en de ondergrond is prima om in te bouwen. Bovendien waait het veel en goed op zee. Innovatie is nodig vanwege de kostprijs van de technologie. Die moet dalen om offshore wind te kunnen laten groeien.

- Geothermie en warmtenetten. Voor warmtenetten voorziet men een kans op lock-in. Het gaat om grote investeringen die overwogen worden waar nu veel restwarmte beschikbaar is. Fossiele centrales zullen er op lange termijn steeds minder zijn, om deze warmte te leveren. Ook zal de restwarmte in de industrie minder voorhanden zijn (dankzij stoomrecompressie, hogetemperatuur warmtepompen e.d.). Geothermie lijkt hiervoor de aangewezen oplossing maar verder ontwikkeling en onderzoek naar voldoende capaciteit geothermie is noodzakelijk. De verwachting is dat geothermie als technologie volwassen wordt richting 2050. Over het potentieel van geothermie in Nederland bestaat nu nog grote onduidelijkheid, omdat dit zeer sterk afhangt van de locatie, zowel qua geologie als qua bovengrondse ruimtelijke inrichting. In 2015 begint een eerste project met diepe (5 km) geothermie. Complicerende factor voor geothermie: de ophef rondom ‘fracking’ en schaliegas kan geothermie nog wel eens parten spelen, omdat veel geothermie ook een beperkte mate van 'fracking' vereist.
- Innovaties in Biomassa. De verwachting is dat nieuwe vormen van biomassa met name kunnen leiden tot een potentieel grotere beschikbaarheid en diversiteit van biomassa en minder beslag op traditionele landbouw- of bosarealen. Het gaat hier bijvoorbeeld om: Aquatische biomassa (niet persé op zee, ook in of op gebouwen); Biomassa van genetisch gemanipuleerde micro-organismes: deze heeft bijvoorbeeld een specifieke chemische samenstelling, hierbij valt ook te denken aan zeer goedkope afvang van CO2 uit de lucht; Biomassa-achtige (biomimic), toepassingen als kunstmatige fotosynthese (biosolar cells).

**Infrastructuur**

- DC stroomnetten. Er wordt verwacht dat Europese landen steeds beter met elkaar verbonden worden en er zelfs ‘HVDC super grids’ zullen komen. Zo’n supergrid maakt uitwisseling van zon- en windstroom mogelijk tussen Noord en Zuid-Europa. Een (bijna) volledig DC hoogspanningsnet kan er alleen komen als er geen grote centrales meer zijn. Het is zeer de vraag of dit in 2050 al een feit is en daarmee zal de gerealiseerde besparing waarschijnlijk beperkt blijven tot apparaten. De geschetste beelden veronderstellen al een sterke besparing voor apparaatgebruik, dus het is de vraag in hoeverre deze ontwikkeling een verschil zou maken.
- Binnen de grote procesindustrie wordt ingezet op elektrificatie en decarbonisatie en op energie-conversie technologie.
- Smart Grids. Men verwacht een verregaande verslimming van stroomnetten en de mogelijkheid om zoveel mogelijk op lokaal niveau de balans te handhaven. Dit zal het mogelijk maken om met veel minder backup- en opslagvermogen het net stabiel te houden. In de verre toekomst is het mogelijk dat er een zeer beperkte mate noodzaak is voor opslag. De impact van verslimming zou het mogelijk maken om nog minder ‘schakelbaar’ stroomproductievermogen in te zetten dan nu gebeurt.

*Gebruikte bronnen zijn:*


- Beelden van een CO2-arme Nederlandse samenleving in 2050 – Dr. Ir. John Kerkhoven & Dr. Alexander Wirtz & Dr. Chael Kruip, Quintel Intelligence, maart 2015
- http://www.immovator.nl/mediatheek/publicaties/energietransitie-2030-veel-complexer
- Nationale Energieverkenning, ECN, maart 2015
- Beschrijving VoltaChem Shared Innovation Program, conceptversie, oktober 2015
- www.overmobiliteit.nl
- http://www.nwea.nl/de-nederlandse-offshore-windsector